

Historic, Archive Document

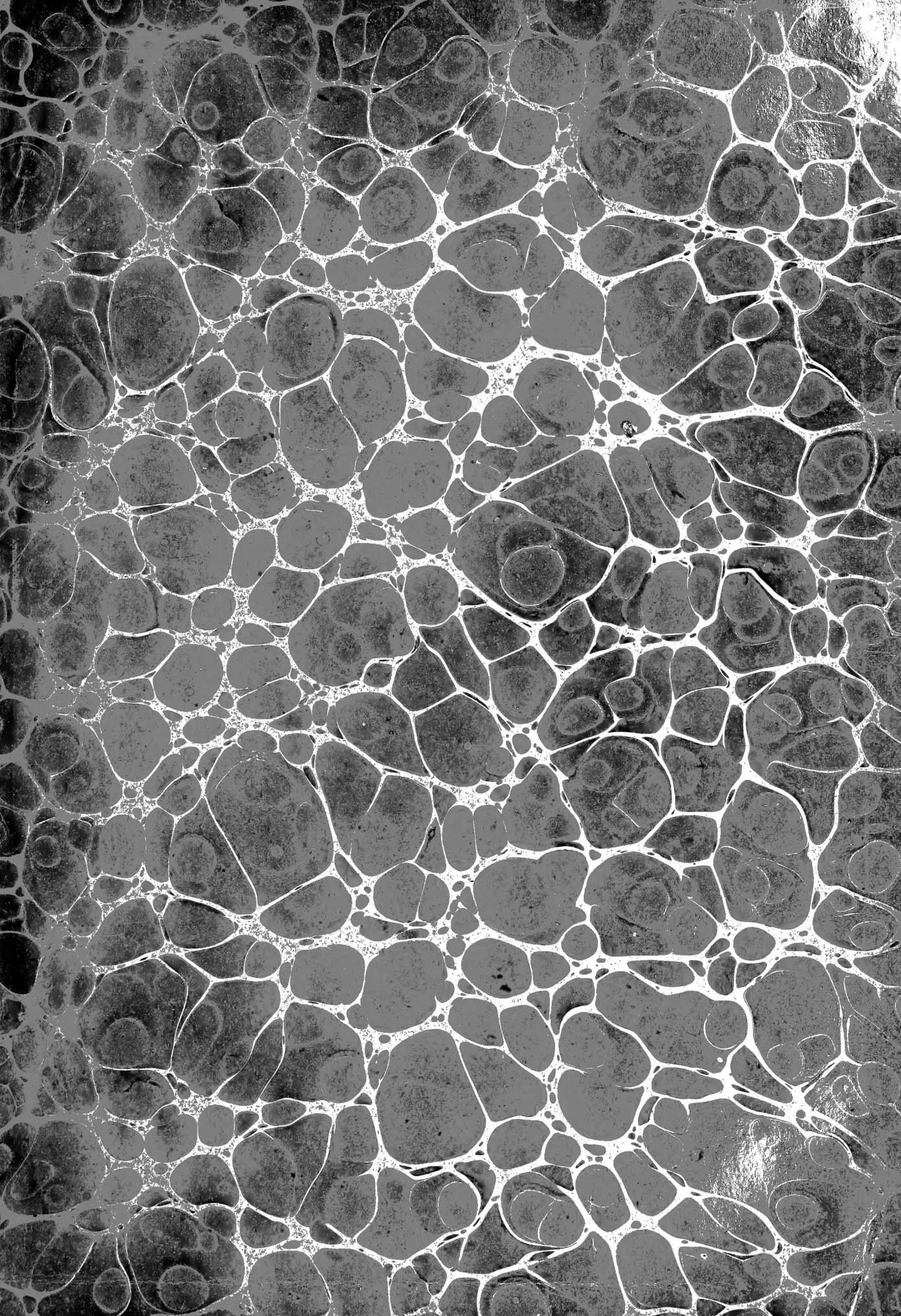
Do not assume content reflects current scientific knowledge, policies, or practices.

LIBRARY
OF THE
UNITED STATES
DEPARTMENT OF AGRICULTURE

Class 474

Book N213 v.2.

8-1577



Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte
der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben

von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang 1914



BERLIN
Verlag von Julius Springer
1914

Originalaufsätze.

Allgemeines.

- Ahrens, W., Rechenkünstler. S. 381.
 Erdmann, Benno, Emil du Bois-Reymonds Reden und Ansprachen. S. 909.
 Großmann, H., Die Faraday-Society und ihre Bestrebungen. S. 684.
 Hansen, A., Die Aufstellung von Goethes naturwissenschaftlichen Sammlungen im Neubau des Goethehauses zu Weimar. S. 576.
 Hennig, Edw., Zur geologischen Erschließung der deutschen Kolonien in Afrika. S. 61.
 Kohlbrugge, J. H. F., Goethes Stellung zum Entwicklungsgedanken. S. 849.
 Lorentz, H. A., Ernest Solvay. S. 997.
 Merczyng, H. v., Die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Jahre 1913. S. 137.
 Röhl, Fritz, Scientific Management. S. 626.
 Schmidt, Hans, Wie wurde die Heilkraft der Mineralgifte entdeckt? S. 562.
 Sudhoff, Karl, Die neue Galenausgabe und das griechische Ärztekörpus der Akademien. S. 794.
 Vervorn, Max, Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn. (Fundbericht.) S. 645. (Die Kulturstufe des Fundes.) S. 646.
 Zschimmer, Eberhard, Naturwissenschaftliches und technisches Denken. S. 412.

Biologisches.

- Abél, O., Neuere Wege phylogenetischer Forschung. S. 25.
 Bachmann, Fritz, Die Ursache des Erfrierens und der Schutz der Pflanzen gegen den Kältetod. S. 845.
 Baltzer, F., Über die Vererbung erworbener Eigenschaften. S. 987, 998.
 Baudisch, Oskar, Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen. S. 199, 229.
 Becker, Gösta, Die Größe des Stoffwechsels bei gewerblicher Arbeit. S. 558.
 Bonnet, R., Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn. (Die Skelete.) S. 647.
 Bruck, Carl, Salvarsan und Syphilis. S. 258.
 Buddenbrock, W. von, Die Beziehungen der tierischen Organismen zur Schwerkraft. S. 456.
 Determann, H., Die physikalischen Heilmittel in der inneren Medizin. S. 290.
 Diepgen, Paul, Die europäische Syphilis am Ausgang des Mittelalters. S. 338.
 Doflein, F., Der angebliche Farbensinn der Insekten. S. 708.
 Fehlinger, H., Europäische Kolonisation in den Tropen. S. 939.
 — Die Geschlechtsreife bei den farbigen Menschenrassen. S. 1003.
 — Die Indianer der Vereinigten Staaten von Amerika. S. 1068.
 Frei, W., Die Züchtung menschenpathogener Mikroorganismen nicht bakterieller Natur. S. 175.
 Funk, Casimir, Die Vitaminlehre, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung. S. 121.
 Gellhorn, Ernst, Physiologie des Menschenwachstums. S. 765.
 Gennerich, Zur Salvarsanfrage. S. 263.
 Gerschler, W. M. Willy, Gibt es konstante Bastarde? S. 1039.
 Geyer, Kurt, Die geschlechtliche Differenzierung des „Soma“ bei den Insekten. S. 601.
 Gohlke, Kurt, Die Serundiagnostik im Dienste der Pflanzensystematik. S. 405.
 Grahe, K., Der Liquor cerebrosppinalis. S. 633.
 Haas, F., Wege und Ziele der modernen Flußmuschelforschung. S. 108.
 Hauri, Hans, Die Struktur des pflanzlichen Organismus und ihre Erforschung seitens der „experimentellen Morphologie“. S. 505.
 Heilbronn, Alfred, Narkose im Pflanzenreich. S. 1012.
 Heilbronner, K., Intelligenz- und Demenzprüfungen. S. 679, 705.
 Hensen, V., K. Bürker, Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas. S. 106.
 — Ein Fortschritt in der Biologie der Fische. S. 650.
 — Das Protoplasma als physikalisches System von Ludwig Rhumbler. S. 893.
 Hess, C. v., Neue Untersuchungen über die Sehqualitäten der Bienen. S. 836.
 Hirsch, Erwin, Über eine alte Urzeugungstheorie in neuer Fassung. S. 52.
 Hoffmann, Paul, Die Hemmungs- und Förderungsfasern der Arthropodenmuskeln. S. 941.

- Holle, H. G., Gehirn und Seele. S. 295.
 Jacoby, Martin, Über Immunität. S. 275.
 Janchen, Erwin, s. Klein, Gustav. S. 232.
 Japha, Arnold, Einfluß der Entfernung und Überpflanzung der Keimdrüsen auf die sekundären Geschlechtsmerkmale der Tiere. S. 791.
 Kassowitz (†), Max, Biologische Probleme. S. 1053.
 Kisch, Bruno, Physikalisch-chemische Untersuchungen am lebenden Protoplasma. S. 533.
 Klein, Gustav, und Erwin Janchen, Aus den botanischen Vorträgen auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. S. 232.
 Küster, Ernst, Über rhythmische Strukturen im Pflanzenreich. S. 73.
 Kuznitsky, Erich, Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin. S. 14.
 Lakon, Georg, Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung. S. 966.
 Langenskiöld, F., Über die Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe gegen die Fermente der Eiweißspaltung. S. 883.
 Laqueur, Ernst, Bericht über den IX. Internationalen Physiologenkongreß in Groningen 2. bis 6. September 1913. S. 321, 347.
 Lehmann, Ernst, Über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie. S. 597.
 Lewin, Carl, Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung. S. 278.
 Lichtwitz, L., Die Adsorptionstherapie. S. 834.
 Lieske, R., Kohlenstoff-autotrophe Bakterien. S. 914.
 Menze, Carl, Aus den Verhandlungen der deutschen Tropenmedizinischen Gesellschaft vom 7.—9. April 1914. S. 482.
 Michaelis, Leonor, Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen. S. 250.
 Moewes, F., Die VI. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. S. 101, 129.
 — Die Zisternen der Bromeliaceen. S. 436.
 Molisch, Hans, Das Radium, ein Mittel zum Treiben der Pflanzen. S. 104.
 Morgenroth, J., Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich. S. 251.
 Mühlens, P., Seuchen-, insbesondere Malariabekämpfung in Jerusalem. S. 314.
 Müller, Herbert Constantin, Die Regeneration der Gonophore bei den Hydroiden. S. 1025.
 Natzmer, G. v., Die Entwicklung der sozialen Instinkte bei den staatenbildenden Insekten. S. 816.
 Neresheimer, E., Die Selbstreinigung der Gewässer. S. 729.
 Oppenheimer, Carl, Der Zuckerumsatz in der lebenden Zelle. S. 49, 78.
 — Paul Ehrlich. S. 243.
 Plehn, Marianne, Fischkrankheiten. S. 1049, 1065.
 Pütter, A., Neuere Untersuchungen zur Theorie der Muskelkontraktion. S. 31.
 — Die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die grünen Pflanzen. S. 169.
 — Der angebliche Farbensinn der Insekten. S. 363.
 — Die Chronologie des Zelltodes bei Warmblütern. S. 628.
 — Die Leistungen der Vögel im Fluge. S. 701, 725.
 — Vogel und Flugzeug. S. 861.
 Quade, F., Über die chemischen Grundlagen der Disposition. S. 530.
 Rhumbler, Ludwig, Zur Entwicklungsmechanik des morphologischen Aufbaues der Hirschwurme. S. 154.
 Ribbert, Hugo, Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren. S. 676.
 Samelson, S., Über Blutveränderungen bei kranken Säuglingen. S. 508.
 Schöne, Georg, Beobachtungen über das Wachstum der Haare. S. 388.
 Sioli, F., Die Lehre Abderhaldens von den Abwehrfermenten. S. 434.
 Steche, O., Die Verteilung der Katalase im Organismus und ihre biologische Bedeutung. S. 1015.
 Thienemann, August, Die Ausbildung einer neuen Felchenart in einem Zeitraume von 40 Jahren. S. 393.
 — Die Ausbildung neuer Tierarten durch die Eiszeit. S. 581.
 Trier, G., Die biologische Stellung des Äthyl- und des Methylalkohols. S. 927.
 Ziegler, Joseph, Zehnter Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesellschaft. S. 486.

Nichtbiologisches.

- Ahrens, Werner, Das Kugellager und seine Verbreitung im Maschinenbau. S. 333, 368.
 Arnold, H., Der Dieselmotor. S. 180.

- Baschin, Otto, Neue Landentdeckungen im Nordpolarmeer. S. 573.
- Bencke, Albert, Der Einfluß des Windes bei der Bildung von Ackererde. S. 396.
- Untersuchungen über die relative Häufigkeit der Metalle in der Erdkruste. S. 732.
- Benda, L., Paul Ehrlich als Chemiker. S. 268.
- Berndt, G., Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre. S. 760.
- Bloch, L., Die Farbe der künstlichen Lichtquellen. S. 85.
- Dreyer, Joh., Die geographische Bedingtheit der pommerschen Moore. S. 657.
- Eckardt, Wilh. R., Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie. S. 193.
- Erhard, H., Der Flug der Tiere. S. 357.
- Ewald, P. P., Über die Vorzüge der Vektorrechnung. S. 217.
- Fajans, K., Die Radioelemente und das periodische System. S. 429, 463.
- Fischer, Ernst, Über H. Simroths Pendulationstheorie. S. 949.
- Goldschmidt, Hans, Nichteuklidische Geometrie und Atommechanik. S. 477.
- Großmann, H., Die Existenz freier Radikale und die Bedeutung der Arbeiten von M. Gomberg. S. 609.
- Die Faraday-Society und ihre Bestrebungen. S. 684.
- Guertler, W. M., Vom Kongreß des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913. S. 97, 125.
- Vom diesjährigen Kongreß des Institute of Metals in London. S. 910, 955.
- Heilborn, Adolf, Der Bogen des Odysseus. S. 525.
- Hennig, Edw., Zur geologischen Erschließung der deutschen Kolonien in Afrika. S. 61.
- Henning, F., Erzeugung und Messung sehr tiefer Temperaturen. S. 453.
- Karl L., Die Red Beds. S. 177.
- Der gegenwärtige Stand der Radium-Frage in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. S. 343.
- Radium enthaltende Erzlagerstätten in Colorado und Utah (V. St. A.). S. 490.
- Über neuere Saurierfunde aus Canada und deren geologische Position. S. 769.
- Heydweiller, Adolf, F. Kohlrausch's Praktische Physik, 1. Aufl. 1870, 12. Aufl. 1914. S. 985.
- Honcamp, F., Die Stickstofffrage, ihre Entwicklung und Lösung sowie ihre Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft. S. 511, 538.
- Horsters, Hans, Über Konstitution und Wirkung der Chinaalkaloide. S. 554.
- Jensen, Chr., Hermann Sieveking †. S. 977.
- und H. Sieveking, Himmelsphotometrie. S. 818.
- Kähler, K., Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre. S. 501.
- Kerschbaum, F. P., Das neue Röntgenrohr nach Coolidge. S. 654.
- Klooster, H. S. v., Ein Dezennium moderner Silikaterforschung. S. 877.
- Klut, Hartwig, Die Reinigung gewerblicher Abwässer. S. 415, 444.
- Knoche, Walter, Die Osterinsel. S. 798.
- Kremann, Robert, Die Bildung von Verbindungen, bezw. festen Lösungen von Metallen in festem Zustande. S. 841.
- Kükenthal, W., Die Schröder-Stranz-Expedition und die deutsche Wissenschaft. S. 82.
- Laue, M. v., Über optische Abbildung. S. 757.
- Lenk, Emil, Vergleichende Milchstudien mit Hilfe von Kapillarerscheinungen. S. 813.
- Ludewig, P., Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht. S. 148.
- Die Meßtechnik im Röntgenwesen. S. 550.
- Mahlke, A., Über die elektrische Leitfähigkeit der Metalle in den allertiefsten Temperaturen. (Nach den Entdeckungen von Kamerlingh Onnes.) S. 963.
- Marshall, F., Über einige scheinbare physikalisch-chemische Anomalien. S. 857.
- Mecklenburg, Werner, Über Gleichgewichte zwischen isomeren Stoffen. S. 56.
- Meyer, Alfred R., s. Pirani, Marcello v. S. 838.
- R. J., Die Stellung der Elemente der seltenen Erden im periodischen System. S. 781.
- Michaelis, Leonor, Die Wasserstoffionenkonzentration. S. 829.
- Michaelsen, H., Antarktische Probleme. S. 325.
- Müller, Conrad, John Napier, Laird of Merchiston, und die Entdeckungsgeschichte seiner Logarithmen. S. 669.
- Peklo, Jaroslav, Über Mikrophotographie der Strukturen lebender Pflanzenzellen mit ultravioletttem Licht. S. 364.
- Pirani, Marcello v., und Alfred R. Meyer, Über die Grundlagen der Lichterzeugung bei den gebräuchlichen elektrischen Glühlampen unter besonderer Berücksichtigung der Halbwattlampe. S. 838.
- Potonié, Robert, Die Herkunft des Petroleums. S. 605.

- Reis, Alfred, Über die Bedeutung der Eigenfrequenzen in der Chemie. S. 204.
 — Bericht über die Tagung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig vom 22. bis 24. Mai 1914. S. 710, 734.
 Rewald, Bruno, Über das Chlorophyll und die Pigmentstoffe der Blätter und über die Farbstoffe der Blüten und der Beerenfrüchte. S. 468.
 Richarz, Franz, Bemerkungen zur Theorie der Erd-Antennen. S. 414.
 Richter, Wilhelm, Über frost- und schneefreie Zeiten im Deutschen Reiche. S. 196.
 Rudolph, E., und S. Szirtes, Beitrag zur Erklärung der Beschaffenheit des Erdinnern. S. 865.
 Rudzki, M. P., Der Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung durch R. Emden. S. 549.
 Sachs, Curt, Die Hornbostel-Sachs'sche Klassifikation der Musikinstrumente. S. 1056.
 Schachenmeier, R., Über den heutigen Stand der Theorie des Regenbogens. S. 384.
 Scheel, Karl, Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1913. S. 787.
 — Neuere Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen. S. 1009, 1023.
 Schmidt, Hans, Wie wurde die Heilkraft der Mineralgifte entdeckt? S. 562.
 — Wilhelm, Neuere über die Ausbreitung des Schalles in der freien Atmosphäre. S. 925.
 — Das Wesen des Donners. S. 1021.
 Schott, Gerhard, Aus dem Bereich der Meeresforschung im Jahre 1913/14. S. 937.
 Schulze, Fritz, Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das Relais von Lieben und Reiss. S. 7.
 — Günther, Quecksilbergleichrichter. S. 1033.
 Seeliger, R., Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. S. 285, 309.
 Sieveking, H., Ein Radiumblitzableiter. Nach dem französischen Original von Dr. B. Szilard, Paris. S. 973.
 — s. Jensen, Chr. S. 818.
 Stark, J., Weitere Resultate über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. S. 145.
 Steinhauß, A., Die Davissche Beschreibung der Landformen. S. 222.
 — XIX. Tagung des Deutschen Geographentages zu Straßburg i. Els. vom 2. bis 4. Juni. S. 713, 737.
 Steinmann, G., Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn. (Über das geologische Alter der Fundstelle.) S. 649.
 Szirtes, S., s. Rudolph, E. S. 865.
 Thurn, H., Selbstaufzeichnung des Zeitsignals. S. 132.
 Tobler, Fr., Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika. S. 298, 319.
 Tobler-Wolff, Gertrud, Industrielle Verwendung von Meeresalgen. S. 410.
 Weber, Julius, Die Geologie auf der 96. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Frauenfeld 1913. S. 34.
 Wehn, Die Körpermessung und das Fingerabdruckverfahren als Identifizierungsverfahren. S. 439.
 Weigert, Fritz, Ideale und reale photochemische Prozesse. S. 898.
 Werner, Alfred, Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung. S. 1.
 Westphal, Wilhelm H., Neuere Forschungen im ultraroten Spektrum. S. 621.
 Winkelmann, H., Die Bedeutung der Dissipator- (Gitter-) Schornsteine für die Vegetation. S. 225.
 Wolf, Max, Technische Bedeutung und neuere Darstellungsmethoden des Wasserstoffperoxyds. S. 854.
 Wyszomirski, A., Hydraulische Kupplungen. S. 587.
 Zschimmer, Eberhard, Zur Erkennung des Schmelzens der Gläser. S. 961.

Besprechungen.

- | | |
|--|--|
| Abderhalden, Emil (Hrsg.), Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung (A. Pütter). S. 116. | Ach, Narziss, Über die Erkenntnis a priori, insbesondere in der Arithmetik (R. Courant). S. 116. |
| Abegg, R., und F. Auerbach, Handbuch der anorganischen Chemie (Alfred Coehn). S. 471. | Allen, H. Stanley, Photo-Electricity (R. Pohl). S. 449. |
| Abel, O., Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere (Lubosch). S. 424. | Andresen, M., Das latente Lichtbild, seine Entstehung und Entwicklung (W. Bachmann). S. 666. |
| | Andrews, Roy C., Monographs of the Pacific Cetacea (N. Hollister). S. 720. |

- Asher, Leon, Der Anteil einfachster Stoffe an den Lebenserscheinungen (A. Pütter). S. 191.
- Aster, E. v., Prinzipien der Erkenntnislehre (M. Kronenberg). S. 1061.
- Auerbach, F., s. Abegg, R. S. 471.
- Avers, H. G., s. Bowie, W. S. 933.
- Bärtling, R., Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch - westfälischen Industriebezirk (R. Lachmann). S. 1045.
- Bardeleben, K. v., Die Anatomie des Menschen (Lubosch). S. 425.
- Barger, George, The simpler natural bases (P. Rona). S. 993.
- Bateson, W., Problems of Genetics (W. Bally). S. 804.
- Bauer, H., Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden (Friedr. Czapek). S. 115.
- Baumann, Mechanische Grundlagen des Flugzeugbaues (Hoff). S. 42.
- Bavink, Bernhard, Allgemeine Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. Eine Einführung in die moderne Naturphilosophie (Felix Auerbach). S. 744.
- Beaufort, L. F. De, Fishes of the eastern part of the Indo-Australian Archipelago with remarks on its zoo-geography (Emil Seydel). S. 566.
- Becher, Erich, Naturphilosophie (Weinstein). S. 1071.
- S., und R. Demoll, Einführung in die mikroskopische Technik für Naturwissenschaftler und Mediziner (Lubosch). S. 570.
- Bechterew, W. v., Objektive Psychologie oder Psychoreflexologie (J. Rülff). S. 185.
- Das Verbrechen im Lichte der objektiven Psychologie (Hübner). S. 749.
- Berg, Alfred, Geographisches Wanderbuch (Ernst Fischer). S. 162.
- Leo, Das Problem der Klimaänderung in geschichtlicher Zeit (A. Schmauss). S. 872.
- Berry, A. J., The Atmosphere (K. Kähler). S. 305.
- Biedl, A., Innere Sekretion. Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie (Leon Asher). S. 807.
- Birnbaum, Karl, Die psychopathischen Verbrecher (Hübner). S. 641.
- Der Konstitutionsbegriff in der Psychiatrie (E. Jentsch). S. 1043.
- Birrenbach, H., Die Stromversorgung der Großindustrie (E. Leyser). S. 306.
- Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik (Alfred Coehn). S. 331.
- Bock, W., Das Naturschutzgebiet bei Sababurg im Reinhartswald (F. Moewes). S. 906.
- Bois-Reymond, Estelle du (Hrsg.), Reden von Emil du Bois-Reymond (Benno Erdmann). S. 909.
- Bowie, W., Determination of Time, Longitude, Latitude and Azimuth (Otto Knopf). S. 1018.
- and H. G. Avers, Fourth General Adjustment of the Precise Level Net in the United States and the Resulting Standard Elevations (A. Galle). S. 933.
- Brauns, Reinhard, Vulkane und Erdbeben (J. Uhlig). S. 690.
- Brause, G., Die Farnpflanzen (Alfred Heilbronn). S. 563.
- Brill, A., Das Relativitätsprinzip (A. Einstein). S. 1018.
- Brückmann, R., Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste des Samlands (Ernst Fischer). S. 741.
- Bryan, G. B., Die Stabilität der Flugzeuge (v. Kármán). S. 547.
- Bryant, Harold Child, A Determination of the economic status of the western meadow-lark (*Sturnella neglecta*) in California (Herman Schalow). S. 565.
- Bucherer, Hans Th., Lehrbuch der Farbenchemie (Th. Posner). S. 905.
- Busch, Hans, Stabilität, Labilität und Pendelungen in der Elektrotechnik (R. Rüdenberg). S. 693.
- Cannizzaro, St., Historische Notizen und Betrachtungen über die Anwendung der Atomtheorie in der Chemie und über die Systeme der Konstitutionsformeln von Verbindungen (Franz Strunz). S. 518.
- Carpenter, G. H., The Life-History of Insects (E. Martini). S. 777.
- Chatelier, Henri Le, Vom Kohlenstoff (J. Koppel). S. 497.
- Ciamician, Giacomo, Die Photochemie der Zukunft (W. Bachmann). S. 141.
- Clifford, W. K., Der Sinn der exakten Wissenschaft, in gemeinverständlicher Form dargestellt (R. Courant). S. 616.
- Cohn, Emil, Physikalisches über Raum und Zeit (M. Born). S. 593.
- Conwentz, H., Über den Schutz der Natur Spitzbergens (F. Moewes). S. 743.
- Crépin de Beauregard, P., Guide scientifique du géographe-explorateur (A. v. Flotow). S. 305.
- Dakin, W. J., Pearls (Thilo Krumbach). S. 640.
- Dannemann, Friedrich, Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange (Walter May). S. 303.
- Darier, J., Grundriß der Dermatologie (A. Blaschko). S. 640.
- Davenport, Charles B., State laws limiting marriage selection examined in the light of Eugenics (Hans Friedenthal). S. 376.
- Demoll, R., s. Becher, S. 570.
- Desch, Cecil H., Metallographie (W. M. Guertler). S. 516.
- Dieckmann, M., Leitfaden der drahtlosen Telegraphie für die Luftfahrt (P. Ludewig). S. 693.
- Diesel, Rudolf, Die Entstehung des Dieselmotors (H. Arnold). S. 180.
- Dingler, H., Die Grundlagen der Naturphilosophie (J. Schaxel). S. 746.
- Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie (J. Uhlig). Bd. II, Lief. 4. S. 40. — Bd. II, Lief. 3. S. 142. — Bd. III, Lief. 2. S. 472.
- Dressel, Ludwig S. J., Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen (R. Pohl). S. 660.
- Driesch, Hans, Über die grundsätzliche Unmöglichkeit einer Vereinigung von universeller Teleologie und Mechanismus (Fritz Münch). S. 993.
- Dugmore, A. Radclyffe, Wild, Wald, Steppe. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in British Ostafrika (A. Borgert). S. 421.
- Ebstein, Erich, Goethes Anteil an der Lehre von der Aphasie (Ernst Jentsch). S. 237.
- Zur Polydaktylie in der Familie Bilfinger (Ernst Jentsch). S. 237.

- Eder, Josef Maria, Quellschriften zu den frühesten Anfängen der Photographie bis zum XVIII. Jahrhundert (R. Schüttauf). S. 665.
- Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1913 (Alfred Coehn). S. 667.
- Ehrenfest, P., Zur Krise der Lichtäther-Hypothese (G. Hertz). S. 351.
- Einstein, Albert, s. Lorentz, H. A. S. 350.
- und Marcel Großmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation (M. Born). S. 448.
- Ekman, Sven, Studien über die marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer (A. Thienemann). S. 744.
- Emmerling, O., Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung (J. Tillmans). S. 920.
- Engler, A. (Hrsg.), Das Pflanzenreich (F. Moewes). S. 921, 1074.
- Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten (Arnold Japha). S. 566.
- Feldhaus, Franz M., Taucherbrillen und andere Brillen bei Leonardo da Vinci um 1500 (Moritz von Rohr). S. 616.
- Leonardo der Techniker und Erfinder (F. Göpel). S. 450.
- Fischer, Julius, Das Problem der Brutung (H. Schallow). S. 113.
- Theobald, Mittelmeerbilder (N. Krebs). S. 1076.
- Fliess, Wilhelm, Vom Leben und vom Tode (A. Pütter). S. 749.
- Frech, F. (Hrsg.), Schlesische Landeskunde (Ernst Fischer). S. 161.
- Fruwirth, C., Die Pflanzen der Feldwirtschaft (F. Tobler). S. 115.
- Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen (Lubosch). S. 424.
- Gockel, A., Die Radioaktivität von Boden und Quellen (H. Sieveking). S. 871.
- Göldi, Emil A., Die sanitär-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere (Arnold Japha). S. 779.
- Goldschmidt, R., Einführung in die Vererbungswissenschaft (J. Schaxel). S. 190.
- Gothain, M. L., Geschichte der Gartenkunst (E. Küster). S. 565.
- Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus (Erich Regener). S. 918.
- Greeff, R., Eine Brille von vor 1500 (Moritz von Rohr). S. 616.
- Die Meisterbrillen von Nürnberg im 17. Jahrhundert (Moritz von Rohr). S. 616.
- Greil, A., Tafeln zum Vergleiche der Entstehung der Wirbeltierembryonen (J. Schaxel). S. 718.
- Grinnell, Joseph, An account of the mammals and birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the Distributional Problems presented (N. Hollister) S. 721. — (H. Schallow) S. 934.
- Grooss, A., Einführung in die Geologie des Mainzer Beckens (R. Lachmann). S. 1044.
- Großmann, Marcel, s. Einstein, Albert. S. 448.
- Grunmach, L., Experimentaluntersuchung zur Messung von Erderschütterungen (E. Tams). S. 664.
- Günther, H., Über abnorme Kinnfurchen, sowie einige andere Mißbildungen im Bereiche des ersten Kiemenbogens (Ernst Jentsch). S. 237.
- Haas-Lorentz, G. L. de, Die Brownsche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen (F. Reiche). S. 918.
- Häberle, Daniel, Der Pfälzerwald (R. Lachmann). S. 1045.
- Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie (A. Schmauß). S. 39, 163, 743.
- Hanns, W., A. Rühl, H. Spethmann und H. Waldbaur, Eine geographische Studienreise durch das westliche Europa (F. Machatschek). S. 92.
- Hartmann, Otto, Astronomische Erdkunde (A. Marcuse). S. 934.
- Hayata, B., Icones Plantarum Formosanarum nec non et Contributiones ad Floram Formosanam (L. Diels). S. 564.
- Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns (L. Diels). S. 1075.
- Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz (E. Ulbrich). S. 238.
- Heller, C., und P. Ulmer, Leitfaden für Aquarien- und Terrarienfreunde von Dr. E. Zernecke (Thilo Krumbach). S. 568.
- Edmund, s. Roosevelt, Theodore. S. 719.
- Helmreich, Georg, s. Mewaldt, J. S. 794.
- Hensen, V., Tod, Zeugung und Vererbung, unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner (Ad. Steuer). S. 567.
- Hergesell, H. (Hrsg.), Das deutsche Observatorium in Spitzbergen (A. Schmauß). S. 742.
- Heß, Carl, Die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe (A. Pütter). S. 806.
- Hilzheimer, M., Handbuch der Biologie der Wirbeltiere (O. Steche). S. 375.
- Hinneberg, Paul (Hrsg.), Die Kultur der Gegenwart (O. Steche) S. 375. — (W. Ahrens) S. 615.
- Hirschfeld, Magnus, Die Homosexualität des Mannes und des Weibes (Hübner). S. 748.
- Hirt, Walter, Das Leben der anorganischen Welt (A. Pütter). S. 115.
- Höfler, Aloys, Didaktik der Himmelskunde und der Astronomischen Geographie (Otto Knopf). S. 494.
- Horn, Carl, Goethe als Energetiker, verglichen mit den Energetikern Mayer, Rosenbach und Mach (Felix Auerbach). S. 746.
- Hübner, A. H., Pathologie und Therapie der Degeneration (E. Jentsch). S. 1043.
- Humphreys, W. J., Vulkanasche und Klimaschwankungen (A. Schmauß). S. 91.
- Huppert, S., Leitfaden der Flugtechnik (v. Kármán). S. 546.
- Jacobs, Joh., Wanderungen und Streifzüge durch die Laacher Vulkanwelt (R. Lachmann). S. 1045.
- Jaspers, Karl, Allgemeine Psychopathologie (Rudolf Allers). S. 980.
- Jellinek, Karl, Physikalische Chemie der homogenen und heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlungs- und Quantenlehre sowie des Nernstschen Theorems (Alfred Coehn). S. 138.
- Johannsen, W., Elemente der exakten Erblchkeitslehre (Fitting). S. 189.
- Jones, Walter, Nucleic acids, their chemical properties and physiological conduct (P. Rona). S. 993.
- Jordan, D. S., S. Tanaka und J. O. Snyder, A Catalogue of the Fishes of Japan (Emil Seydel). S. 163.
- Kamerlingh Onnes, H., Vortrag bei Verleihung des Nobelpreises 11. Dezember 1913 (F. Henning). S. 874.
- Kauffmann, Hugo, Allgemeine und physikalische Chemie (J. Koppel). S. 890.

- Kaye, G. W. C., X Rays, an introduction to the study of Röntgen Rays (P. P. Ewald). S. 1004.
- Keller, H., Ursprung und Verbleib des Festland-Niederschlags (Ernst Fischer). S. 740.
- Kerner, A., Pflanzenleben (Ernst G. Pringsheim). S. 114, 564.
- Kleinpeter, Hans, Der Phänomenalismus (M. Kronenberg). S. 66.
- Kosack, E., Elektrische Starkstromanlagen (P. Ludewig). S. 307.
- Krause, R., Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik (P. Ludewig). S. 307.
- Kroner, Richard, Zweck und Gesetz in der Biologie (Siegfried Behn). S. 750.
- Krudy, E. de, Einführung in die praktische Astronomie und Astrophysik für Amateur-Astronomen (Otto Knopf). S. 496.
- Küster, Ernst, Beiträge zur entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen. Heft I. Über Zonenbildung in kolloidalen Medien (R. Ed. Liesegang). S. 564.
- F. W., und A. Thiel, Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie (H. von Halban). S. 498.
- Lecointe, G., Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1914 (Otto Knopf). S. 496.
- Leduc, St., Die synthetische Biologie (E. Küster). S. 1005.
- Lerch, L., Geologische Wanderungen in der Umgebung von Hannover (R. Lachmann). S. 1045.
- Levy, Oscar, Elementares Praktikum der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere mit Einführung in die Entwicklungsmechanik (Heiderich). S. 426.
- Lindau, Gustav, Die Flechten (F. Tobler). S. 114.
- Lindemann, B., Die Erde (Ernst Fischer). S. 691.
- Lippmann, Edmund O. von, Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften (Ernst Cohen). S. 827.
- Loeb, Jacques, Artificial Parthenogenesis and Fertilization (A. Koch). S. 805.
- Lommel, E. v., Lehrbuch der Experimentalphysik (R. Pohl). S. 39.
- Lorch, W., Die Torf- und Lebermoose (Alfred Heilbronn). S. 563.
- Lorentz, H. A., Das Relativitätsprinzip (A. Einstein). S. 1018.
- A. Einstein und H. Minkowski, Das Relativitätsprinzip (M. Born). S. 350.
- Loria, St., Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem (P. P. Ewald). S. 933.
- Lundegardh, Henrik, Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese (E. W. Schmidt). S. 638.
- Lutze, G., s. Wigand, A. S. 694.
- McKready, Kelvin, Sternbuch für Anfänger (Otto Knopf). S. 890.
- Martens, F. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik (H. Dießelhorst). S. 117.
- Marx, E. (Hrsg.), Handbuch der Radiologie (R. Pohl). S. 38.
- Mayer, M., s. Neumann, R. O. S. 1044.
- P., Einführung in die Mikroskopie (J. Schaxel). S. 932.
- Meumann, E., Intelligenz und Wille (M. Kronenberg). S. 747.
- Mewaldt, J., Georg Helmreich und J. Westenberger, Galeni in Hippocratis de natura hominis; in Hippocratis de victu acutorum; de diaeta Hippocratis in morbis acutis (Karl Sudhoff). S. 794.
- Meyer, E. v., Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart (R. Winderlich). S. 826.
- Kirstine, Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten (F. Henning). S. 330.
- P., Beiträge zur Geschichte des Dieselmotors (H. Arnold). S. 180.
- Semi, Probleme der Entwicklung des Geistes. Die Geistesformen (Selbstanzeige). S. 210.
- Mildbraed, J., Botanik. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907 bis 1908 unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg (L. Diels). S. 564.
- Minkowski, H., s. Lorentz, H. A. S. 350.
- Moll, Adolf, Wie erhalten wir unsere Stimme gesund? (Felix Auerbach). S. 1044.
- Mordziol, C., Die Austiefung des Rheindurchbruchtals während der Eiszeit (R. Lachmann). S. 1045.
- Morgan, C. Lloyd, Instinkt und Erfahrung (J. Schaxel). S. 188.
- Th. H., Heredity and sex (F. Baltzer). S. 377.
- Moritz, F., Les Moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique (G. Zerkowitz). S. 450.
- Mottram, J. C., Controlled natural selection and value marking (L. Rhumbler). S. 802.
- Mylius, E., Wetterkunde für den Wassersport (A. Schmauß). S. 742.
- Neumann, R. O., und M. Mayer, Atlas und Lehrbuch wichtiger tierischer Parasiten und ihrer Überträger mit besonderer Berücksichtigung der Tropenpathologie (Schmitz). S. 1044.
- Newcomb-Engelmann, Populäre Astronomie (Otto Knopf). S. 495.
- Nippoldt, A., Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht (E. Schütz). S. 21.
- Ollivier, H., Cours de physique générale (Ladenburg). S. 661.
- Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen (P. Rona). S. 517.
- Ostwald, Wilhelm, Die Schule der Chemie (M. Cahn). S. 905.
- Moderne Naturphilosophie (Felix Auerbach). S. 1073.
- Palladin, W. J., Pflanzenanatomie (H. Hauri). S. 722.
- Parker, George Howard, The relation of smell, taste, and the common chemical sense in vertebrates (A. Pütter). S. 188.
- Parsons, H. Franklin, Isolation Hospitals (Mühlens). S. 779.
- Pergens, Ed., Über alte Brillen (Moritz von Rohr). S. 616.
- Perrin, Jean, Die Atome (Werner Mecklenburg). S. 140.
- Pflugk, A. v., Zur Geschichte der Nürnberger Brillenmacher im 18. und 19. Jahrhundert (Moritz von Rohr). S. 616.
- Pfuhl, Fr., Didaktik und Methodik der Naturkunde (R. v. Hanstein). S. 40.
- Pirani, Marcello v., Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik (Felix Auerbach). S. 860.
- Planck, Max, Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis (F. Reiche). S. 918.
- Vorlesungen über Thermodynamik (F. Reiche). S. 19.

- Poincaré, H., Wissenschaft und Hypothese (Felix Auerbach). S. 1073.
- Wissenschaft und Methode (Felix Auerbach). S. 1073.
- Pole, J. C., Die Quarzlampe, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand (E. Weintraub). S. 617.
- Pompeckj, J. F., Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte (Ernst Fischer). S. 691.
- Preyer, Axel Thierry, Lebensänderungen. Das Problem der Veränderung lebender Strukturen (A. Koch). S. 568.
- Quervain, Alfred de, Quer durchs Grönlandeis. Die schweizerische Grönland-Expedition 1912/13 (O. Baschin). S. 160.
- Rádl, Em., Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit (Walther May). S. 372.
- Ranke, J., Der Mensch (M. Wolff). S. 802.
- Reichenow, Ant., Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie (H. Schalow). S. 113, 1075.
- Reuter, O. M., Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte (Gustav Kafka). S. 164.
- Richards, Joseph W., Metallurgische Berechnungen (O. Sackur). S. 517.
- Riemann, C., Die deutschen Salzlagerstätten, ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft (J. Koppel). S. 890.
- Rinne, F., Gesteinskunde für Studierende der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure (J. Uhlig). S. 920.
- Rohde, E., Zelle und Gewebe in neuem Lichte (J. Schaxel). S. 981.
- Rollier, A., Die Heliotherapie der Tuberkulose, mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen (Rudolf Bayer). S. 639.
- Roosevelt, Theodore, Aus meinem Leben (A. Bortger). S. 859.
- and Edmund Heller, Life-Histories of African Game Animals (N. Hollister). S. 719.
- Rosenthal, Werner, Tierische Immunität (E. Jacobsthal). S. 640.
- Rotten, Elisabeth, Goethes Urphänomen und die platonische Idee (M. Kronenberg). S. 68.
- Roux, W., Über die bei der Vererbung von Variationen anzunehmenden Vorgänge (J. Schaxel). S. 190.
- Rubner, Max, Wandlungen in der Volksernährung (V. Grafe). S. 237.
- Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung (R. Röhmann). S. 808.
- Rühl, A., s. Hanns, W. S. 92.
- Rüst, E., Grundlehren der Chemie und Wege zur künstlichen Herstellung von Naturstoffen (J. Koppel). S. 993.
- Ruhmer, Ernst, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung (P. Ludewig). S. 307, 693.
- Russel, H., The Flea (E. Martini). S. 776.
- Sarason, D. (Hrsg.), Das Jahr 1913 (J. Koppel). S. 748.
- Schaffer, Exkursionen im Wiener Becken (R. Lachmann). S. 1044.
- Scheid, K., Methodik des chemischen Unterrichts (M. Cahn). S. 470.
- Die Metalle (J. Koppel). S. 889.
- Chemisches Experimentierbuch (M. Cahn). S. 906.
- Schlechter, Rudolf, Die Orchideen (R. Pilger). S. 906.
- Schmid, B., und C. Thesing (Hrsg.), Biologen-Kalender (A. Pütter). S. 810.
- Heinrich (Hrsg.), Was wir Ernst Haeckel verdanken (A. Pütter). S. 810.
- Scholz, E. J. R., Bienen und Wespen, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten (H. Stitz). S. 164.
- Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie (Arnold Japha). S. 776.
- Schucht, F., s. Wahnschaffe, F. S. 1005.
- Schumacher, S. von, Die Individualität der Zelle (J. Schaxel). S. 981.
- Scott, Kapitän, Letzte Fahrt (Max Friederichsen). S. 686.
- Seidel, A., Geschlecht und Sitte im Leben der Völker (A. Blaschko). S. 640.
- Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel (Lubosch). S. 636.
- Siegel, Carl, Geschichte der deutschen Naturphilosophie (J. Schaxel). S. 68.
- Sievekling, H., Moderne Probleme der Physik (F. Reiche). S. 887.
- Simroth, Heinr., Die Pendulationstheorie (Ernst Fischer). S. 949.
- Smiles, Samuel, Chemische Konstitution und Physikalische Eigenschaften (O. Sackur). S. 517.
- Snyder, J. O., s. Jordan, D. S. S. 163.
- Spethmann, H., Islands größter Vulkan, die Dyngjufjöll mit der Askja (K. Sapper). S. 92.
- s. Hanns, W. S. 92.
- Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie (Alfred Coehn). S. 873.
- Stein, R. O., Die Fadenpilzkrankungen des Menschen (Schmitz). S. 1044.
- Stelz, Ludwig, Entstehung und Entwicklung des Menschen und Regeln für das Geschlechtsleben (A. Blaschko). S. 640.
- Sternberg, Wilhelm, Die Physiologie des Geschmacks (A. Pütter). S. 806.
- Stille, H., Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde (Ernst Fischer). S. 163.
- Storz, Max, Die neue Periode des Vesuv (K. Sapper). S. 690.
- Stromer v. Reichenbach, E., Lehrbuch der Paläozoologie (Th. Arldt). S. 718.
- Study, E., Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume (R. Courant). S. 591.
- Tanaka, S., s. Jordan, D. S. S. 163.
- Thesing, C. (Hrsg.), s. Schmidt, B. S. 810.
- Thiel, A., s. Küster, F. W. S. 498.
- Thomson, J. J., Rays of positive electricity and their application to chemical analyses (G. L. de Haas-Lorentz). S. 1059.
- William, Über die dynamische Theorie der Wärme (F. Henning). S. 874.
- Thurston, Edgar, The Madras Presidency with Mysore, Coorg and the Associated States (Eduard Wagner). S. 399.
- Tollens, B., Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate (H. Pringsheim). S. 1005.
- Tornquist, A., Die Wirkung der Sturmflut vom 9. bis 10. Januar 1914 auf Samland und Nehrung (Ernst Fischer). S. 741.
- Trömmner, Hypnotismus und Suggestion (Hübner). S. 639.
- Uexküll, Jakob von, Bausteine zu einer biologischen Weltanschauung (J. Schaxel). S. 374.
- Ulmer, P., s. Heller, C. S. 568.

- Vanino, Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie (R. J. Meyer). S. 39.
- Handbuch der präparativen Chemie (L. Benda). S. 991.
- Verworn, Max, Irritability (Vészi). S. 806.
- Volkelt, H., Über die Vorstellungen der Tiere (Gustav Kafka). S. 721.
- Volkman, Paul, Einführung in das Studium der theoretischen Physik, insbesondere in das der analytischen Mechanik (v. Kármán). S. 544.
- Wilhelm, Anleitung zu den wichtigsten physikalischen Schulversuchen (E. Regener). S. 932.
- Voß, A., Über das Wesen der Mathematik (R. Courant). S. 116.
- Wagner, Paul, Strömungsenergie und mechanische Arbeit (v. Kármán). S. 547.
- Wahnschaffe, F., und F. Schucht, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung (B. Heinze). S. 1005.
- Waldbaur, H., s. Hanns, W. S. 92.
- Walker, G. W., Modern Seismology (E. Tams). S. 401.
- J., Einführung in die physikalische Chemie (H. v. Halban). S. 919.
- Warburg, Otto, Über die Wirkung der Struktur auf chemische Vorgänge in Zellen (W. Pauli). S. 569.
- Wasiliewski, v., Pathogene tierische Parasiten [Protozoen, Würmer, Gliederfüßer] (Paul H. Römer). S. 778.
- Weber, J., Geologische Wanderungen durch die Schweiz (Ernst Kelhofer). S. 161.
- Wegner, Th., Westfalenland. Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete (Ernst Fischer). S. 400.
- Weinberg, Arthur von, Kinetische Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen (Werner Mecklenburg). S. 992.
- Weinschenk, E., Grundzüge der Gesteinskunde (Ernst Fischer). S. 400.
- Weinstein, Max, B., Die Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie (M. Born). S. 616.
- Wellmann, M., Philumeni de venenatis animalibus eorumque remediis (Karl Sudhoff). S. 794.
- Wentscher, Max, Hermann Lotze (M. Kronenberg). S. 746.
- Werner, A., Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie (Hugo Kauffmann). S. 139.
- Westell, W. Percival, Bird Studies in twenty-four lessons (H. Schalow). S. 906.
- Westenberger, J., s. Mewaldt, J. S. 794.
- Wien, W., Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik (F. Reiche). S. 662.
- Wigand, A., und G. Lutze, Physikalische Untersuchungen im Freiballon (P. Ludewig). S. 694.
- Wilke, A., Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe (G. Berndt). S. 692.
- Witting, R., Finländische Hydrographisch-Biologische Untersuchungen Nr. 7 und 12 (A. Schmauß). S. 692.
- Wolff, F. von, Der Vulkanismus (K. Sapper). S. 688.
- Wood, R. W., Researches in physical optics (P. P. Ewald). S. 663.
- Wülfling, E. A., Die 32 kristallographischen Symmetrieklassen und ihre einfachen Formen (A. Johnsen). S. 919.
- Zeeman, P., Researches in Magneto-Optics (Rudolf Ladenburg). S. 352.
- Magneto-optische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der magnetischen Zerlegung der Spektrallinien (P. P. Ewald). S. 664.
- Zschimmer, Eberhard, Philosophie der Technik (Werner Sombart). S. 354.

Verzeichnis der Referenten.

- Ahrens, W.: Die Kultur der Gegenwart. S. 614.
- Allers, Rudolf: Jaspers, Karl, Allgemeine Psychopathologie. S. 980.
- Arlt, Th.: Stromer v. Reichenbach, E., Lehrbuch der Paläozoologie. S. 718.
- Arnold, H.: Diesel, Rudolf, Die Entstehung des Dieselmotors (Originalartikel). S. 180.
- Meyer, P., Beiträge zur Geschichte des Dieselmotors (Originalartikel). S. 180.
- Asher, Leon: Biedl, A., Innere Sekretion. Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie. S. 807.
- Auerbach, Felix: Bavink, Bernhard, Allgemeine Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. Eine Einführung in die moderne Naturphilosophie. S. 744.
- Horn, Carl, Goethe als Energetiker, verglichen mit den Energetikern Mayer, Rosenbach und Mach. S. 745.
- Moll, Adolf, Wie erhalten wir unsere Stimme gesund? S. 1044.
- Ostwald, Wilhelm, Moderne Naturphilosophie. S. 1073.
- Auerbach, Felix: Pirani, Marcello v., Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik. S. 860.
- Poincaré, H., Wissenschaft und Hypothese. S. 1073.
- Poincaré, H., Wissenschaft und Methode. S. 1073.
- Bachmann, W.: Andresen, M., Das latente Lichtbild, seine Entstehung und Entwicklung. S. 666.
- Ciamician, Giacomo, Die Photochemie der Zukunft. S. 141.
- Bally, W.: Bateson, W., Problems of Genetics. S. 804.
- Baltzer, F.: Morgan, Th. H., Heredity and sex. S. 377.
- Baschin, O.: Quervain, Alfred de, Quer durchs Grönlandeis. Die schweizerische Grönland-Expedition 1912/13. S. 160.
- Bayer, Rudolf: Rollier, A., Die Heliotherapie der Tuberkulose mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen. S. 639.
- Behn, Siegfried: Kroner, Richard, Zweck und Gesetz in der Biologie. S. 751.
- Benda, L.: Vanino, Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie. S. 991.
- Berliner, Arnold: Der Jahresbericht der Smithsonian Institution in Washington über das am 30. Juni 1912 abgelaufene Berichtsjahr. S. 944.
- Die Wunder der Natur. Bd. III. S. 238.

- Berndt, G.: Wilke, A., Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. S. 692.
- Blaschko, A.: Darier, J., Grundriß der Dermatologie. S. 640.
- Seidel, A., Geschlecht und Sitte im Leben der Völker. S. 640.
- Stelz, Ludwig, Entstehung und Entwicklung des Menschen und Regeln für das Geschlechtsleben. S. 640.
- Borgert, A.: Dugmore, A. Radclyffe, Wild, Wald, Steppe. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in British-Ostafrika. S. 421.
- Roosevelt, Theodore, Aus meinem Leben. S. 859.
- Born, M., Cohn, Emil, Physikalisches über Raum und Zeit. S. 593.
- Einstein, Albert, und Marcel Großmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. S. 448.
- Lorentz, H. A., A. Einstein und H. Minkowski, Das Relativitätsprinzip. S. 350.
- Weinstein, Max B., Die Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie. S. 616.
- Cahn, M.: Ostwald, W., Die Schule der Chemie. S. 905.
- Scheid, K., Methodik des chemischen Unterrichts. S. 470.
- Scheid, K., Chemisches Experimentierbuch. S. 906.
- Coehn, Alfred: Abegg, R., und F. Auerbach, Handbuch der anorganischen Chemie. S. 471.
- Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik. S. 331.
- Eder, Josef Maria, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1913. S. 667.
- Jellinek, Karl, Physikalische Chemie der homogenen und heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlungs- und Quantenlehre sowie des Nernstschen Theorems. S. 138.
- Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. S. 873.
- Cohen, Ernst: Lippmann, Edmund O. von, Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. S. 827.
- Courant, R.: Ach, Narziß, Über die Erkenntnis a priori, insbesondere in der Arithmetik. S. 116.
- Clifford, W. K., Der Sinn der exakten Wissenschaft, in gemeinverständlicher Form dargestellt. S. 616.
- Study, E., Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume. S. 591.
- Voß, A., Über das Wesen der Mathematik. S. 116.
- Czapek, Friedr.: Bauer, H., Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden. S. 115.
- Diels, L.: Hayata, B., Icones Plantarum Formosanarum nec non et Contributiones ad Floram Formosanam. S. 564.
- Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. S. 1075.
- Mildbraed, J., Botanik. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907 bis 1908 unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg. S. 564.
- Diepgen, Paul: Festschrift, Herrn Geheimen Medizinalrat Professor Karl Sudhoff, Leipzig, zur Feier seines sechzigsten Geburtstages gewidmet von Freunden, Verehrern und Schülern. S. 422.
- Dießelhorst, H.: Martens, F. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. S. 117.
- Einstein, A.: Brill, A., Das Relativitätsprinzip. S. 1018.
- Lorentz, H. A., Das Relativitätsprinzip. S. 1018.
- Erdmann, Benno: Reden von Emil du Bois-Reymond (Originalartikel). S. 909.
- Erismann, S.: Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern und Hocharmenien. S. 398.
- Ewald, P. P.: Kaye, G. W. C., X Rays, an introduction to the study of Röntgen Rays. S. 1004.
- Loria, St., Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. S. 933.
- Wood, R. W., Researches in physical optics. S. 663.
- Zeeman, P., Magnetooptische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der magnetischen Zerlegung der Spektrallinien. S. 664.
- Fischer, Ernst: Berg, Alfred, Geographisches Wanderbuch. S. 162.
- Brückmann, R., Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste des Samlands. S. 741.
- Frech, F., Schlesische Landeskunde. S. 161.
- Keller, H., Ursprung und Verbleib des Festland-Niederschlags. S. 740.
- Lindemann, B., Die Erde. S. 691.
- Pompeckj, J. F., Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. S. 691.
- Simroth, Heinr., Die Pendulationstheorie (Originalartikel). S. 949.
- Stille, H., Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde. S. 163.
- Tornquist, A., Die Wirkung der Sturmflut vom 9. bis 10. Januar 1914 auf Samland und Nehrung. S. 741.
- Wegner, Th., Westfalenland. Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. S. 400.
- Weinschenk, E., Grundzüge der Gesteinskunde. S. 400.
- Fitting: Johannsen, W., Elemente der exakten Erbliehkeitslehre. S. 189.
- Flotow, A. v.: Crépín de Beauregard, P., Guide scientifique du géographe-explorateur. S. 305.
- Friedenthal, Hans: Davenport, Charles B., State laws limiting marriage selection examined in the light of Eugenics. S. 376.
- Friederichsen, Max: Kapitän Scott, Letzte Fahrt. S. 686.
- Galle, A.: Bowie, W., and H. G. Avers, Fourth General Adjustment of the Precise Level Net in the United States and the Resulting Standard Elevations. S. 933.
- Göpel, F.: Feldhaus, Franz M., Leonardo der Techniker und Erfinder. S. 450.
- Grafe, V.: Rubner, Max, Wandlungen in der Volksernährung. S. 237.
- Guertler, W. M.: Desch, Cecil H., Metallographie. S. 516.
- Haas-Lorentz, G. L. de: Thomson, J. J., Rays of positive electricity and their application to chemical analyses. S. 1059.
- Halban, H. von: Küster, F. W., und A. Thiel, Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie. S. 498.
- Walker, J., Einführung in die physikalische Chemie. S. 919.
- Hanstein, R. v.: Pfuhl, Fr., Didaktik und Methodik der Naturkunde. S. 40.
- Hauri, H.: Palladin, W. J., Pflanzenanatomie. S. 722.
- Heiderich: Levy, Oscar, Elementares Praktikum der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere mit Einführung in die Entwicklungsmechanik. S. 426.

- Heilbronn, Alfred: Brause, G., Die Farnpflanzen. S. 563.
- Lorch, W., Die Torf- und Lebermoose. S. 563.
- Heinze, B.: Wahnschaffe, F., und F. Schucht, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. S. 1005.
- Henning, F.: Kamerlingh Onnes, H., Vortrag bei Verleihung des Nobelpreises 11. Dezember 1913. S. 874.
- Meyer, Kirstine, Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten. S. 330.
- Thomson, William, Über die dynamische Theorie der Wärme. S. 874.
- Hertz, G.: Ehrenfest, P., Zur Krise der Lichtäther-Hypothese. S. 351.
- Hoff, W.: Baumann, Mechanische Grundlagen des Flugzeugbaues. S. 42.
- Hollister, N.: Andrews, Roy C., Monographs of the Pacific Cetacea. S. 720.
- Grinnell, Joseph, An account of the mammals and birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the Distributional Problems presented. S. 721.
- Roosevelt, Theodore, and Edmund Heller, Life-Histories of African Game Animals. S. 719.
- Hübner: Bechterew, W. von, Das Verbrechen im Lichte der objektiven Psychologie. S. 748.
- Birnbaum, Karl, Die psychopathischen Verbrecher. S. 641.
- Hirschfeld, Magnus, Die Homosexualität des Mannes und des Weibes. S. 748.
- Trömmner, Hypnotismus und Suggestion. S. 639.
- Jacobsthal, E.: Rosenthal, Werner, Tierische Immunität. S. 640.
- Japha, Arnold: Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. S. 566.
- Göldi, Emil A., Die sanitär-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere. S. 779.
- Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. S. 776.
- Jentsch, Ernst: Birnbaum, Karl, Der Konstitutionsbegriff in der Psychiatrie. S. 1043.
- Ebstein, Erich, Goethes Anteil an der Lehre von der Aphasie. S. 237.
- Ebstein, Erich, Zur Polydaktylie in der Familie Bilfinger. S. 237.
- Günther, H., Über abnorme Kinnfurchen, sowie einige andere Mißbildungen im Bereiche des ersten Kiemenbogens. S. 237.
- Hübner, A. H., Pathologie und Therapie der Degeneration. S. 1043.
- Johnsen, A.: Wülfing, E. A., Die 32 kristallographischen Symmetrieklassen und ihre einfachen Formen. S. 919.
- Kähler, K.: Berry, A. J., The Atmosphere. S. 305.
- Kafka, Gustav: Reuter, O. M., Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte. S. 164.
- Volkelt, H., Über die Vorstellungen der Tiere. S. 721.
- Kármán, Th. v.: Bryan, G. H., Die Stabilität der Flugzeuge. S. 547.
- Huppert, S., Leitfaden der Flugtechnik. S. 546.
- Volkmann, Paul, Einführung in das Studium der theoretischen Physik, insbesondere in das der analytischen Mechanik. S. 544.
- Wagner, Paul, Strömungsenergie und mechanische Arbeit. S. 547.
- Kauffmann, Hugo: Werner A., Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. S. 139.
- Kelhofer, Ernst: Weber, J., Geologische Wanderungen durch die Schweiz. S. 161.
- Knopf, Otto: Bowie, W., Determination of Time, Longitude, Latitude and Azimuth. S. 1018.
- Höfler, Aloys, Didaktik der Himmelskunde und der Astronomischen Geographie. S. 494.
- de Krudy, E., Einführung in die praktische Astronomie und Astrophysik für Amateur-Astronomen. S. 496.
- Lecoq, G., Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1914. S. 496.
- McKeady, Kelvin, Sternbuch für Anfänger. S. 890.
- Newcomb-Engelmanns Populäre Astronomie. S. 495.
- Koch, A.: Loeb, Jacques, Artificial Parthenogenesis and Fertilization. S. 805.
- Preyer, Axel Thierry, Lebensänderungen. Das Problem der Veränderung lebender Strukturen. S. 568.
- Koppel, J.: Le Chatelier, Henri, Vom Kohlenstoff. S. 497.
- Das Jahr 1913. S. 747.
- Kauffmann, Hugo, Allgemeine und physikalische Chemie. S. 890.
- Riemann, C., Die deutschen Salzlagerstätten, ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. S. 890.
- Rüst, E., Grundlehren der Chemie und Wege zur künstlichen Herstellung von Naturstoffen. S. 993.
- Scheid, K., Die Metalle. S. 889.
- Krebs, N.: Fischer, Theobald, Mittelmeerbilder. S. 1076.
- Kronenberg, M.: Aster, E. v., Prinzipien der Erkenntnislehre. S. 1061.
- Kleinpeter, Hans, Der Phänomenalismus. S. 66.
- Meumann, E., Intelligenz und Wille. S. 747.
- Rotten, Elisabeth, Goethes Urphänomen und die platonische Idee. S. 68.
- Wentscher, Max, Hermann Lotze. S. 746.
- Krumbach, Thilo: Dakin, W. J., Pearls. S. 640.
- Heller, C., und P. Ulmer, Leitfaden für Aquarien- und Terrarien-Freunde. S. 568.
- Küster, E.: Gothein, M. L., Geschichte der Gartenkunst. S. 565.
- Leduc, St., Die synthetische Biologie. S. 1005.
- Lachmann, R.: Bärtling, R., Geologisches Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk. S. 1045.
- Lerch, L., Geologische Wanderungen in der Umgebung von Hannover. S. 1045.
- Die Rheinlande in naturwissenschaftlich-geographischen Einzeldarstellungen. S. 1045.
- Schaffer, Exkursionen im Wiener Becken. S. 1044.
- Ladenburg, Rudolf: Ollivier, H., Cours de physique générale. S. 661.
- Zeeman, P., Researches in Magneto-Optics. S. 352.
- Leyser, E.: Birrenbach, H., Die Stromversorgung der Großindustrie. S. 306.
- Liesegang, R. Ed.: Küster, Ernst, Beiträge zur entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen. Heft I. Über Zonenbildung in kolloidalen Medien. S. 564.
- Lubosch: Abel, O., Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. S. 424.

- Lubosch: Bardeleben, K. v., Die Anatomie des Menschen. S. 425.
- Becher, S., und R. Demoll, Einführung in die mikroskopische Technik. S. 570.
- Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen. S. 424.
- Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel. S. 636.
- Ludewig, P.: Dieckmann, M., Leitfaden der drahtlosen Telegraphie. S. 693.
- Kosack, E., Elektrische Starkstromanlagen. S. 307.
- Krause, R., Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik. S. 306.
- Ruhmer, Ernst, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung. S. 307, 693.
- Wigand, A., und G. Lutze, Physikalische Untersuchungen im Freiballon. S. 694.
- Machatschek, F.: Hanns, W., A. Rühl, H. Spethmann und H. Waldbaur, Eine geographische Studienreise durch das westliche Europa. S. 93.
- Marcuse, A.: Hartmann, Otto, Astronomische Erdkunde. S. 934.
- Martini, E.: Carpenter, G. H., The Life-History of Insects. S. 777.
- Russel, H., The Flea. S. 776.
- May, Walter: Dannemann, Friedrich, Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange. S. 303.
- Rádl, Em., Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit. S. 372.
- Mecklenburg, Werner: Perrin, Jean, Die Atome. S. 140.
- Weinberg, Arthur von, Kinetische Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen. S. 992.
- Meyer, R. J.: Vanino, Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie, ein Hilfsbuch für das Arbeiten im chemischen Laboratorium. S. 39.
- Semi: Probleme der Entwicklung des Geistes. Die Geistesformen (Selbstanzeige). S. 210.
- Moewes, F.: Bock, W., Das Naturschutzgebiet bei Sababurg im Reinhartswald. S. 906.
- Conwentz, H., Über den Schutz der Natur Spitzbergens. S. 743.
- Engler, A., Das Pflanzenreich. S. 921, 1074.
- Naturdenkmäler der Herrschaft Schmalkalden. S. 935.
- Mühlens: Parsons, H. Franklin, Isolation Hospitals. S. 779.
- Münch, Fritz: Driesch, Hans, Über die grundsätzliche Unmöglichkeit einer Vereinigung von universeller Teleologie und Mechanismus. S. 993.
- Pauli, W.: Warburg, Otto, Über die Wirkung der Struktur auf chemische Vorgänge in Zellen. S. 569.
- Pilger, R.: Schlechter, Rudolf, Die Orchideen. S. 906.
- Pohl, R.: Allen, H. Stanley, Photo-Electricity. S. 449.
- Dressel, Ludwig S. J., Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen. S. 660.
- Lommel, E. v., Lehrbuch der Experimental-Physik. S. 39.
- Marx, E., Handbuch der Radiologie. S. 38.
- Posner, Th.: Bucherer, Hans Th., Lehrbuch der Farbenchemie, einschließlich der Gewinnung und Verarbeitung des Teers sowie der Methoden zur Darstellung der Vor- und Zwischenprodukte. S. 905.
- Pringsheim, Ernst G.: Kerner, A., Pflanzenleben. S. 114, 564.
- H.: Tollens, B., Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate. S. 1005.
- Pütter, A.: Abderhalden, Emil, Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung. S. 116.
- Asher, Leon, Der Anteil einfachster Stoffe an den Lebenserscheinungen. S. 191.
- Biologen-Kalender. S. 810.
- Fliess, Wilhelm, Vom Leben und vom Tode. S. 749.
- Was wir Ernst Haeckel verdanken. S. 810.
- Hess, Carl, Die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. S. 806.
- Hirt, Walter, Das Leben der anorganischen Welt. S. 115.
- Parker, George Howard, The relation of smell, taste, and the common chemical sense in vertebrates. S. 188.
- Sternberg, Wilhelm, Die Physiologie des Geschmacks. S. 806.
- Regener, Erich: Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. S. 919.
- Volkmann, Wilhelm, Anleitung zu den wichtigsten physikalischen Schulversuchen. S. 932.
- Reiche, F.: Haas-Lorentz, G. L. de, Die Brownische Bewegung und einige verwandte Erscheinungen. S. 918.
- Planck, Max, Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis. S. 918.
- Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik. S. 19.
- Sieveking, H., Mod. Probleme der Physik. S. 887.
- Die Theorie der Strahlung und der Quanten. S. 662.
- Wien, W., Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik. S. 662.
- Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität. S. 888.
- Rhumbler, L.: Mottram, J. C., Controlled natural selection and value marking. S. 802.
- Röhmman, F.: Rubner, Max, Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung. S. 808.
- Römer, Paul H.: v. Wasiliewski, Pathogene tierische Parasiten (Protozoen, Würmer, Gliederfüßler). S. 778.
- Rohr, Moritz v.: Die Entwicklung der Brille II. S. 616.
- Rona, P.: Barger, George, The simpler natural bases. S. 993.
- Jones, Walter, Nucleic acids, their chemical properties and physiological conduct. S. 993.
- Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen. S. 517.
- Rüdenberg, R.: Busch, Hans, Stabilität, Labilität und Pendelungen in der Elektrotechnik. S. 692.
- Rülf, J.: Bechterew, W. v., Objektive Psychologie oder Psychoreflexologie. S. 185.
- Sackur, O.: Richards, Joseph W., Metallurgische Berechnungen. S. 517.
- Smiles, Samuel, Chemische Konstitution und physikalische Eigenschaften. S. 517.
- Sapper, K.: Spethmann, H., Islands größter Vulkan, die Dyngjufjöll mit der Askja. S. 92.
- Storz, Max, Die neue Periode des Vesuv. S. 690.
- Wolff, F. von, Der Vulkanismus. S. 688.
- Schalow, Hermann: Bryant, Harold Child, A Determination of the economic status of the western meadow-lark (*Sturnella neglecta*) in California. S. 565.
- Fischer, Julius, Das Problem der Brutung. S. 113.

- Schalow, Hermann: Grinnell, Joseph, An account of the Mammals and Birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the distributional problems presented. S. 933.
- Reichenow, Ant., Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie. S. 113, 1075.
- Westell, W. Percival, Bird Studies in twenty-four lessons. S. 906.
- Schaxel, J.: Dingler, H., Die Grundlagen der Naturphilosophie. S. 746.
- Goldschmidt, R., Einführung in die Vererbungs-wissenschaft. S. 190.
- Greil, A., Tafeln zum Vergleiche der Wirbeltier-embryonen. S. 718.
- Mayer, P., Einführung in die Mikroskopie. S. 932.
- Morgan, C. Lloyd, Instinkt und Erfahrung. S. 188.
- Rohde, E., Zelle und Gewebe in neuem Lichte. S. 981.
- Roux, W., Über die bei der Vererbung von Variationen anzunehmenden Vorgänge. S. 190.
- Schumacher, S. von, Die Individualität der Zelle. S. 981.
- Siegel, Carl, Geschichte der deutschen Naturphilosophie. S. 68.
- Uexküll, Jakob von, Bausteine zu einer biologischen Weltanschauung. S. 374.
- Schmauß, A.: Berg, Leo, Das Problem der Klima-änderung in geschichtlicher Zeit. S. 872.
- Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie. Lief. 1. S. 39. — Lief. 2 und 3. S. 163. — Lief. 4 bis 7. S. 743.
- Humphreys, W. J., Vulkanasche und Klimaschwankungen. S. 91.
- Mylius, E., Wetterkunde für den Wassersport. S. 742.
- Das deutsche Observatorium in Spitzbergen. S. 742.
- Witting, R., Finnländische Hydrographisch-Biologische Untersuchungen Nr. 7 und 12. S. 692.
- Schmidt, E. W., Lundegårdh, Henrik, Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese. S. 638.
- Schmitz: Neumann, R. O., und M. Mayer, Atlas und Lehrbuch wichtiger tierischer Parasiten und ihrer Überträger mit besonderer Berücksichtigung der Tropenpathologie. S. 1044.
- Stein, R. O., Die Fadenpilzkrankungen des Menschen. S. 1044.
- Schütttauf, R.: Eder, Josef Maria, Quellschriften zu den frühesten Anfängen der Photographie bis zum XVIII. Jahrhundert. S. 665.
- Schütz, E.: Nippoldt, A., Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. S. 21.
- Seydel, Emil: De Beaufort, L. F., Fishes of the eastern part of the Indo-Australian Archipelago with remarks on its zoo-geography. S. 566.
- Sieveking, H.: Gockel, A., Die Radioaktivität von Boden und Quellen. S. 871.
- Sombart, Werner: Zschimmer, Eberhard, Philosophie der Technik. S. 354.
- Steché, O.: Hilzheimer, M., Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. S. 375.
- Die Kultur der Gegenwart. S. 375.
- Steuer, Ad.: Hensen, V., Tod, Zeugung und Vererbung, unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner. S. 567.
- Stitz, H.: Scholz, E. J. R., Bienen und Wespen, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten. S. 164.
- Strunz, Franz: Cannizzaro, St., Historische Notizen und Betrachtungen über die Anwendung der Atomtheorie in der Chemie und über die Systeme der Konstitutionsformeln von Verbindungen. S. 518.
- Sudhoff, Karl: Mewaldt, J., Georg Helmreich und J. Westenberger, Galeni in Hippocratis de natura hominis; in Hippocratis de victu acutorum; de diaeta Hippocratis in morbis acutis (Originalartikel). S. 794.
- Wellmann, M., Philumeni de venenatis animalibus eorumque remediis (Originalartikel). S. 794.
- Tams, E.: Grunmach, L., Experimentaluntersuchung zur Messung von Erderschütterungen. S. 664.
- Walker, G. W., Modern Seismology. S. 401.
- Thienemann, A.: Ekman, Sren, Studien über die marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. S. 744.
- Tillmans, J.: Emmerling, O., Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung. S. 920.
- Tobler, F.: Fruwirth, C., Die Pflanzen der Feldwirtschaft. S. 115.
- Lindau, Gustav, Die Flechten. S. 114.
- Uhlig, J.: Brauns, Reinhard, Vulkane und Erdbeben. S. 690.
- Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, Lief. 4. S. 40. — Bd. II, Lief. 3. S. 142. — Bd. III, Lief. 2. S. 472.
- Rinne, F., Gesteinskunde für Studierende der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure. S. 920.
- Ulbrich, E.: Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. S. 238.
- Vézi: Verworn, Max, Irritability. S. 806.
- Wagner, Eduard: Thurston, Edgar, The Madras Presidency with Mysore, Coorg and the Associated States. S. 399.
- Weinstein: Becher, Erich, Naturphilosophie. S. 1071.
- Weintraub, E.: Pole, J. C., Die Quarzlampe, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand. S. 617.
- Winderlich, R.: Meyer, E. v., Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. S. 826.
- Wolff, M.: Ranke, J., Der Mensch. S. 802.
- Zerkowitz, G.: Moritz F., Les Moteurs thermique dans leurs rapports avec la Thermodynamique. S. 450.

Zuschriften an die Herausgeber.

Atmosphäre, Die durchdringende Strahlung der — (Werner Kolhörster). S. 739.

Berichtigung (R. Kremann). S. 185.
Chemist, Das englische Wort — (G. Caffrey). S. 826.

- Diamant, s. Röntgenstrahlinterferenzen. S. 371.
 Ehrlich, Paul — auf dem Gymnasium (Rudolf Tardy). S. 282.
 Elektrisches Feld, Feinzerlegung von Wasserstofflinien durch das — (J. Stark). S. 542.
 Erwiderung (Paul Kammerer). S. 112.
 — (Fritz Schulze). S. 716.
 Farbensinn, Der angebliche — der Insekten (K. von Frisch). S. 493.
 Feinzerlegung von Wasserstofflinien durch das elektrische Feld (J. Stark). S. 542.
 Gehirn und Seele (A. Pütter) S. 329. — (H. G. Holle) S. 330.
 Graphische Darstellungen, Zur Praxis — (Wilhelm Schmidt). S. 944.
 Haare, Beobachtungen über das Wachstum der — (Moritz Schein). S. 494.
 Klarstellung, Zur — gegenüber Herrn Dr. P. Kammerers Gegenkritik (Heinrich Joseph). S. 112.
 Odysseus, Der Bogen des — (Johann Taaks). S. 660.
 Paläoklimatologie, Über Grundlagen und Theorien der — (Benno Levy). S. 371.
 Radioelemente, Die — und das periodische System (K. Fajans) S. 543. — (A. van den Broek). S. 717.
 Relais, Gas-, Das — von Lieben und Reiß (Lee de Forest). S. 716.
 Röntgenstrahlinterferenzen, Beobachtungen über — (M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen). S. 328.
 — Der Temperatureinfluß auf die — beim Diamant (M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen). S. 371.
 Rostschutz (Albert Neuburger). S. 979.
 Seele, Gehirn und — (A. Pütter) S. 329. — (H. G. Holle) S. 330.
 Stickstoff, Aktiver — (Adolf Koenig). S. 516.
 Strahlung, durchdringende, die — der Atmosphäre (Werner Kolhörster). S. 739.
 Tumoren, maligne, Zur Frage der Entstehung — (W. Bally). S. 801.
 Warmblütigkeit, Zur Herausbildung der — (Th. Arldt). S. 515.
 Wasserstoffsperoxyd, Darstellungsmethoden des — (Martin Mugdan). S. 944.
 Wismutplejade, Über ein neues langlebiges Glied der — (Kasimir Fajans und Helene Towara). S. 685.

Kleine Mitteilungen.

- Ägypter**, Was aßen die — vor 5000 Jahren? S. 168.
 Ätzmittel für Stahl. S. 1032.
 Alpenpflanzen, Der XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der —. S. 1048.
 Aminosäuren, freie, Nachweis — im Blut. S. 948.
 Amöboide Bewegung bei Pigmentzellen. S. 700.
 Aplysia limacina, Harnsäuresynthese in der Mitteldarmdrüse von —. S. 698.
 Apotheken, Englische — und Drogengeschäfte. S. 756.
 Arbeiterversicherung, Schadenverhütendes Wirken in der deutschen —. S. 695.
 Ausschuß, Deutscher — für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. S. 995.
Bakterien, Benzol-, Über —. S. 892.
 Ballontemperatur, Die Abhängigkeit der — von der Ventilation. S. 1032.
 Beleuchtungsstärke eines Scheinwerfers. S. 355.
 Benzolbakterien, Über —. S. 892.
 Bettwanze. S. 700.
 Biologische Vorgänge, Keine ungünstige Beeinflussung — im Flußwasser durch Kaliendlaugen. S. 754.
 Blätter, Über das Zittern der —. S. 1030.
 Bleivergiftung bei Tieren, Beobachtungen über —. S. 935.
 Blut, Nachweis freier Aminosäuren im —. S. 948.
 — Photoaktivität des —. S. 860.
 Brantwein, Untersuchung des — auf Methylalkohol. S. 428.
Chloronium mirabile. S. 779.
Darmbewegungen, Unterschiede in der Geschwindigkeit der —. S. 476.
 Diamanten, künstliche, Darstellung —. S. 619.
 Drogengeschäfte, Englische Apotheken und —. S. 756.
 Druck, Der — in den kleinsten Blutgefäßen der menschlichen Haut. S. 698.
 Druckluft als Schutz für Kriegsschiffe. S. 167.
 Drummondlicht, die Entdeckung des sogenannten —. S. 476.
 Düngemittel, radioaktive —. S. 828.
Ei, unbefruchtetes, Lebensverlängerung beim —. S. 144.
 Eiffelturm, Über die Anlage für drahtlose Telegraphie am —. S. 1031.
 Eisberge, Schutz der Seeschiffe gegen treibende —. S. 876.
 Eisfabrikation, Die Entwicklung der — in den Vereinigten Staaten. S. 620.
 Eiweißstoffwechsel der Hefe und Schimmelpilze. S. 697.
 Elektrodenähnliches Verhalten, Wasserunmischbare organische Substanzen zeigen —. S. 948.
 Elektrolytische Kondenswasserentölung. S. 753.
 Entwicklungsstadien, Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener — von Säugetieren. S. 1048.
 Epithelbewegung, Die —. S. 700.
 Erdkruste, Messung von Verbiegungen der —. S. 572.
 Erdöl, Ein neues Verfahren zur Raffination von —. S. 619.
 Ernährung von Säugetieren durch Injektion von Nährlösungen in die Venen. S. 452.
 Ernteerträge, Zusammenhang der — mit den Witterungsverhältnissen. S. 699.
 Expeditionen, Polar- und Forschungs-. S. 1046.
Farbenbuch, Deutsches. S. 523.
 Feuersichere Lagerung leicht brennbarer und explosibler Flüssigkeiten. S. 828.
 Feuerungsrückstände, Vollständige Aussonderung von Koks und Kohle aus —. S. 876.
 Flüchtige Stoffe, Kleine Mengen — zu trennen, zu reinigen und anderweit experimentell zu behandeln. S. 618.
 Flügeldecken, Die Funktion der — der Käfer. S. 699.
Galaktit. S. 1031.
 Gas, Natur-, in Louisiana. S. 167.
 Gasfernversorgung, Eine unterseeische —. S. 166.
 Geomorphologische Mitteilungen. S. 522.
 Gerste, heurige (1913), Keimversuche mit —. S. 696.
 Gletscherschwund, Über — und Sonnenstrahlen. S. 524.

- Graphitzusatz, Schmieröl mit —. S. 891.
Handschriften, alte, lesbar zu machen. S. 756.
 Harnsäuresynthese in der Mitteldarmdrüse von *Aplysia limacina*. S. 698.
 Hg-Bogenlampen. S. 828.
 Hirnhemisphären, Über die Beteiligung beider — an der Funktion der Sprache. S. 948.
Kaffee-Entgiftung, Neues Verfahren der — auf physikalischer Grundlage. S. 1032.
 Kaliendlaugen, Keine ungünstige Beeinflussung biologischer Vorgänge im Flußwasser durch —. S. 754.
 Keimversuche mit heuriger (1913) Gerste. S. 696.
 Klima, Die Wirkung des — in tropischen und polaren Gegenden. S. 875.
 Knallgasexplosionen mit H_2 oder O_2 im Überschuß. S. 1032.
 Kohle, kolloide, Darstellung von — auf chemischem Wege. S. 428.
 — Mikrogefüge und Kolloidnatur der —, der Kohlengesteine und anderer Gesteine. S. 1019.
 — Oxydierbarkeit der — bei mittleren Temperaturen. S. 1019.
 Kohlenoxyd, Über ein neues —. S. 168.
 Kohlenoxydgasvergiftungen, Zur Geschichte der —. S. 166.
 Kohlensäureausbrüche beim Steinkohlenbergbau in Niederschlesien, Südfrankreich und Mährisch-Ostrau. S. 936.
 Kohlensäurebildung überlebender künstlich durchbluteter Organe. S. 451.
 Kolloide Kohle, Darstellung von — auf chemischem Wege. S. 428.
 Kolloidnatur, Mikrogefüge und — der Kohle, der Kohlengesteine und anderer Gesteine. S. 1019.
 Kondenswasserentölung, elektrolytische. S. 753.
 Konservierung, Ein neues Verfahren zur — von Seefischen. S. 168.
 Kontaktdetektors, Die Wirkungsweise des —. S. 1031.
 Kriegsschiffe, Druckluft als Schutz für —. S. 167.
 Kristallstruktur, Ringbildung und —. S. 996.
 Krötengift, Über das —. S. 475.
 Kühlbad, Ein — zur Konstanterhaltung einer Temperatur von $-112^\circ C$. S. 755.
 Kupfer, Salvarsan-. S. 283.
Lampen, Hg-Bogen-. S. 828.
 Lautsprache, Die — auf elektrischem Wege fühlbar zu machen. S. 427.
 Lebensverlängerung beim unbefruchteten Ei. S. 144.
 Leuchtfeuer für die Luftschiffahrt. S. 167.
 Lipoide, Die Unentbehrlichkeit der — für das Leben. S. 356.
 London, Die Wasserversorgung von —. S. 165.
 Luftschiffahrt, Leuchtfeuer für die —. S. 167.
Magnetfelder von ungewöhnlicher Stärke. S. 355.
 Materie, Die Anwesenheit von — in einem Raumgebiet beeinflusst nicht merklich die Dichte des Äthers. S. 1032.
 Meerwasser, Die Farbe des —. S. 332.
 Methylalkohol, Untersuchung des Branntweins auf —. S. 428.
 Mittel, Die Berechnung der Abweichungen einer Zahlenreihe von ihrem —. S. 428.
 Mittelmeerforschung, internationale. S. 332.
 Molekulare Struktur, Die — der radioaktiven Stoffe. S. 618.
 Mückenbekämpfung und Naturschutz. S. 699.
 Mutationstheorie, Der Mythos von der —. S. 780.
 Mythos, Der — von der Mutationstheorie. S. 780.
Narkose und Sauerstoffverbrauch. S. 698.
 Naturdenkmalpflege, Mitteilungen über — im Regierungsbezirk Lüneburg. S. 1048.
 Naturgas in Louisiana. S. 167.
 Naturschutz und Mückenbekämpfung. S. 699.
 Neon, Wage für das Gas —. S. 892.
Oxydation, Ursache der — von Schriftmetallen. S. 619.
Palladium, Über das Verhalten von Wasserstoff gegen —. S. 167.
 Pamirexpedition des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1913. S. 827.
 Paralyse, Tabes und — und ihre Behandlung. S. 283.
 Parthenocarpie. S. 356.
 Petroleum, Über die Verwendung des — im früheren Mittelalter. S. 755.
 Pflanzen, Alpen-, Der XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der —. S. 1048.
 Pflanzenreizstoffe. S. 452.
 Photoaktivität des Blutes. S. 860.
 Pigmentzellen, Amöboide Bewegung bei —. S. 700.
 Platin, Das Röntgenspektrum des —. S. 996.
 — Die Widerstandsfähigkeit von — gegen heiße Salpetersäure. S. 1020.
 Polar- und Forschungsexpeditionen. S. 1046.
Radioaktive Düngemittel. S. 828.
 — Stoffe, Die molekulare Struktur der —. S. 618.
 Raffination, Ein neues Verfahren zur — von Erdöl. S. 619.
 Reaktionen in umgekehrten Flammen. S. 756.
 Ringbildung und Kristallstruktur. S. 996.
 Röntgenspektrum, Das — des Platins. S. 996.
 Rohre, holzgefütterte, Die Herstellung und Verwendung von —. S. 754.
 Rost, Schutzverfahren für Stahl und Eisen gegen —. S. 948.
Säugetiere, Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener Entwicklungsstadien von —. S. 1048.
 Säuregehalt, Unterschied zwischen — und Säuregrad eines Weines. S. 756.
 Salvarsan, Die Anwendungsweisen des —. S. 284.
 Salvarsankupfer. S. 283.
 Sauerstoff, Revision der Dichte des —. S. 1020.
 Sauerstoffverbrauch und Narkose. S. 698.
 Scheinwerfer, Beleuchtungsstärke eines —. S. 355.
 Schildkrüse, Die — und ihre Rolle in der Pathologie. S. 143.
 Schlafdauer, Die — und Schlafentiefe bei Tieren. S. 860.
 Schmieröl mit Graphitzusatz. S. 891.
 Schriftmetalle, Ursache der Oxydation von —. S. 619.
 Seefische, Ein neues Verfahren zur Konservierung von —. S. 168.
 Signale, Zur Bestimmung der Stärke der — in der drahtlosen Telegraphie. S. 755.
 Sonnenfinsternis, Untersuchung über die Einwirkung der — auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. S. 875.
 Sonnenstrahlen, Über Gletscherschwund und —. S. 524.
 Sprache, Über die Beteiligung beider Hirnhemisphären an der Funktion der —. S. 948.
 Stahl, Ätzmittel für —. S. 1032.
 Steinkohlenwald, Eine neuzeitliche Parallele zum —. S. 1007.
 Stickstoff, aktiver. S. 4.
 — flüssiger, Über die Herstellung von Temperaturen bis -211° mit Hilfe von —. S. 166.
 Tabes und Paralyse und ihre Behandlung. S. 283.

- Telegraphie, drahtlose, Über die Anlage für — am Eiffelturm. S. 1031.
- Temperatur, Ballon-, Die Abhängigkeit der — von der Ventilation. S. 1032.
- Temperaturen, Über die Herstellung von — bis -211° mit Hilfe von flüssigem Stickstoff. S. 166.
- Tiefenmesser, Ein neuer —, der auf Druckmessung beruht. S. 972.
- Unterricht**, mathematischer und naturwissenschaftlicher, Deutscher Ausschuß für den —. S. 995.
- naturwissenschaftlicher, Eine preußische Zentralstelle für den —. S. 995.
- Urmensch, Der — in Südamerika. S. 947.
- Vergiftung**, Blei- bei Tieren, Beobachtungen über —. S. 935.
- Vergiftungen, Kohlenoxydgas-, Zur Geschichte der —. S. 166.
- Vögel im Haushalte der Natur. S. 452.
- Wälder**, Die — unter dem Meere. S. 572.
- Wage für das Gas Neon. S. 892.
- Wal, Ein seltener — an der deutschen Ostseeküste. S. 356.
- Wanze, Bett-. S. 700.
- Wasser, destilliertes, Schädigende Wirkung des —. S. 523.
- Meer-, Die Farbe des —. S. 332.
- Wasserstoff, Über das Verhalten von — gegen Palladium. S. 167.
- Wasserunmischbare organische Substanzen zeigen elektrodenähnliches Verhalten. S. 948.
- Wasserversorgung, Die — von London. S. 165.
- Wellen, elektrische, Untersuchung über die Einwirkung der Sonnenfinsternis auf die Ausbreitung —. S. 875.
- Witterungsverhältnisse, Zusammenhang der Ernterträge mit den —. S. 699.
- Zellstoffindustrie**, Über die — und ihre Bedeutung. S. 522.
- Zentralstelle, Eine preußische — für den naturwissenschaftlichen Unterricht. S. 995.
- Zeppelin-Luftschiff, Das — zur See. S. 752.
- Zirkongegenständen, Herstellung von —. S. 972.
- Zittern, Über das — der Blätter. S. 1030.

Ferner im Sachregister:

- Agrikulturtechnische Mitteilungen unter Agrikulturtechnik. S. 46.
- Astronomische Mitteilungen unter Astronomie. S. 69, 93, 118, 143, 192, 211, 239, 354, 378, 426, 450, 472, 521, 548, 570, 641, 751, 811, 1006, 1062.
- Botanische Mitteilungen unter Botanik. S. 22, 215, 994, 1045.
- Chemische Mitteilungen unter Chemie. S. 1077.
- Chirurgische Mitteilungen unter Chirurgie. S. 94, 212, 473.
- Geographische Mitteilungen unter Geographie. S. 922, 970, 1063.
- Hygienische Mitteilungen unter Hygiene. S. 70.
- Meteorologische Mitteilungen unter Meteorologie. S. 239.
- Mykologische Mitteilungen unter Mykologie. S. 982.
- Ornithologische Mitteilungen unter Ornithologie. S. 571, 922.
- Paläontologische Mitteilungen unter Paläontologie. S. 216.
- Physikalische und chemische Mitteilungen unter Physik. S. 43, 307, 379, 402, 499, 595, 642, 667, 723, 843, 907, 924.
- Technische Mitteilungen unter Technik. S. 71, 119, 402, 958, 1063.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
JAN 19 1914
U. S. Department of Agriculture

Heft 1.

2. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung. Von *Prof. Dr. Alfred Werner, Zürich.* S. 1.

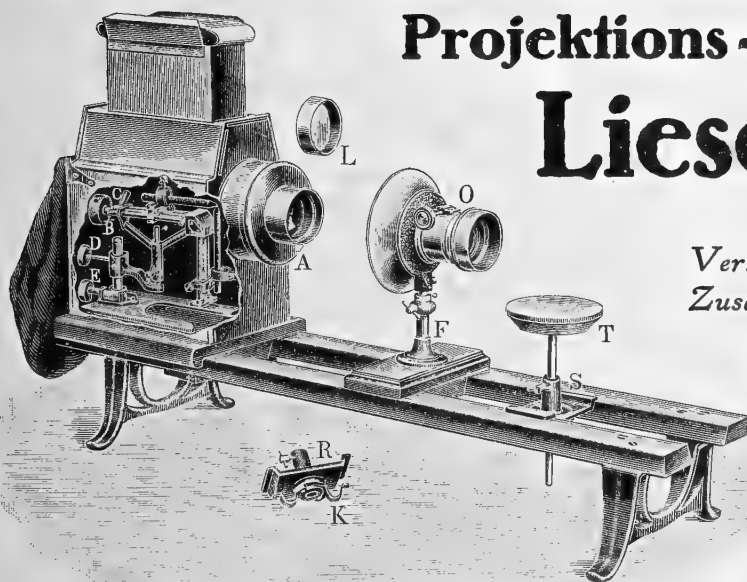
Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das Relais von Lieben und Reiß. Von *Dr. Fritz Schulze, Berlin-Treptow.* S. 7.

Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin. Von *Dr. Erich Kuznitsky, Breslau.* S. 14.

Besprechungen. S. 19.

Botanische Mitteilungen. S. 22.

Aus der Gesellschaft für Erdkunde. S. 23.



Projektions-Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Dr. C. Thesing, Leipzig, Thomasius-Str. 29, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

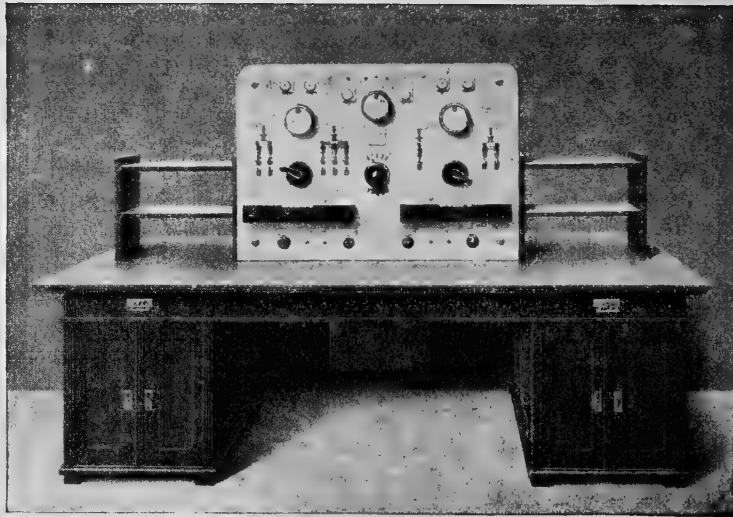
Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Arbeits Tisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke

Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Das Problem der Entwicklung unseres Planetensystems.

Aufstellung einer neuen Theorie

nach vorhergehender Kritik der Theorien von Kant, Laplace, Poincaré, Moulton, Arrhenius u. a.

Von Dr. Friedrich Nölke.

Mit 3 Textfiguren. 1908. Preis M. 6,—.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Gustav Fischer, Jena: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite II u. IV

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Berlin: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter
in Berlin in Bonn

Zweiter Jahrgang.

2. Januar 1914.

Heft 1.

Über die Konstitution und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung¹⁾.

Von Prof. Dr. Alfred Werner, Zürich.

Hochgeehrte Versammlung! Gestatten Sie mir in erster Linie, der hochangesehenen Schwedischen Akademie der Wissenschaften für die mir gewährte Auszeichnung und für die hohe Ehre, heute vor Ihnen ein Bild vom Fortschritt unserer Kenntnisse vom Bau der Moleküle entwickeln zu können, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Meine Damen und Herren!

Mit der Aufstellung einer Hypothese über die Anordnung der Atome in stickstoffhaltigen Molekülen habe ich meine wissenschaftlichen Arbeiten begonnen. Die Hypothese hat in der Folgezeit gute Früchte getragen; doch muß ich es mir versagen, hier näher auf diese Vorstellung einzugehen, denn die experimentelle Bestätigung ihrer Folgerungen ist das Verdienst meines Lehrers A. Hantzsch. Ebenso möchte ich auf die in meiner Abhandlung „Beiträge zur Theorie der Affinität und Valenz“ entwickelten Vorstellungen nur hinweisen, denn die daraus sich ableitenden Schlußfolgerungen beginnen erst jetzt den Einfluß auszuüben, den man von ihnen erwarten darf. Ich will mich vielmehr hier darauf beschränken, näher auf diejenigen meiner Arbeiten einzugehen, welche sich mit der Konstitution und Konfiguration von Verbindungen befassen, die vor zwanzig Jahren, im Gegensatz zu früher, nur noch wenig berücksichtigt wurden, d. h. mit der Konstitution und Konfiguration der sogenannten Molekülverbindungen.

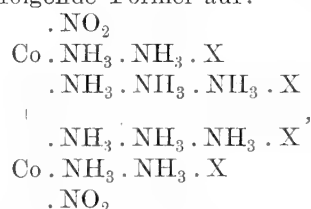
Die Molekülverbindungen waren während der großen Entwicklungsepoche der organischen Chemie, in welcher die Strukturlehre ausgebaut wurde, zu Stiefkindern geworden, und nur einzelnen derselben wurde noch Beachtung geschenkt, weil ihnen ein praktisches Interesse zukam. Diese Vernachlässigung ist dadurch zu erklären, daß sich die Konstitution dieser Verbindungen nicht auf derselben valenzchemischen Grundlage entwickeln ließ, wie die Konstitution der organischen Verbindungen. Um so mehr muß deshalb hervorgehoben werden, daß sich gerade in jener Zeit eine der wichtigsten Gruppen der Molekülverbindungen, diejenige der Metallammoniake, in Schweden einer sorgsamsten Pflege zu erfreuen hatte, nämlich durch C. W. Blomstrand und P. T. Cleve. Diese beiden For-

scher hatten die theoretische Wichtigkeit dieser Verbindungen, deren Eigenart *Berzelius* veranlaßt hatte, sie zu den „gepaarten Verbindungen“ zu stellen, erkannt. Der erste hat ihre Kenntnis in theoretischer, der zweite in experimenteller Hinsicht wesentlich gefördert.

Blomstrand schloß in seinen Entwicklungen direkt an *Berzelius* an, indem er über die Art und Weise, wie die Komponenten der gepaarten Verbindungen in den Molekülen aneinandergekettet sind, bestimmte Vorstellungen entwickelte. Hierbei hielt er sich an das Vorbild, welches die Konstitutionsformeln der organischen gepaarten Verbindungen ihm gaben, d. h. er reihte die Komponenten kettenförmig aneinander. Der Verbindung $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{NH}_3$ gab er z. B. folgende Konstitutionsformel:



Aber schon zur Zeit von *Blomstrand* war bekannt, daß in gewissen dieser Additionsverbindungen von Ammoniak an Metallsalze die einzelnen Säurereste verschiedene Funktion besitzen können, indem die einen fester, die anderen lockerer gebunden sind. Dieser Tatsache paßte *Blomstrand* seine Formulierung in der Weise an, daß er die fester gebundenen als an das Metallatom gekettet auffaßte, die lockerer gebundenen als Endglieder der Ammoniakketten bildend betrachtete. So stellte er z. B. für die Xanthosalze folgende Formel auf:

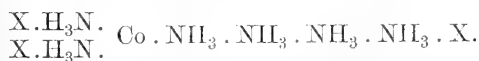


in welcher nach der damaligen Auffassung ein Doppelkobaltatom angenommen wurde.

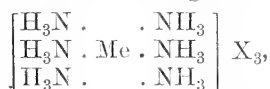
Den weiteren Fortschritt in der Erkenntnis der Konstitution der Metallammoniake verdanken wir auch wieder einem nordischen Forscher, nämlich dem dänischen Chemiker S. M. Jørgensen, der durch klassische Untersuchungen das Gebiet der Metallammoniake erweitert und vertieft hat. *Jørgensen* zeigte, daß die Formeln mit Doppelmetallatomen unhaltbar sind, und ferner, daß nicht nur ein, sondern auch zwei Säurereste mit dem Metallatom in direkter Bindung stehen können. Er konnte ferner zeigen, daß beim Austritt von einem Moleküle Ammoniak aus den ammoniakreichsten Verbin-

¹⁾ Vortrag, gehalten im Anschluß an die Entgegennahme des Nobelpreises, am 11. Dezember 1913.

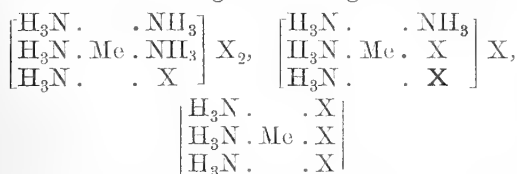
dungen, welche immer sechs Moleküle Ammoniak auf ein Metallatom enthalten und in denen sich sämtliche Säurereste in lockerer Bindung befinden, ein und beim Austritt von zwei Molekülen Ammoniak zwei Säurereste in direkte Bindung zum Metallatom gelangen. Hieraus schloß er, daß diese beiden Säurereste in den Hexamminsalzen der dreiwertigen Metalle nur durch Zwischenstellung eines Ammoniakmoleküls vom Metallatom getrennt sind, woraus sich für die Hexamminsalze folgende Formel ergab:



In diesem Entwicklungsstadium befand sich die Konstitutionslehre der Metallammoniake, als ich mich mit diesen Verbindungen zu beschäftigen begann. Auf Grund des Verhaltens der Verbindungen erkannte ich, daß beim Austritt eines weiteren Ammoniakmoleküls auch der dritte Säurerest in direkte Bindung zum Metallatom gelangt. Das ist aber nur möglich, wenn auch dieser Säurerest in den Hexamminsalzen nur durch ein Ammoniakmolekül vom Metallatom getrennt ist. Ferner fand ich, daß auch die anderen Ammoniakmoleküle durch Säureradikale, die in direkte Bindung zum Metallatom treten, ersetzt werden können. Daraus ergab sich die Folgerung, daß die Ammoniakmoleküle überhaupt nicht kettenförmig aneinandergelagert sein können, sondern sämtlich mit dem Metallatom in direkter Bindung stehen müssen. Für die Hexamminmetallsalze mußte infolgedessen folgende Konstitutionsformel abgeleitet werden:



und für die daraus durch Ammoniakverlust entstehenden Verbindungen die folgenden:



Daß anderen Metallammoniakten, z. B. den Platinammoniakten, Chromiakten usw., analoge Konstitutionsformeln zukommen müssen, zeigte ihr chemisches Verhalten.

Die verschiedene Funktion der Säurereste in den besprochenen Verbindungen konnte im Sinne der von Ihrem berühmten Mitglied Herrn Prof. Arrhenius aufgestellten elektrolytischen Dissoziationstheorie auch in der Weise definiert werden, daß die in direkter Bindung mit dem Metallatom stehenden Säurereste in Lösung nicht abdissoziieren, während die vom Metallatom nicht direkt geketteten als selbständige Ionen auftreten. Es mußte deshalb möglich sein, auf physikalisch-chemischem Wege, durch Bestimmung der elektrolytischen Leitfähigkeit, die abgeleiteten Schlußfolgerungen

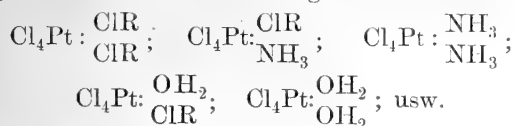
experimentell zu prüfen. Das Resultat der gemeinschaftlich mit meinem Freunde A. *Miolati* durchgeführten Untersuchung bestätigte die Folgerung in vollem Umfange, denn es wurde gefunden, daß die Verbindungen, von denen angenommen wurde, daß sie sämtliche Säurereste in direkter Bindung mit dem Metallatom enthalten, elektrolytisch so wenig dissoziiert sind, daß sie sich nahezu als Nichtleiter verhalten. Dieses wichtige Ergebnis ist dann später durch eine gemeinschaftlich mit *Ch. Herty* durchgeführte Untersuchung noch einmal bestätigt worden. Damit war die sichere experimentelle Grundlage gewonnen, auf der das neue Lehrgebäude von der Konstitution der anorganischen Verbindungen errichtet werden konnte. Der neu gewonnene theoretische Gesichtspunkt, der als leitendes Motiv für die Beurteilung der Konstitution zu berücksichtigen war, läßt sich folgendermaßen zusammenfassen.

Die Elementaratome haben auch dann, wenn sie im Sinne der älteren Valenzlehre gesättigt sind, immer noch genügend chemische Affinität zur Verfügung, um andere, scheinbar ebenfalls gesättigte Atome und Atomgruppen zu binden, und zwar unter Erzeugung ganz bestimmter Atomverbindungen. Dieser Satz ist heute auf Grund der Untersuchung einer sehr großen Anzahl von Molekülverbindungen, welche man jetzt als Komplexverbindungen bezeichnet, in so reichem Maße experimentell begründet, daß wir ihn als Ausgangspunkt unserer weiteren Entwicklungen wählen dürfen.

Eine erste Frage, die wir zu beantworten haben, ist die nach der Zahl der Atome, welche in direkter Bindung mit einem als Zentrum eines komplexen Moleküls wirkenden Atoms stehen können. Es hat sich gezeigt, daß diese Zahl, die maximale Koordinationszahl genannt worden ist, von der Natur der Elementaratome, welche miteinander verbunden sind, bestimmt wird. Bis jetzt hat man die maximalen Koordinationszahlen vier, sechs und acht beobachtet, was den theoretisch möglichen symmetrischen Gruppierungen einer entsprechenden Anzahl von Punkten um ein Zentrum entspricht, wenn die benachbarten Punkte gleiche Entfernung haben. Doch ist zu bemerken, daß die Zusammensetzung der komplexen chemischen Verbindungen nicht immer der maximalen Koordinationszahl des Zentralatoms entsprechen muß, denn es gibt koordinativ ungesättigte Atome, genau wie es valenzchemisch ungesättigte gibt.

In der anorganischen Chemie spielt die Koordinationszahl sechs eine vorherrschende Rolle, was im Vorwiegen von Komplexverbindungen mit komplexen Radikalen (MeA_6) zum Ausdruck gelangt. Wenn wir irgend eine binäre Verbindung, deren Zentralatom die Koordinationszahl sechs hat, betrachten, so ist deshalb zu erwarten, daß sie die Fähigkeit haben wird, neue Komponenten zu addieren, bis der Koordinationszahl sechs des

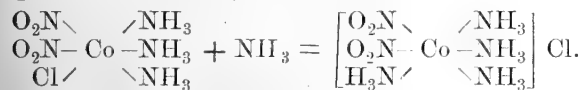
Zentralatoms genügt wird. Das Experiment hat diese Folgerung bestätigt. Als einfaches Beispiel sei Platintetrachlorid gewählt. Es bildet z. B. folgende Additionsverbindungen:



deren Konstitutionsformeln durch eingehende Untersuchungen sichergestellt werden konnten. Die Formeln zeigen, daß sich die früher als Doppelsalze zusammengefaßten Verbindungen, ferner die Metallammoniake und die Hydrate in konstitutioneller Beziehung vollständig entsprechen, und daß Zwischentypen bestehen, die sowohl der einen als der anderen Gruppe angehören. Ich habe diese konstitutionellen Beziehungen durch den Nachweis gegenseitiger Übergänge der Verbindungen in zahlreichen Fällen bestätigen können.

Alle Verbindungen, welche sich wie die soeben erwähnten Derivate des Platinchlorids durch einfache Addition bilden, faßt man heute als Anlagerungsverbindungen zusammen. Sie stellen eine der Hauptgruppen der Verbindungen höherer Ordnung dar. Es würde zu weit führen, auch nur versuchen zu wollen, Ihnen zu zeigen, wie umfangreich die experimentellen Tatsachen sind, welche sich auf Grund der entwickelten Vorstellung theoretisch haben einheitlich zusammenfassen lassen. Zur allgemeinen Orientierung sei nur hinzugefügt, daß sich das Verhalten des Platinchlorids in ganz gleicher Weise bei den verschiedensten Verbindungen erster Ordnung wiederfindet.

Den Anlagerungsverbindungen stellt sich eine zweite Gruppe von Verbindungen höherer Ordnung an die Seite, nämlich die Einlagerungsverbindungen. Diese entstehen, wenn infolge der Aufnahme einer neuen Komponente die Säurereste einer Verbindung aus der direkten Bindung mit dem Metallatom verdrängt werden. Als Beispiel diene das folgende:

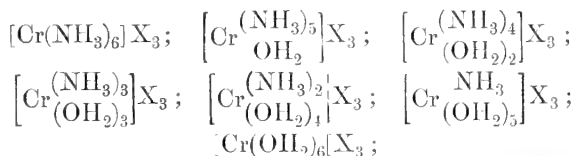


Dabei ändert sich die Funktion des Säurerestes vollständig, denn er wirkt nach der Addition von Ammoniak als ionogene Gruppe, während er vorher nichtionogen gebunden war. Dies veranlaßt uns anzunehmen, daß sich der Säurerest nach dem Additionsprozeß in einer zweiten Bindungssphäre befindet, in der er zur Ionenbildung befähigt ist. Mit Hilfe der elektrischen Leitfähigkeit konnten wir in einer ganzen Reihe von Fällen den Vorgang der Einlagerung messend verfolgen und damit auch für die Beurteilung der Bildung solcher Einlagerungsverbindungen sichere experimentelle Grundlagen schaffen. Der Additionsvorgang unter Funktionswechsel der Säurereste kann so oft erfolgen, bis sich sämtliche Säurereste in ionogener Bindung befinden. Man ge-

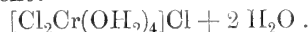
langt dann zu den Grenztypen der Einlagerungsverbindungen, zu denen bei den Metallammoniakverbindungen, zu denen bei den Metallammoniakverbindungen die Hexamminsalze gehören, von deren Betrachtung wir ausgegangen sind. Ein solches Hexamminsalz haben wir uns somit vorzustellen als ein Metallatom, an welches in erster Sphäre sechs Ammoniakmoleküle oder Amminmoleküle durch Vermittlung des Stickstoffs gekettet sind, während sich die Säuregruppen in einer zweiten Sphäre befinden. In der Formel drücken wir dies folgendermaßen aus:



In den Metallammoniakverbindungen können Ammoniakmoleküle durch Wassermoleküle ersetzt werden, und das Wasser spielt in diesen Verbindungen dieselbe Rolle wie das Ammoniak. Dem Beweis dieses Satzes habe ich, weil er von fundamentaler Wichtigkeit ist, eine große Reihe von Arbeiten gewidmet. Wir dürfen ihn heute als bewiesen betrachten, denn wir kennen jetzt fast lückenlose Übergangsreihen zwischen den Metallammoniakverbindungen und den Verbindungen der Metallsalze mit Wasser, welche letzteren nichts anderes als die Hydrate der Metallsalze sind. Eine solche Übergangsreihe, in der nur noch ein Glied fehlt, ist z. B. bei den Salzen des dreiwertigen Chroms bekannt:



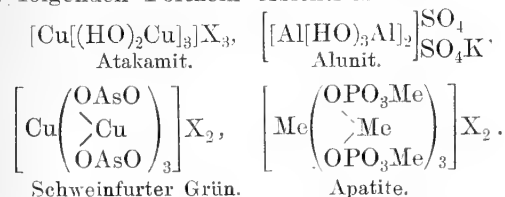
Da das Wasser in den Hydraten somit dieselbe Rolle spielt wie das Ammoniak in den Metallammoniakverbindungen, so ist zu erwarten, daß beim Austritt von Wasser aus den Hydraten einzelne der zur Verbindung gehörigen Säurereste ebenfalls einen Funktionswechsel erleiden werden. Auch diese Folgerung konnte durch das Experiment bestätigt werden, und bei dieser Gelegenheit ist auch die Ursache der Verschiedenheit von blauem und grünem Chromchloridhexahydrat erkannt worden. Es konnte gezeigt werden, daß das blaue Chromchlorid normales Hexaquo-chromchlorid ist, während das grüne folgender Konstitutionsformel entspricht:



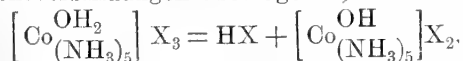
Die Isomerie beruht somit auf einer verschiedenen Bindungsweise des Hydratwassers, und diese Art der Isomerie ist deshalb als „Hydratisomerie“ bezeichnet worden.

Die Erkenntnis der Natur der Hydrate der Metallsalze ist von großer Wichtigkeit geworden. Durch den Nachweis, daß die Wassermoleküle in den Hydraten sich durch substituierte Wassermoleküle, als welche auch Metallhydroxyde $\text{Me} \cdot \text{OH}$ und Metallsauerstoffsalze aufgefaßt werden können, ersetzen lassen, wurde es möglich, das Gebiet der sogenannten mehrkernigen Verbindungen zu erschließen. Eine große Klasse dieser Verbindungen, in

denen Metallatome durch den Sauerstoff von Radikalen wie OH, OAc usw. nichtionogen miteinander verkettet sind, hat in der anorganischen und in der Mineralchemie eine recht große Bedeutung. Die Konstitution von basischen Salzen wie Atakamit, Langit, Alunit usw., diejenige der Gruppe des Schweinfurter Grüns, der Apatite usw. wurden klargelegt und harmonieren in schönster Weise mit den Konstitutionsbildern der einfacheren Verbindungen, wie aus folgenden Formeln ersichtlich ist:



Aber auch das Studium der Aquoammoniakmetallsalze hat zu wichtigen Ergebnissen geführt. Die Eigenschaft dieser Verbindungen, sauer zu reagieren, und ihre Fähigkeit, in sogenannte Hydroxoverbindungen überzugehen, wie z. B.



hat neues Licht auf den Vorgang der Hydrolyse, ferner auf die Natur der Basen und auf den Vorgang der Salzbildung geworfen. Es hat sich nämlich gezeigt, daß diese Hydroxoverbindungen, je nach der Natur der Zentralatome und der mit diesen verbundenen Gruppen, ganz verschiedenen Charakter aufweisen können. Sie können die ganze Stufenleiter vom ganz neutralen bis zum stark basischen Charakter zeigen, und dies wird dadurch bedingt, daß die an das Metallatom geketteten Hydroxylgruppen geringere oder größere Tendenz haben, die in kleinem Betrage im Wasser enthaltenen Wasserstoffionen zu ketten. Je größer diese Tendenz ist, um so stärkere Basen sind die Hydroxoverbindungen. Auf dieser Grundlage gelangen wir zu einer neuen Definition für die Basen, dahingehend, daß die Basen Verbindungen sind, welche die Fähigkeit besitzen, die Wasserstoffionen des Wassers zu ketten und dadurch das Gleichgewicht zwischen dem Wasser und seinen Ionen durch Aufnahme von Wasserstoffionen zu stören, was eine Vergrößerung der Hydroxylionenkonzentration zur Folge hat. Die Hydrolyse beruht auf einer teilweisen Spaltung der Aquosalze in Hydroxoverbindungen und Säuren und die Salzbildung auf der Entstehung von Aquosalzen durch Addition von Säuren an Hydroxoverbindungen. Auch für die Beurteilung der Konstitution der Oxoniumsalze liefert die Kenntnis des Verhaltens der Aquosalze die theoretische Grundlage.

Nachdem im Vorhergehenden einige der Hauptgebiete skizziert worden sind, auf denen die Koordinationstheorie mit ordnender Hand eingegriffen und System in die fast unübersichtbare Mannigfaltigkeit der im Laufe der Zeit angesammelten Verbindungen höherer

Ordnung gebracht hat, mag noch mit einigen Worten auf die Affinitätswirkungen eingegangen werden, welche die Bildung dieser Verbindungen veranlassen. Ich habe diese Affinitätswirkungen Nebenvalenzen genannt, zur Unterscheidung von den als Hauptvalenzen bezeichneten Affinitätswirkungen, welche die Entstehung der Verbindungen erster Ordnung bedingen. Trotz der Reichhaltigkeit des experimentellen Materials ist es auch heute noch nicht möglich, in vollkommen scharfer Weise den Unterschied zu charakterisieren, der zwischen den beiden Valenzarten besteht. Die neuesten Untersuchungen haben aber gezeigt, daß ein prinzipieller Unterschied zwischen Haupt- und Nebenvalenzen nicht besteht und daß beide Valenzarten für den Zusammenhalt der Atome in den Molekülen vollständig gleiche Bedeutung haben. Es bleibt somit nur die Möglichkeit eines graduellen Unterschieds bestehen. Diesen graduellen Unterschied erblicke ich darin, daß der wechselnde Affinitätsbetrag, welcher einer Hauptvalenz entspricht, so groß ist, daß er genügt, um ein Elektron zu ketten, während der Affinitätsbetrag einer Nebenvalenz dafür zu klein ist. Die Folge davon ist, daß die durch Hauptvalenzen zwischen Atomen bewirkten Vorgänge von elektrischen Erscheinungen begleitet sein können, während dies bei den durch Nebenvalenzen veranlaßten nicht der Fall ist.

Bis jetzt haben wir bei der Betrachtung der Koordinationsverbindungen nur die Affinitätsbeziehungen zwischen den zum Atomverband gehörigen Atomen berücksichtigt, die gegenseitigen Stellungen dieser Atome in den Molekülen aber unberücksichtigt gelassen. Es handelt sich somit nun um die Frage, in welcher Weise die sechs Gruppen, welche in den komplexen Radikalen MeA_6 mit dem Zentralatom verbunden sind, um dieses Atom räumlich gelagert sind. Diese Frage kann durch experimentelle Prüfung der aus den verschiedenen Gruppierungsmöglichkeiten in bezug auf das Auftreten von Isomerieerscheinungen sich ergebenden Folgerungen beantwortet werden. Daß die Lagerung der sechs Gruppen um das Zentralatom eine symmetrische sein muß, wird experimentell dadurch wahrscheinlich gemacht, daß es trotz vieler Versuche niemals möglich war, bei Verbindungen mit komplexen Radikalen $\left[\text{Me} \begin{smallmatrix} \text{A}_5 \\ \text{B} \end{smallmatrix} \right]$, Isomerieerscheinungen aufzufinden. Von

symmetrischen Lagerungen können nun folgende in Betracht kommen 1. die ebene, 2. die prismatische und 3. die oktaedrische: (Fig. 1.) Die ebene und die prismatische Lagerung verlangen für Verbindungen mit komplexen Radikalen: $\left[\text{Me} \begin{smallmatrix} \text{B}_2 \\ \text{A}_4 \end{smallmatrix} \right]$, das Auftreten von drei isomeren

Formen, während die oktaedrische Lagerung nur die Existenz von zwei isomeren Verbindungen dieser Art voraussieht: (Fig. 2.) Letztere Isomeren sind dadurch charakterisiert, daß die

eine Form die beiden Gruppen B in zwei benachbarten Stellen der oktaedrischen Lagerung enthält, während die zweite sie in entfernteren Stellen (Diagonalstellung) enthält.

Die experimentellen Untersuchungen haben nun ergeben, daß Verbindungen mit komplexen Radikalen: $\left[\text{Me} \begin{smallmatrix} \text{B}_2 \\ \text{A}_4 \end{smallmatrix} \right]$, in der Tat in zwei isomeren

Formen auftreten, während die Existenz von drei isomeren Formen in keinem Falle nachgewiesen werden konnte. Die Aufklärung dieser Isomerie-

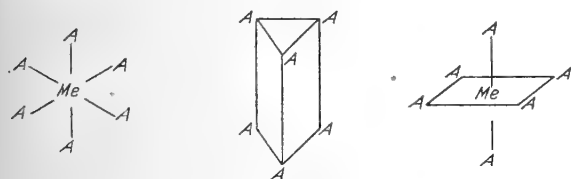


Fig. 1.

erscheinungen, die zuerst in der Platinreihe und dann in der Kobaltreihe beobachtet worden sind, hat mich lange Jahre beschäftigt, und es mußten sehr viele Verbindungen dargestellt werden, um das Material zu erhalten, an dem die theoretischen Folgerungen geprüft werden konnten. Ohne dieses ausgedehnte Material an Verbindungen wäre es ganz unmöglich gewesen, einen Einblick in die Lagerungsverhältnisse der Atome in diesen Molekülen zu gewinnen. Heute kennt man

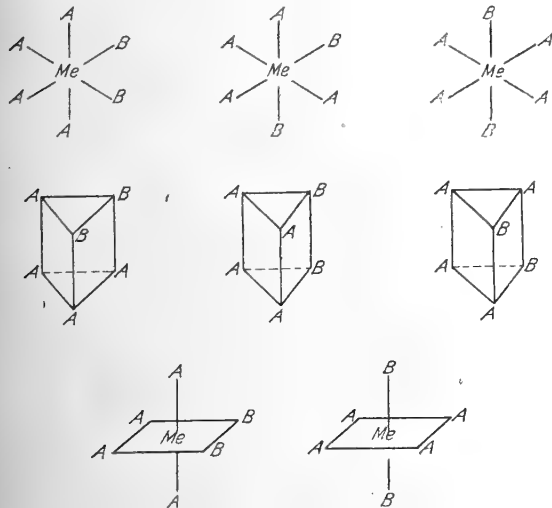
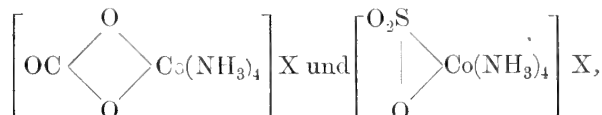


Fig. 2.

beim Kobalt über zwanzig verschiedene Verbindungsreihen, welche die erwähnte Isomerie aufweisen, und auch beim Chrom sind durch P. Pfeiffer ganz gleiche Isomerieerscheinungen nachgewiesen worden. Die Unterschiede in den Eigenschaften der Isomeren sind so groß, daß man die Isomeren häufig schon äußerlich voneinander unterscheiden kann. Besonders charakteristisch verschieden sind z. B. die Dichlorverbindungen: $[\text{Cl}_2\text{MeA}_4]\text{X}$, welche sich sowohl in der Kobaltreihe als auch in der Chromreihe dadurch voneinander unterscheiden, daß die einen

Isomeren grün, die anderen violett sind. Längere Zeit konnten aber solche Isomere hauptsächlich nur bei Verbindungen, welche Amine, z. B. Äthylendiamin enthalten, nachgewiesen werden, und mit einigem Scheine der Berechtigung wurde deshalb behauptet, daß der Kohlenstoff für das Auftreten der Isomerieerscheinungen von Wichtigkeit sei. Ich habe aber dann zeigen können, daß auch die einfachsten Verbindungen, die Dichloro-tetramminkobaltisalze: $[\text{Cl}_2\text{Co}(\text{NH}_3)_4]\text{X}$, diese Isomerie zeigen, wodurch jede andere Erklärungsmöglichkeit als die durch die räumlich verschiedene Anordnung der Gruppen gebotene, ausgeschaltet wurde.

Auch die Konfigurationszuweisung, d. h. die Feststellung, in welchen Isomeren sich die beiden Gruppen B in cis-Stellung und in welchen sie sich in trans-Stellung befinden, konnte durchgeführt werden. Hierbei wurde von der Überlegung ausgegangen, die auch in der organischen Chemie für die Konfigurationsbestimmung von cis- und trans-Isomeren dient, daß in cis-Stellung befindliche Gruppen zum Ringschluß geeignet sind, während dies bei trans-Formen nicht der Fall ist. Es zeigte sich, daß man aus Verbindungen, welche an Stelle der beiden Gruppen B eine Gruppe enthalten, welche zwei Koordinationsstellen besetzt, z. B. die Carbonato-, Sulfitogruppe usw.:



beim Ersatz dieser Gruppen durch Chlor, Brom usw. stets zu Verbindungen der Violeoreihen gelangt, trotzdem diese in der Regel die unter den Reaktionsbedingungen unbeständigeren sind und deshalb, wenn sie längere Zeit diesen Reaktionsbedingungen unterworfen bleiben, in die stabileren grünen trans-Verbindungen übergehen.

Bei der Darstellung von Metallammoniaken, welche in cis- und trans-Formen auftreten, aus anderen raumisomeren Metallammoniaken durch Substitutionsreaktionen, d. h. durch Reaktionen, bei denen bestimmte Gruppen durch andere ersetzt werden, wurde festgestellt, daß dabei häufig Umlagerungen eintreten, indem aus cis-Verbindungen trans-Formen und aus trans-Isomeren cis-Verbindungen entstehen. Es kann dies allgemein dahin zusammengefaßt werden, daß bei Substitutionsprozessen häufig ein Stellungswechsel eintritt, so daß die substituierende Gruppe nicht an diejenige Stelle des Moleküls tritt, an der sich die infolge der Substitution verdrängte befand. Diese Beobachtungen haben zu einer neuen Auffassung vom Verlauf der Substitutionsvorgänge geführt. Der Eintritt eines Substituenten erfolgt infolge der anziehenden Affinitätswirkung des Zentralatoms, und die Stelle, welche der eintretende Substituent im neuen Atomverband aufsucht, ist ganz unabhängig von der Bindestelle der beim Substitutionsvorgang austretenden Atomgruppe. Diese

zur Erklärung des Stellungswechsels beim Umsatz von raumisomeren anorganischen Verbindungen unumgänglich notwendige Vorstellung hat zu einer Erklärung der merkwürdigen Vorgänge geführt, welche sich bei den sogenannten Waldenschen Umkehrungen, d. h. bei den gegenseitigen Umwandlungen von spiegelbildisomeren Kohlenstoffverbindungen ineinander abspielen. Bei der Übertragung der für die Substitutionsvorgänge bei anorganischen Verbindungen gewonnenen Vorstellungen auf die Verhältnisse bei den Kohlenstoffverbindungen kann man nämlich ohne jede weitere Hilfhypothese und in einfacher Weise klarlegen, warum bei Substitutionsvorgängen entweder die räumlich in gleichem Sinne gebauten Moleküle oder ihre Spiegelbildformen entstehen können.

Die oktaedrische Verteilung der sechs Gruppen um das Zentrumatom führt auch für Verbindungen mit komplexen Radikalen: $\left[\text{Co} \begin{smallmatrix} \text{A}_3 \\ \text{B}_3 \end{smallmatrix} \right]$,

zur Folgerung, daß solche Verbindungen in zwei stereoisomeren Formen auftreten müssen, je nachdem die drei Gruppen B in einer Fläche oder in einer

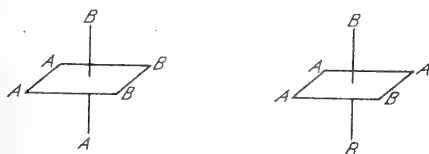


Fig. 3.

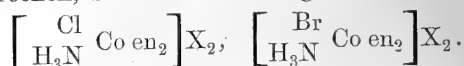
Schnittebene gelagert sind. (Fig. 3.) Auch diese Folgerung konnte neuerdings bestätigt werden.

So besteht z. B. die Verbindung: $\left[\begin{smallmatrix} \text{Cl} & \text{Co} & (\text{NH}_3)_3 \\ \text{C}_2\text{O}_4 \end{smallmatrix} \right]$, in zwei isomeren Formen, einer indigoblauen und einer violetten.

In bezug auf die Erscheinungen der sogenannten geometrischen Raumisomerie haben sich somit alle Folgerungen der Theorie in so vollkommener Weise bestätigen lassen, daß an der Richtigkeit derselben nicht mehr gezweifelt werden kann.

Das Oktaederschema läßt neben den bis jetzt besprochenen Isomerieerscheinungen noch andere voraussehen. Wenn nämlich die mit dem Zentrumatom verbundenen sechs Gruppen nicht alle identisch sind, so können Molekülkonfigurationen abgeleitet werden, welche mit ihren Spiegelbildern nicht deckbar sind. Von den solchen Molekülkonfigurationen entsprechenden Verbindungen durfte deshalb erwartet werden, daß sie in optisch aktiven Spiegelbildisomeren auftreten würden. Ich will mich hier darauf beschränken, einige Fälle, die durch die experimentelle Untersuchung bestätigt worden sind, kurz zu erläutern. Denkt man sich vier der Stellen in der oktaedrischen Anordnung durch zwei koordinativ. zweiwertige Gruppen in der Weise besetzt, daß die beiden noch freibleibenden Stellen benachbart sind, und be-

setzt man diese Stellen durch zwei Gruppen A und B, so sind zwei räumliche Konstruktionen möglich, die im Verhältnis von zwei nicht deckbaren Spiegelbildformen zueinander stehen. (Fig. 4.) Verbindungen, die den gestellten Bedingungen entsprechen, sind z. B. die folgenden:



Wir haben deshalb versucht, solche Verbindungen in optisch-aktive Spiegelbildisomere zu zerlegen. Dies ist in der Tat in zahlreichen Fällen möglich gewesen. Die Stabilität der aktiven Formen

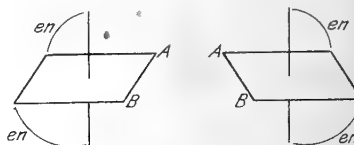


Fig. 4.

ist nicht, wie ich zuerst befürchtet hatte, klein, sondern die aktiven Verbindungen sind z. T. unbeschränkt haltbar und viele sind auch in wäßriger Lösung sehr beständig.

Bei den soeben besprochenen Verbindungen kann man im Molekülbau ein dem asymmetrischen Kohlenstoffatom ähnlich gebautes asymmetrisches Kobaltatom auffinden. Dies ist aber bei Verbindungen mit komplexen Radikalen, $[\text{en}_2\text{CoA}_2]$ mit zwei Gruppen A in Nachbarsstellung zueinander, nicht mehr der Fall. Trotzdem sind auch in diesem Falle Bild und Spiegelbild nicht deckbar. (Fig. 5.) Es war deshalb von großem Interesse, festzustellen, ob auch bei Verbindungen dieser Art noch optische Isomerie auftreten kann. Das Experiment hat dies bestätigt. Sowohl beim Kobalt als auch

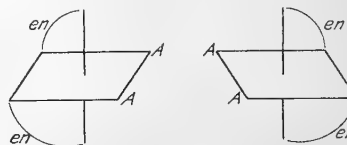


Fig. 5.

beim Chrom konnten die cis-Dichloro-diaethylen-diaminverbindungen, denen folgende Konstitutionsformeln zukommen:



in die Spiegelbildisomeren gespalten werden. Ferner konnten die cis-Dinitro-diaethylen-diamin-kobaltisalze und die cis-Diammin-diaethylen-diamin-kobaltisalze in die aktiven Formen zerlegt werden, und auch die aktiven Carbonato- und Oxalo-diaethylen-diamin-kobaltisalze sind erhalten worden. In Übereinstimmung mit der Theorie ist es aber bis jetzt in keinem Falle möglich gewesen, die entsprechenden trans-Formen in aktive Komponenten zu zerlegen, trotzdem wir uns eifrig bemüht haben, dies zu erreichen. Wir haben somit für diese Verbindungen Verhältnisse im Bau der Moleküle aufgefunden, wie sie Pasteur seinerzeit

für den Bau sämtlicher Moleküle glaubte annehmen zu dürfen, nämlich, daß die Moleküle in einer symmetrisch gebauten und zwei unsymmetrisch gebauten Formen bestehen, welche letzteren sich wie Bild und Spiegelbild verhalten, die nicht deckbar sind.

Denken wir uns im Oktaederschema die sechs Stellen durch drei koordinativ zweiwertige Gruppen, z. B. Aethylendiamin, besetzt, so erhalten wir eine Konstruktion, welche ebenfalls mit ihrem Spiegelbild nicht deckbar ist, trotzdem alle sechs Stellen durch chemisch übereinstimmende Gruppen besetzt sind. (Fig. 6.) In diesem Fall ist also die asymmetrische Ausbildung der Moleküle nur durch die räumliche Anordnung der Gruppen bedingt und ganz unabhängig von der Natur der verbundenen Gruppen. Es erschien deshalb für unsere Vorstellungen vom Zustandekommen der optischen Aktivität chemischer Moleküle besonders wichtig, festzustellen, ob auch ein solcher asymmetrischer Molekülbau zur optischen Aktivität führt. Dies ist in der Tat

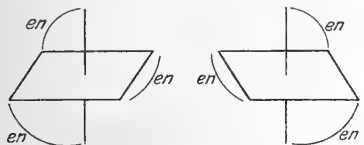


Fig. 6.

der Fall. Bei vier verschiedenen Metallen ist es möglich gewesen, Verbindungen dieser Art in optische Isomere zu zerlegen, nämlich beim Kobalt, Chrom, Rhodium und Eisen. Bei den drei ersten Metallen konnten die Triäthylendiaminverbindungen:

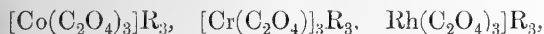


beim Eisen die Tri- α -phenanthrolinverbindungen:



in optisch aktiver Form erhalten werden.

In neuester Zeit sind wir dazu übergegangen, andere, ähnlich gebaute Verbindungen aufzusuchen. Dabei haben wir die Metalltrioxalsäuren, Verbindungen, die folgenden Formeln entsprechen:



in aktive Formen zerlegen und damit ihre Konstitution eindeutig bestimmen können.

Damit eröffnen sich Aussichten für die Bearbeitung neuer Gebiete der anorganischen Chemie, die vielversprechend sind. Möge es mir vergönnt sein, das Vertrauen, welches mir die Schwedische Akademie der Wissenschaften durch Verleihung des Nobelpreises entgegengebracht hat, durch weiteres Vordringen auf dem Gebiete der anorganischen Konstitutionsforschung zu rechtfertigen. Ihnen, hochverehrte Anwesende, möchte ich zum Schluß meinen besten Dank ausdrücken, für das Wohlwollen und die Aufmerksamkeit, welche Sie meinen Ausführungen entgegengebracht haben.

Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das Relais von Lieben und Reiß.

Von Dr. Fritz Schulze, Berlin-Treptow.

Der Möglichkeit einer telephonischen Verständigung auf große Entfernungen wird durch die elektrischen Eigenschaften der Leitungen eine Grenze gesetzt. Der Wechselstrom, der beim Sprechen von dem Mikrophon in die Leitung gesandt wird, würde ungeschwächt das Empfängertelephon erreichen, wenn nicht der Wechselstromwiderstand der Leitung eine mit der Länge der Leitung zunehmende Dämpfung des Sendestromes verursachen würde. Man spricht in der Fernsprechtechnik von einem Dämpfungsexponenten βl der Leitung, der besagt, daß in einer Leitung mit einem bestimmten βl die Stromamplituden am Anfang und am Ende der Leitung sich verhalten wie $1:e^{-\beta l}$. Hierbei ist l die Länge der Leitung in km und die Größe β abhängig von Widerstand, Selbstinduktion, Kapazität und Ableitung, und zwar nach der Formel

$$\beta = \frac{R}{2} \sqrt{\frac{K}{L}} + \frac{A}{2} \sqrt{\frac{L}{K}}$$

wo R der Gleichstromwiderstand in Ohm, K die Kapazität in Farad, L die Selbstinduktion in Henry und A die Ableitung in Mho sind.

Bei normalen Telephonleitungen wird nach Messungen der Reichstelegraphenverwaltung eine betriebsmäßige Grenze des Fernsprechverkehrs nach einem βl von 3,5 erreicht, d. h. nach einer Entfernung, bei der die Stromamplitude nur noch $\frac{1}{33}$ ihres ursprünglichen Wertes beträgt. Aus der Tabelle 1 sind die einem Dämpfungsexponenten von $\beta l = 3,5$ entsprechenden Längen einiger gebräuchlicher Leitungsarten ersichtlich.

Tabelle 1.

Art der Leitung	Länge in km für $\beta l = 3,5$
Kabel mit 0,8 mm Leiter	46
" " 2,0 " "	102
Freileitung 3 mm Draht- ϕ	750
" 4 " " "	1160
" 4,5 " " "	1380
" 5 " " "	1600

Man sieht, daß der telephonische Verkehr besonders beim Kabel ein ziemlich beschränkter ist.

Natürlich herrschte von jeher das Bestreben, diese dem Fernsprechverkehr gesteckten Grenzen nach Möglichkeit zu erweitern. Vor allem gilt es, die spezifische Dämpfung, das β der Leitungen, zu verringern. Dies kann bis zu einem gewissen Grade durch Herabminderung des elektrischen Widerstandes, d. h. durch die Wahl stärkerer Drahtsorten, geschehen. Aber auch hier ist man bereits mit Drähten von 5 und 6 mm Durchmesser so ziemlich an der Grenze des Erreichbaren angelangt; denn die Kosten für die Leitungsherstellung bei Verwendung stärkerer Drahtsorten wachsen ungemein

an, wofür als Beweis die folgende Zusammenstellung der Kosten von Telephon-Freileitungen dienen möge:

Tabelle 2⁴).

Drahtgattung	ange- näherste Reich- weite bei $\beta l = 2,5$	Kosten des Draht- materials pro km Doppel- leitung	Bau- und Draht- kosten pro km Doppelleitung	
			Zuspan- nung einer Leitung auf schon von anderen Leitungen her vor- handenem Gestänge	gänz- licher Neu- bau
	in km	M	M	M
2 mm Bronze . .	300	136	324	510
2,5 „ „ . .	400	220	450	640
3 „ „ . .	500	264	510	695
4 „ „ . .	900	467	790	980
5 „ „ . .	1200	830	1360	1580

Dann aber macht sich bei stärkeren Drähten auch der Skineffekt immer mehr bemerkbar, d. h. der effektive Widerstand erfährt dadurch eine Erhöhung, daß die Stromlinien an die Oberfläche des Leitungsdrahtes gedrängt werden. Es wird also nicht mehr der ganze Querschnitt des Leiters zum Durchfließen des Stromes ausgenutzt. Der Gewinn hinsichtlich des Widerstandes wird also bei Verwendung stärkerer Drähte im Verhältnis immer geringer und geringer. Auch beginnt die Ableitung bei stärkeren Drähten einen größeren Einfluß zu gewinnen.

Ein anderer Weg, um die spezifische Dämpfung der Leitung herabzusetzen, besteht in der künstlichen Erhöhung der Selbstinduktion. Der Bau der Leitungen bringt es mit sich, daß diese bei verhältnismäßig großer Kapazität eine geringe Selbstinduktion besitzen. Aus der Formel für β , bei der für nicht zu lange Leitungen nur das erste Glied numerisch von Bedeutung ist, ergibt sich, daß man das β verringern kann, dadurch, daß man die Selbstinduktion L vergrößert. Bei oberirdischen Leitungen kommt hier nur das von *Pupin* angegebene Verfahren in Betracht, bei dem Spulen mit hoher Selbstinduktion in gewissen genau berechneten Abständen in die Leitungen eingeschaltet werden. Mit Hilfe dieses Verfahrens sind in Europa und Nordamerika ganz bedeutende Erfolge erzielt worden.

Für Kabel kommt außer dem Pupinsystem auch noch das Verfahren von *Krarup* in Frage, bei dem die Erhöhung der Selbstinduktion durch eine gleichmäßige Umspinnung des Leiters mit einer Lage feinen Eisendrahtes bewirkt wird. Auch dieses System ist mit Erfolg zur praktischen Einführung gelangt.

Endlich sei noch eine Methode erwähnt, die durch Verwendung stärkerer Sendeströme eine größere Reichweite zu erzielen bestrebt ist. Nach diesem Prinzip sind die sogenannten Starkstrommikrophone gebaut, mit denen z. B. *Egner* und *Holmström* bei ihren Versuchen noch nach einem Dämpfungsexponenten von $\beta l = 8$ eine befriedigende Verständigung erzielt haben sollen.

Leitungen mit Starkstrommikrophonen haben indessen den Nachteil einer bedeutend stärkeren Induktionswirkung auf benachbarte Leitungen und bewirken so das lästige Übersprechen. Auch die Aufstellung des Apparates beim Teilnehmer bedingt Nachteile gegenüber der Aufstellung an einem nur Fachleuten zugänglichen Orte.

Alle die genannten Verfahren können nun wohl die bisherigen Grenzen der telephonischen Sprachverständigung um eine gewisse Größe erweitern und damit den Wirkungsradius des Sendeapparates in bestimmtem Maße erhöhen, wobei indes wohl selten die neue Reichweite mehr als das Doppelte der früheren Werte betragen dürfte. Damit ist aber auch ihre Wirksamkeit erschöpft; noch größere oder, sagen wir, beliebig große Entfernungen kann man mit ihnen nicht überwinden. Denn alle Verfahren arbeiten nur mit der einen am Anfang der Leitung vorhandenen Energiequelle, und sie haben alle den Zweck, die ursprüngliche Energie auf der Leitung mit möglichst geringen Verlusten weiterzuführen.

Ganz anders dagegen ein Relais. Dieses gestattet uns — theoretisch wenigstens —, den Fernsprechverkehr auf beliebig große Entfernungen auszudehnen; denn das Prinzip eines Relais, durch schwache Empfangsströme starke Lokalströme auszulösen, läßt ohne weiteres ein beliebig häufiges Wiederholen des gleichen Prozesses zu. Freilich sind ja an ein Telephonrelais ganz andere Anforderungen zu stellen als an die sonstigen einfachen Schaltrelais der Stark- und Schwachstromtechnik; denn ein Telephonrelais soll doch die menschliche Sprache mit ihren feinen Modulationen, vor allem in der Klangfarbe, naturgetreu und in allen Frequenzen gleichmäßig verstärkt wiedergeben. Es darf also keine Eigenfrequenz haben, die es durch Resonanzwirkung in besonderem Maße unter Vernachlässigung der übrigen Frequenzen verstärkt, es muß überhaupt, ganz allgemein gesagt, eine äußerst geringe Trägheit besitzen, so daß es auch die hohen Frequenzen der Obertöne, durch welche die Klangfarbe der Töne charakterisiert wird, genau wiedergibt.

Man hat diese Aufgabe, ein einwandfreies Telephonrelais herzustellen, auf mechanischem Wege zu lösen versucht, z. B. nach dem Prinzip, den zu verstärkenden Strom zuerst auf eine Art Mikrophon einwirken zu lassen und diesen Mikrophonstrom erst dem Telephon zuzuführen. In Fig. 1⁴) ist beispielsweise das Brownsche Telephonrelais mit

⁴) Nach *Petritsch*, Elektrotechnik und Maschinenbau 1912.

⁴) Siehe *Zenneck*, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie 1913, S. 348.

Schaltung abgebildet. N und S sind die Pole eines Hufeisenmagneten, auf diesen befinden sich zwei Weicheisenstücke, die von den Spulen H und K umgeben sind. P , eine Stahlzunge, trägt ein Osmium-Iridium-Plättchen O , das ganz leicht berührt wird von einer Kontaktspitze M , ebenfalls aus Osmium-Iridium-Legierung. In den Stromkreis des Elementes C sind der Kontakt OM , die Spule K und das Telephon T eingeschaltet. Durch die Wicklung H werden die Ströme, deren Einfluß auf das Telephon verstärkt werden soll, hindurchgeschickt.

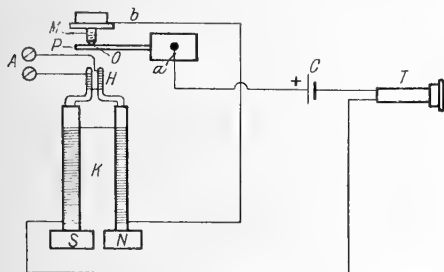


Fig. 1.

Dadurch wird die Stahlzunge P , welche die Membran eines Mikrophons vertritt, in Schwingungen versetzt, durch den Mikrophonkontakt OM der Strom des Stromkreises $COMKT$ in dem Tempo dieser Schwingungen verstärkt bzw. geschwächt und dadurch eine erheblich höhere Wirkung auf das Telephon T hervorgerufen, als wenn man die Anfangsströme durch dasselbe leitete. Soweit bekannt, ist die Funktion dieser Relais zu Zeiten eine gute. Man erhält bei diesem Relais eine 20-fache Verstärkung. Ein Nachteil derartiger Relais bleibt aber immer das Erfordernis einer ständigen Nachregulierung und die Unsicherheit des Funktionierens bei Vorhandensein mechanischer Erschütterungen. Außerdem kann man nicht mehrere dieser Relais hintereinander schalten, da hierdurch die Sprache bis zu völliger Unverständlichkeit verzerrt wird.

Versuche, durch die zu verstärkenden Stromschwankungen Temperaturänderungen eines Leiters und damit zusammenhängende Widerstandsänderungen in einem zweiten Stromkreis zu bewirken, ergaben keine befriedigenden Resultate, da die Wärmekapazität der Leiter ähnlich störend wie eine mechanische Trägheit ins Gewicht fiel.

Man wandte sich daher frühzeitig den elektrischen Gasentladungen zu mit der Hoffnung, in den vergleichsweise nahezu trägheitslosen Gasteilchen das geeignete Material zur Verwendung für Telephonrelais zu erhalten.

Es waren hier zuerst *Hewitt* und *Taylor*, die das Prinzip angaben, den Lichtbogen einer Quecksilberdampf Lampe magnetisch zu beeinflussen. Eine weitere Verbesserung wurde von *Weintraub* vorgeschlagen, welcher an der Quecksilberdampf Lampe eine zweite Anode anordnete. An diese wurde eine Spannung gelegt, die zu gering war, um den Lichtbogen dauernd zu erhalten, während der Lichtbogen

zwischen der anderen Anode und der Kathode ständig bestehen blieb. Die zu verstärkenden Ströme wurden nun über diese Hilfsanode superponiert und auf diese Weise durch Auslösung des Lichtbogens verstärkte Stromschwankungen erhalten. Da es jedoch nicht gelang, den labilen Lichtbogen für betriebsmäßige Zeiten konstant zu halten, mußten die Versuche in dieser Richtung wieder aufgegeben werden. Eine andere Methode (Fig. 2) wurde von *de Forest* vorgeschlagen, welcher in einer Entladungsröhre eine von der Gleichstromquelle durch einen Kondensator isolierte Hilfselektrode anordnete, die siebförmig ausgebildet war. Die zu verstärkenden Ströme wurden dabei über die Kathode und die erwähnte Elektrode geleitet. Die diesen Strömen annähernd proportionale Ionisierung im Entladungsrohr bewirkte entsprechende Stromschwankungen in dem von der Anode zur Kathode gehenden Strom. Die Methode hatte den Nachteil, daß infolge der Ventilwirkung der Kathode, welche zur Herabsetzung des inneren Widerstandes des Entladungsrohres bis zur Rotglut erhitzt wurde (s. w. u.), nur Halbwellen zwischen der Kathode und den anderen Elektroden übergehen können, weshalb es unmöglich ist Wechselströme gleicher Frequenz und Kurvenform wie die zu verstärkenden Ströme zu entnehmen. Ferner können nur sehr schwache Ströme angewendet werden. Bei größeren Stromdichten bildet sich ein lichtbogenartiger Nebenschluß um die Hilfselektrode aus, der jede Verständigung unmöglich macht. Außerdem wird ja bei Strömen in verdünnten Gasen zwischen einfachen Metallelektroden die Tatsache schwer ins Gewicht fallen, daß zur Erzielung dieser Ströme ziemlich hohe Spannungen erforderlich sind und daher wegen der bei hohen Spannungen entsprechend schnellen Bewegung der Elektrizitätsträger größere Energiemengen zur Beeinflussung der Stromstärke erforderlich sind. Von hohem Wert für den weiteren

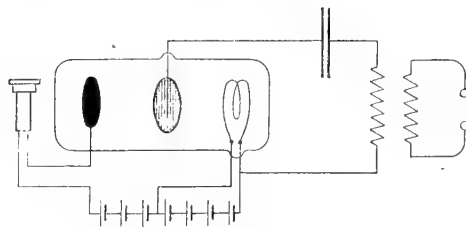


Fig. 2.

Ausbau eines Relais war daher die bedeutsame Entdeckung der Wehneltkathode. Bevor ich näher darauf eingehe, möchte ich kurz einiges Allgemeine über den elektrischen Stromdurchgang in Gasen sagen.

Unter bestimmten Bedingungen erhalten die Gase, die in normalem Zustande als nahezu vollkommene Nichtleiter zu betrachten sind, die Fähigkeit, einen Elektrizitätstransport zu vermitteln. Eine gewisse Potentialdifferenz zwischen zwei Elektroden in Gas von Atmo-

sphärendruck kann sich durch das Gas plötzlich in Form eines elektrischen Funkens ausgleichen. In mehr kontinuierlicher Weise vollzieht sich dieser Ausgleich zwischen den Elektroden bei verdünnten Gasen in Form der Glimmentladung. Man hat sich diesen Vorgang so zu denken, daß unter dem Einfluß der elektrischen Spannungsdifferenz negativ geladene Elektrizitätsträger von der Kathode ausgesandt werden (Kathodenstrahlen), die das ursprünglich neutrale Gas in positive und negative Ionen spalten. Diese Ionen beginnen nun im elektrischen Feld der Elektroden zu wandern und vermitteln durch Abgabe ihrer Ladung an die Elektroden den elektrischen Strom. Der Potentialverlauf längs eines vom Glimmstrom durchflossenen Entladungsrohres ist nun kein stetiger, sondern etwa so, wie Fig. 3 es veranschaulicht. Wir haben hier einen kleinen Potentialsprung an der Anode, dann ein langsames, ziemlich gleichmäßiges Abfallen bis nahe an die Kathode und unmittelbar an dieser einen sehr starken Potentialsprung, den sogenannten Kathodenfall. Dieser starke Kathodenfall ist besonders

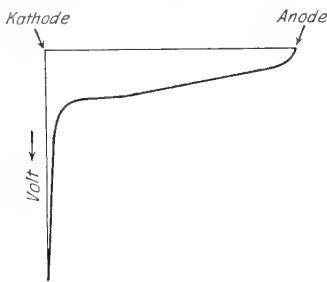


Fig. 3.

bemerkenswert, er ist der Grund für die zur Bildung einer leuchtenden Entladung erforderliche hohe Spannung. Man kann den Kathodenfall herabsetzen dadurch, daß man die Kathode zum Glühen bringt, eine Methode, die, wie oben erwähnt, schon *de Forest* verwandte.

A. Wehnelt zeigte indessen, daß der Kathodenfall einer aus Platin bestehenden, mit gewissen Metalloxyden bestrichenen, ins Glühen gebrachten Elektrode noch außerordentlich viel geringer ist als der Kathodenfall an einer sonst gleichen Elektrode ohne Metalloxydüberzug. Von den untersuchten Metallverbindungen erwiesen sich vor allem die Oxyde der Erdalkalien als wirksam, um im Glühzustand bei Temperaturen von etwa 900 bis 1000 ° C. den Kathodenfall ganz beträchtlich herabzusetzen. Die Wehneltsche Anordnung ermöglicht damit auch die Erzeugung von Kathodenstrahlen sehr geringer Spannung und Geschwindigkeit mit verhältnismäßig beträchtlicher Intensität.

Robert von Lieben suchte als erster dieses Verfahren zur Erzeugung langsamer Kathodenstrahlen für die Konstruktion eines Relais nutzbar zu machen. Die ursprüngliche Anordnung, die er dafür wählte, war folgende:

In einer hochevakuierten Glasröhre (Fig. 4) sind drei Elektroden (Kathode und zwei Anoden) angeordnet. Die Kathode besteht aus einem durch den elektrischen Strom heizbaren Körper von der Form eines Hohlspiegels, der auf seiner konkaven Seite mit einem nach *Wehnelt* wirksamen Metalloxyd überzogen ist. Die von der Hohlspiegelkathode ausgehenden Kathodenstrahlen vereinigen sich in einer Brennnlinie. Die beiden Anoden sind zwei voneinander elektrisch isolierte Hohlzylinder, in deren Öffnung sich die Brennnlinie der Kathodenstrahlen befindet. Der äußere Hohlzylinder steht über ein Telefon, der innere direkt mit dem positiven Pol der Batterie in Verbindung. Wird das Kathodenstrahlenbündel der Wirkung der zu verstärkenden Ströme auf elektromagnetischem

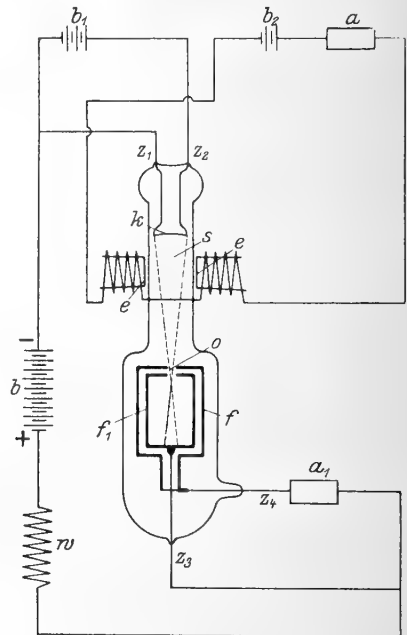


Fig. 4.

oder elektrostatischem Wege unterworfen, so wird die Brennnlinie ihre Lage mehr oder weniger verändern, so daß die Kathodenstrahlen abwechselnd auf den äußeren und den inneren Hohlzylinder fallen, und diese Schwankungen im Telefon hörbar werden. — Es gelang in der Tat, mit diesem Relais Wechselströme von geringer Intensität zu verstärken und eine deutliche Lautübertragung zu erzielen. Trotz seiner unbestreitbaren Vorzüge blieb das Relais indessen für die Praxis unverwendbar, und zwar lagen die Schwierigkeiten hauptsächlich in dem physikalischen Aufbau: Die Hohlspiegelkathode war nicht gleichmäßig herzustellen, infolgedessen ihre Lebensdauer sehr gering. Außerdem erwies es sich als unmöglich, das Vakuum in der Entladungsrohre dauernd auf der gewünschten Höhe zu halten.

Die Versuche in dieser Richtung wurden indessen nicht fallen gelassen, sondern von den Herren *Lieben* und *Reiß* mit Energie weiterverfolgt.

Es wurde ein neues Kathodenstrahlenrelais konstruiert, bei dessen Aufbau sich eine Erscheinung herausstellte, die von weittragender Bedeutung werden sollte, da sie eine viel einfachere Konstruktion eines Relais erhoffen ließ. Man war nämlich gar nicht genötigt, zur Verwendung der Kathodenstrahlen zu schreiten, sondern konnte mit der Glimmentladung selbst weit bessere Resultate erzielen, und zwar beruhte das auf folgenden Tatsachen:

Wird zwischen Kathode und Anode eines Entladungsrohres eine metallische, gitterförmig durchbrochene Scheidewand eingeschoben, so wird durch diese das elektrische Feld und der in Fig. 1 dargestellte Potentialverlauf im Entladungsrohr verzerrt. Die Verzerrung ist dabei natürlich abhängig von dem der Hilfselektrode aufgedrückten Potential. Gibt man ihr das Potential der Kathode, so setzt überhaupt keine Entladung ein, da zwischen Kathode und Scheidewand kein Potential vorhanden ist, andererseits zwischen Scheidewand

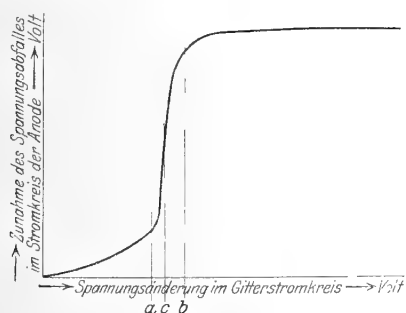


Fig. 5.

und Anode das Potential zu gering ist, um eine Entladung hervorzurufen, da ja die Scheidewand nicht als Wehneltelktrode ausgebildet ist. Hat die Wand das positive Potential der Anode, so findet die normale Glimmentladung zwischen ihr und der Kathode statt. Wird ihr das Potential erteilt, welches der betreffenden Stelle bei der normalen Potentialverteilung zukommt, so bleibt auch die Entladung vollkommen normal, gerade so, als wenn die Scheidewand überhaupt nicht vorhanden wäre. Nur ist die von Kathode zu Anode übergehende Strommenge infolge teilweiser Absorption der Ladung der Gasteilchen an der Scheidewand bedeutend geringer als an einer gleichen Röhre ohne Zwischenelektrode. Durch Variieren des Potentials dieser Hilfselektrode kann man also die verschiedensten Erscheinungen im Rohr hervorrufen.

Beim Untersuchen dieser Vorgänge stellte es sich nun heraus, daß bei einem bestimmten Potential der Hilfselektrode der Strom im Entladungsrohr in ganz besonderem Maße von Potentialschwankungen der Hilfselektrode abhängig wurde. Die Kurve in Fig. 5 veranschaulicht dies. Sie gibt uns die Abhängigkeit des Spannungsabfalles im Stromkreis der Anode von der Spannungsänderung im Stromkreis der Hilfselektrode. Wir sehen

hier, daß bei Einstellung der Hilfselektrode auf das mittlere Potential c kleine Schwankungen in positivem oder negativem Sinne ganz beträchtliche Änderungen im Stromkreis Kathode—Anode hervorrufen.

Diese völlig unerwartete Beziehung zwischen den beiden Stromkreisen führte zur Konstruktion eines Gasentladungsrelais, das in seiner Einfachheit und großen Empfindlichkeit alle früheren Anordnungen weit übertrifft. Das Prinzip, das für dieses Relais verwendet wird, ist nun folgendes:

Die Spannung der Hilfselektrode wird auf den für den Hauptstromkreis empfindlichsten Wert (c in Fig. 5) eingestellt und die Spannungsschwankungen der zu verstärkenden Ströme dieser Spannung direkt oder induktiv überlagert. In genau gleicher Kurvenform, nur eben bedeutend

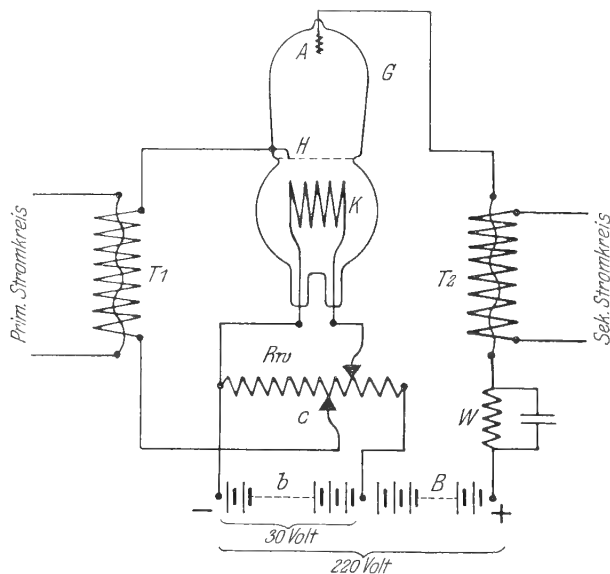


Fig. 6.

verstärkt, erhält man dann Stromschwankungen im Hauptstromkreise. Man erkennt sofort, welche bedeutenden konstruktiven Vereinfachungen dieses Glimmstromrelais gegenüber dem alten Kathodenstrahlenrelais besitzt. Die Hohlspiegelkathode kommt in Fortfall, der Gasdruck im Entladungsrohr ist viel höher, und damit sind die bei der Konstruktion der Kathodenstrahlenrelais hauptsächlich hervortretenden Schwierigkeiten eliminiert.

In Fig. 6 ist das nach dem neuen Prinzip aufgebaute Relais schematisch dargestellt. G ist das evakuierte Glasgefäß, in welchem die drei Elektroden (Kathode K , Hilfselektrode H und Anode A) in der bekannten Weise angeordnet sind. Die Hilfselektrode erstreckt sich über den ganzen Querschnitt des Rohres und ermöglicht durch kleine Öffnungen den Stromdurchgang zwischen den Hauptelektroden, die an die Gleichstromquelle B angeschlossen sind. Die Wehneltkathode K besteht aus einem zickzackförmig auf einen Träger nach Art der Metalldrahtlampen aufgewickelten Platinband, das mit einer dünnen Schicht eines

wirksamen Metalloxydes überzogen ist. Diese Kathode wird durch eine Batterie von 30 Volt auf eine Temperatur von ca. 1000° gebracht. Die Einstellung des Potentials der Hilfselektrode erfolgt durch den Gleitkontakt c des die Batterie b kurzschließenden Regulierwiderstandes Rw . Die zu verstärkenden Ströme (Primärströme) wirken durch den Transformator T_1 induktiv auf den Stromkreis der Hilfselektrode ein. Die vom Relais verstärkten Ströme (Sekundärströme) werden von der Sekundärwicklung des Transformators T_2 abgenommen. Der Widerstand W in diesem Stromkreis soll ein zu starkes Ansteigen des Entladungsstromes verhindern; für die verstärkten Wechselströme ist er durch einen parallel geschalteten Kondensator geeigneter Dimension überbrückt.

Wird nun ein Mikrophon in Reihe mit einer Batterie an die Primärwicklung des Transformators T_1 geschaltet, so kann man die Potentialschwankungen der Hilfselektrode an der Entladungserscheinung im Rohr genau beobachten. Bei richtiger Einstellung des Relais befindet sich nämlich an der Hilfselektrode auf der Seite nach der Anode zu ein dunkler Raum, ähnlich dem bekannten Kathodendunkelraum. Dieser entsteht dadurch, daß die Ionen infolge der Feldverzerrung auf ihrem Wege gebremst werden und durch die Langsamkeit ihrer Bewegung bei den Zusammenstößen kein sichtbares Licht ausstrahlen. Bei den Potentialänderungen, die durch den Sprechstrom verursacht werden, wird nun die Höhe dieses Dunkelraumes fortwährend verändert; er schwankt im Rhythmus der Sprache.

An der konstruktiven Durchbildung ist folgendes von allgemeinem Interesse. Der Druck, der im Entladungsrohr herrscht, soll schon im Hinblick auf lange Lebensdauer und dadurch erhöhte Wirtschaftlichkeit ein möglichst konstanter bleiben. Da bei einer Gasfüllung durch die langsame Absorption der Teilchen an den Elektroden eine allmähliche Erhöhung des Vakuums, ein Härterwerden der Röhre eintreten würde, kommt hier Quecksilberdampf zur Verwendung, der aus einem Amalgam ständig nachgeliefert wird, das den für den Betrieb geeigneten Dampfdruck liefert, der bei 20 bis 35° C. etwa $0,001$ mm Quecksilbersäule beträgt. Es ist dies der für ein Optimum der Relaiswirkung geeignete Druck. Der Quecksilberdampf hat außerdem die nützliche Eigenschaft, das Entladungspotential noch weiter herabzusetzen. Dadurch, daß der Quecksilberdampf zum großen Teil die Stromleitung übernimmt, wird die Okklusion der Gasmoleküle so gering, daß es gelingt, eine Brenndauer von durchschnittlich 1000 Brennstunden zu erzielen. Durch das Konstantbleiben des Dampfdruckes wird auch die Gleichmäßigkeit der Entladung gefördert, so daß ein Nachregulieren des Potentials unnötig wird, das Relais vielmehr stundenlang unbeaufsichtigt seine Wirksamkeit behält.

Der Aufbau des Relais in der ihm von der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft gegebenen

Form ist in Fig. 7 genau zu erkennen. Als Elektrodenmaterial dient, natürlich mit Ausnahme der Wehneltkathode, Aluminium, das infolge seiner geringen Zerstäubungsfähigkeit sich am geeignetsten erwiesen hat. Die Anode A ist zur Erzielung einer großen Oberfläche aus spiralförmig gewundenem Aluminiumdraht hergestellt. H , die Hilfselektrode, hat Öffnungen von $3,5$ mm Durchmesser, die über die ganze Fläche der Elektrode gleichmäßig verteilt sind. Der elektrische Anschluß der Röhre erfolgt durch einen am Fuß angebrachten unverwechselbaren Steckkontakt. Die Elektrodeneinführungen sind sämtlich nahe beieinander und in unmittelbarer Nähe der heißen Kathode angebracht, da sie sonst als kälteste Stellen im Rohr — wegen der erhöhten Wärmeableitung nach außen — zu Kondensationspunkten des Quecksilberdampfes werden und damit als-

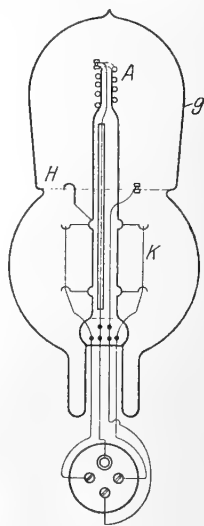


Fig. 7.

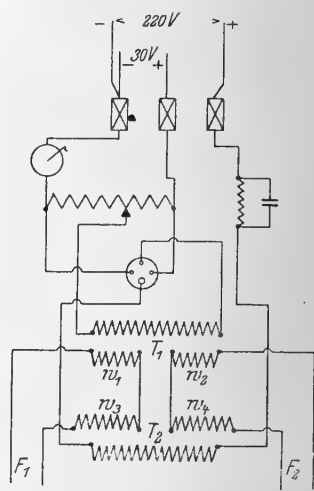


Fig. 8.

bald der Zerstörung anheimfallen würden. Zum Betriebe des Relais sind zwei Stromquellen erforderlich von 30 bzw. 220 Volt Spannung. Die Verwendung von Maschinenstrom für den Kathodenheizstrom ist unzulässig, weil die Spannungsschwankungen im Netz und die Stromstöße vom Kollektor die Wirkung wesentlich beeinträchtigen würden, es sei denn, daß durch Einschaltung geeignet dimensionierter Eisenwiderstände diese Störungen behoben werden können. Der Anodenstromkreis kann an eine Maschinenspannung angeschlossen werden, wenn die vom Kollektor hervorgerufenen Stromstöße durch Drosselspule und Kondensator gedämpft werden. Es sei bemerkt, daß die genannten Betriebsspannungen nicht etwa Lebensbedingungen für die Wirksamkeit des Relais sind und bei anderen Werten und entsprechend anderer Konstruktion der Röhre eine Relaiswirkung ausgeschlossen ist. Dies ist durchaus nicht der Fall. Die genannten Spannungen haben sich vielmehr im Lauf langwieriger Untersuchungen als diejenigen Werte herausgestellt, bei denen die günstigste Wirkung erreicht und

die größte Verstärkung erzielt werden kann. Die Verstärkungsmessungen ergaben, daß das Relais die ursprünglichen Amplituden auf das 33-fache ihres Wertes verstärkt, d. h. fernsprechtechnisch gesprochen, überwindet es einen Dämpfungs-exponenten von $\beta_1 = 3,5$. Zur Verstärkungsmessung dienen sogenannte künstliche Leitungen, wie sie in der Fernsprechtechnik gebräuchlich sind und von denen mittels geeigneter Umschalter soviel Dämpfung dem Relaiskreis zugeschaltet werden kann, daß man ohne Relais und ohne Leitung gleiche Lautstärke erhält wie mit Relais und der zugeschalteten künstlichen Leitung. Der Verstärkungswert bleibt auch erhalten bei großen Dämpfungen. Versuche haben ergeben, daß die von einem gewöhnlichen Mikrophon über eine Leitung von $\beta_1 = 10$ gesandten Ströme noch vom Relais verstärkt werden. Die Empfindlichkeit der Anordnung ist demnach viel größer als die des Telephons, das bisher als besonders empfindlicher Wechselstromanzeiger galt.

Um die Relaiswirkung zu steigern, können mehrere Relais in Reihe geschaltet werden, indem man den bereits verstärkten Strom des einen Relais auf den Stromkreis der Hilfselektrode wirken läßt usf. Es gelingt mit einer solchen „Kaskadenschaltung“ von beispielsweise vier Relais Verstärkungszahlen von über 20 000 zu erreichen. Die Wiedergabe der ursprünglichen Kurvenform erfolgt auch bei dieser enormen Verstärkung so genau, daß eine Verzerrung der Sprache nicht beobachtet wird.

Das Relais ist für die Zwecke des telephonischen Verkehrs erfunden worden; seine Anwendungsgebiete gehen aber weit darüber hinaus. Es kann Anwendung finden für Meßzwecke, bestimmte Schaltvorgänge, Oscillographen, Lautsprechertelephone und Kommandoapparate, Unterwasserschallsignale und als Empfangsverstärker für drahtlose Telegraphie, für das Telegraphon von Poulsen und in Verbindung mit Selenzellen. Die Einführung des Relais in die Praxis ist von einem Konsortium übernommen worden, dem die Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Siemens & Halske A.-G., Felten & Guillaume Carlswerk und Gesellschaft für drahtlose Telegraphie angehören.

Die Schaltung der Fig. 4 ist natürlich nur für einseitigen Fernsprechverkehr geeignet, d. h. man hat eine Gebe- und eine Empfangsstation. Die Ströme können also nur nach einer Richtung verstärkt weitergegeben werden, während nach der anderen Richtung eine Verständigung ausgeschlossen ist. Die Aufstellung eines zweiten Relais und die Verbindung zweier Teilnehmer mit zwei Doppelleitungen ist aus praktischen Gründen nicht möglich.

Es ist also notwendig, besondere Schaltungen zu finden, mit welchen das wechselseitige Sprechen auf einer Doppelleitung ermöglicht wird. In den Vereinigten Staaten werden schon seit langer Zeit praktische Versuche mit mechanischen Relais unternommen und es werden hier

Schaltungen verwendet, deren Prinzip folgendes ist:

Das Relais wird in einer Vermittlungsanstalt aufgestellt, die Sprechströme wirken induktiv auf den Primärstromkreis des Relais ein. Der Sekundärstrom wird über zwei Stromkreise geleitet, von denen je einer direkt oder induktiv mit einer Fernleitung verbunden ist. Mit der Verzweigung des Stromes wird erreicht, daß die Stromrichtungen in den beiden Fernleitungen entgegengesetzt gerichtet sind, wodurch Induktionswirkungen auf den Primärstromkreis vermieden werden; denn eine solche Rückwirkung darf natürlich auf keinen Fall eintreten, da diese sich ja sofort im Relais selbst verstärken würde. Hierdurch ent-

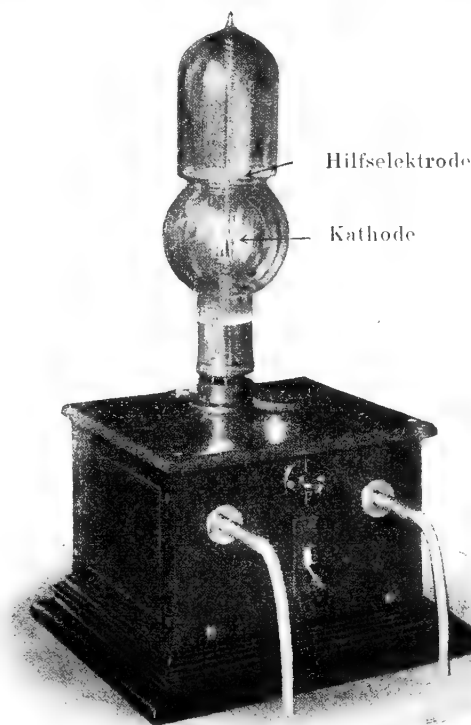


Fig. 9.

steht dann eine in ihrer Frequenz von den abhängigen Transformatoren usw. abhängige Eigenschwingung des Relaiskreises, die sämtliche Energie verzehrt und dadurch eine Lautübertragung unmöglich macht. Eine einfache Schaltung für den wechselseitigen Verkehr zeigt Fig. 8. Die Fernleitungen F_1 und F_2 sind in Reihe mit den Wicklungen w_1 und w_2 des Transformators T geschaltet. Der Primärstromkreis des Relais ist durch die Wicklung w geschlossen. Der Sekundärstromkreis ist so angeordnet, daß die vom Relais verstärkten Ströme in den Fernleitungen entgegengesetzte Richtung haben. Wird nun von dem einen Endapparat über die Leitung F_1 gesprochen, so wirken die Sprechströme durch die Wicklungen w_1 und w_2 induktiv auf den Stromkreis des Relais ein. Sie fließen dann verstärkt

als Sekundärstrom über T_2 durch w_3 und w_4 geteilt in die Fernleitungen ab und werden über F_2 und über F_1 weitergegeben; entsprechend erfolgt andererseits die Stromleitung von dem anderen Apparat.

Ähnliche Schaltungen werden auch für den praktischen Fernsprechtbetrieb mit dem Relais verwendet.

Die Verbesserung durch Einschaltung eines Relais in der in Fig. 8 dargestellten Wechselschaltung entspricht einer Verminderung des Dämpfungsexponenten um 2,3 bis 2,5. Die Fig. 9 zeigt das Relais in seiner ihm gegenwärtig gegebenen Form; der zugehörige Apparatsatz, auf welchem das Relais angebracht wird, enthält die zum Betrieb erforderlichen Transformatoren, Widerstände usw.

Durch die Erfindung des Relais gelingt es tatsächlich, die Grenzen, die der Fernsprechtechnik bisher gesteckt waren, zu überwinden, man kann mit seiner Hilfe auf beliebig große Entfernungen telefonieren, indem man den Sendestrom durch ein oder mehrere hintereinander geschaltete Relais soweit verstärkt, daß er im Empfangstelephon deutlich hörbar wird. Eine Grenze für die Reichweite der Sprachverständigung existiert also nicht, sobald man dafür sorgt, daß die auf sehr langen Leitungen infolge geringer Selbstinduktivität und verhältnismäßig großer Kapazität auftretende Verzerrung der Sprache durch geeignete Mittel, d. h. durch Vergrößerung der Selbstinduktion, beseitigt wird.

Die großen Vorteile, die das Relais der Telephonie zu bieten vermag, können sich erst im Laufe der Jahre als tatsächlich vorhanden erweisen. Vor allem werden der interurbanen Kabeltelephonie, die ja schon seit langem gewünscht wird, in vorteilhaftester Weise die Wege geebnet.

Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin.

Von Dr. Erich Kuznitsky, Breslau.

Es ist bereits allgemeines Wissensgut, daß das Mesothorium eines der hauptsächlichsten Mittel ist, mit welchen die moderne Medizin den Kampf gegen den Krebs von neuem und, wie es scheint, aussichtsvoll aufgenommen hat. Durch die hervorragende Stellung unter den anderen Heilmitteln des Krebses auf physikalischer Grundlage, die dieses erst relativ kurze Zeit bekannte Mittel — es wurde im Jahre 1907 von O. Hahn entdeckt und dargestellt — sich so rasch erobert hat, ist es sehr populär geworden. Der Staat und die Kommunen setzen beträchtliche Summen in den Etat zur Anschaffung von Mesothorium ein. Man kann geradezu von einer öffentlichen Bewegung für das Mesothorium sprechen und sagen, daß es — wenigstens in Deutschland —

heute populärer ist als das Radium. Die Frage, warum dies so ist, läßt sich eigentlich schwer beantworten. Denn das Radium stellt als chemischer Körper eine Schwestersubstanz des Mesothoriums dar, und auch die Strahlen, welche beide aussenden, ähneln einander außerordentlich. Man kann sagen, daß die Strahlung des Radiums härter, d. h. durchdringender ist, was natürlich dort, wo die Strahlen in der Tiefe wirken müssen, wie bei gewissen Formen der Krebse, sogar einen Vorzug gegenüber dem Mesothorium bedeuten würde. Es ist möglich, daß hier die Herstellung des Mesothoriums in Deutschland mitspielt, wenigstens für die Abnehmer in reichsdeutschen Gebieten, während die Fabrikation des Radiums größtenteils von österreichischen, französischen und englischen Fabriken bestritten wird. Ein Hauptgrund aber scheint der zu sein, daß der Preis für Mesothorium erheblich billiger ist als der für Radium. Er stellt sich heute ungefähr auf 200—300 Mark pro Milligramm Mesothorium und 500—600 Mark pro Milligramm Radium¹⁾. Daß dieser Preisunterschied von wesentlicher Bedeutung wird, wenn der Bedarf an Milligrammen die Hundert übersteigt, ist ohne weiteres einleuchtend. Die Notwendigkeit jedoch, 100 und mehr Milligramm für Bestrahlungszwecke auf einmal zu verwenden, ergibt sich leicht aus folgenden Gründen:

Der Hauptteil der dem Radium und Mesothorium eigentümlichen Strahlen (α - und β -Strahlen) schädigen, besonders bei längerer Expositionszeit — wie das bei Behandlung des menschlichen Krebses notwendig ist — nicht nur das kranke, sondern auch das gesunde Gewebe oft in unerwünschter Weise. Diese überflüssige schädigende Wirkung läßt sich dadurch vermeiden, daß man die beiden Strahlengattungen durch geeignete Metallfilter abfiltriert und — wie dies jetzt allgemein geschieht — nur die restierenden γ -Strahlen zur Behandlung verwendet. Hierdurch wird jedoch die Ausbeute an wirksamer Substanz sehr gering; sie beträgt nach manchen Autoren nur ca. 4—5 % der Gesamtstrahlung oder etwa 1 % der β -Strahlung. Gelangt also nur verhältnismäßig wenig Strahlung bis an die Krebszellen, so entsteht eine weitere Schwierigkeit in der physikalischen Eigenschaft dieser filtrierten, penetrierenden, sogenannten harten γ -Strahlen, nämlich durch die menschlichen Gewebe nur in geringem Maße absorbiert zu werden. Da aber die Wirkung, welche sie entfalten sollen, abhängig ist von dem Grade ihrer Absorption, wird es notwendig sein, möglichst viel davon durch die Gewebe hindurch zu schicken, mit anderen Worten: mit einer möglichst großen Mesothoriumquantität zu arbeiten. Nun wäre es ja denkbar, daß man die zu geringe

¹⁾ Es ist dies nicht ganz richtig ausgedrückt, da man das Mesothorium nach Radiumaktivitäten mißt, d. h. also: wenn man 10 mg Mesothorium kauft, so bekommt man dasjenige Quantum der Substanz, welches die gleiche Strahlenmenge aussendet wie 10 mg Radiumbromid.

Menge an strahlender Substanz durch eine längere Dauer der Bestrahlung ersetzen könnte, so daß man z. B. mit 5 mg Mesothorium etwa 20 mal so lange bestrahlen müßte als mit 100 mg. Es hat sich aber herausgestellt, daß dieser Ersatz nur bis zu einem gewissen Grade möglich ist, über welchen hinaus für den Organismus mehr Schaden als Nutzen gestiftet werden kann. Der oben erwähnte außerordentliche Verlust an Strahlenaktivitäten, welcher durch Filtrierung der Strahlen mittels Blei, Silber, Aluminium, Platin usw. erreicht wird, und die Notwendigkeit, möglichst viele γ -Strahlen längster Reichweite bei der Krebsbehandlung zu verwenden, da viele Krebse sehr tief liegen, von dicken Schichten Muskeln und Haut bedeckt und daher oft schwer zugänglich sind, machen es also unbedingt erforderlich, die Mesothorium- oder Radiumquantität so hoch wie möglich zu wählen. Die Richtigkeit dieser Rechnung bestätigen die Erfolge von Professor *Gauß* in Freiburg beim Gebärmutterkrebs, bei dessen Bestrahlung mindestens 100, aber auch 2—300 und mehr Milligramm Mesothorium auf einmal zur Verwendung kamen. Man hatte früher schon Heilversuche mit Radium am menschlichen Krebs vorgenommen, aber nie mit so großen Mengen, so daß man wegen zu geringer Erfolge bald davon abgekommen ist. Dies mag wohl auch dazu beigetragen haben, daß das Radium in letzter Zeit ziemlich in den Hintergrund treten mußte, es ist aber sehr wahrscheinlich, daß nach Erhöhung der Dosis die ungünstige Meinung über seine Wirksamkeit bald eine Korrektur erfahren wird. Es würde sich dann vielleicht nur noch um die Frage handeln, ob die filtrierte Strahlung beider Substanzen, des Mesothoriums sowohl wie des Radiums, nicht noch in ihrem physikalischen wie biologischen Verhalten voneinander verschieden ist; denn es wäre doch denkbar, daß die γ -Strahlung der einen Substanz weiter reichte oder die Krebszellen energischer zerstörte als die der anderen; eine Eigenschaft, die natürlich letzten Endes die Entscheidung über die Brauchbarkeit des einen oder des anderen Mittels wesentlich beeinflussen würde. Die Frage, welchem von beiden Metallen der Vorrang gebühre, muß aber erst in der Zukunft entschieden werden. Ich möchte hier eines anderen, ganz wesentlichen Unterschiedes zwischen Radium und Mesothorium Erwähnung tun, welcher in rein praktischer Beziehung von Bedeutung ist. Wenn wir uns vorstellen, daß die von beiden Metallen ausgesandte Strahlung durch Energiemengen hervorgerufen wird, welche bei dem fortwährenden Zerfall der Ausgangssubstanz, wie dies jetzt allgemein angenommen wird, frei werden, so wird die Geschwindigkeit, mit der dieser Zerfall vor sich geht und die Quantität sich erschöpft, von außerordentlicher Wichtigkeit sein. Sie ist für jeden radioaktiven Körper konstant und charakteristisch und man hat die Zeit, in welcher der betreffende Körper zur Hälfte der Ausgangsmenge zerfällt, seine Halbwertszeit oder Zerfallsperiode

genannt. Diese beträgt für Radium etwa 1800 Jahre, also praktisch unendliche Zeit, für Mesothorium dagegen ist sie sehr kurz, nämlich 5,5 Jahre. Eine solche enorme Differenz dürfte trotz dem doppelt so hohen Preise des Radiums — allerdings gleiche Wirksamkeit vorausgesetzt — diesem den Vorzug geben.

Gegenwärtig ist der Vorteil der beträchtlich größeren Billigkeit des Mesothorium völlig illusorisch. Infolge der großen Nachfrage der letzten Jahre wurde sämtlicher Mesothoriumvorrat in Deutschland den großen Kliniken und Krankenhäusern abgegeben und ist aufgebraucht. Es ist zurzeit Mesothorium käuflich nicht erhältlich. Dadurch, daß das Mesothorium nur als Nebenprodukt des Thoriumoxyds gewonnen wird, aus welchem die Glühkörper des Gasglühlichts fabriziert werden, muß seine Produktion mit der dieses Stoffes parallel gehen. Sie ist also auch von der Glühkörperindustrie abhängig. Da aber der Bedarf an Mesothorium bei weitem größer war, als daß er durch die gelegentlich der Thoriumfabrikation sich ergebende Menge gedeckt werden konnte, und da diese aus gewissen, hier nicht näher zu erörternden Gründen nicht weiter gesteigert werden kann, kommt es zu der merkwürdigen Erscheinung, daß zurzeit kein Mesothorium käuflich zu haben ist, trotzdem schließlich der Preis um etwa 100—150 M. pro Milligramm gestiegen ist.

Das Ausgangsmaterial für die Mesothoriumgewinnung ist der Monazitsand, welcher hauptsächlich in Brasilien gefunden wird und ca. 5 % Thoriumoxyd enthält. Das Thorium gehört seinem chemischen Verhalten nach zu den seltenen Erden. Es ist selbst radioaktiv (α -strahlend). Zur Darstellung des Mesothoriums¹⁾ wird der Monazitsand mit konzentrierter Schwefelsäure in Lösung gebracht, wobei ein Rückstand hinterbleibt, welcher das Mesothorium zusammen mit dem Radium als unlösliches Sulfat enthält. Dieser Rückstand, der zum größten Teil aus Baryum- und Bleisulfat besteht, wird durch Kochen mit Soda in Carbonat umgewandelt und dieses in Salz- oder Bromwasserstoffsäure gelöst und fraktioniert kristallisiert. Dieses Verfahren ist analog der Radiumgewinnung aus den Uranpecherzrückständen. Da das Mesothorium in chemischer Hinsicht dem Radium außerordentlich ähnlich ist, kommen für beide Stoffe im Prinzip die gleichen Darstellungsweisen in Betracht. Dieses sogenannte *technische* Mesothorium enthält immer bis zu einem gewissen Grade (ca. 25 %) das α - und β -strahlende Radium. Während das *reine* Mesothorium II nur β - und γ -Strahlen aussendet, strahlt daher das technische Mesothorium neben diesen auch α -Strahlen aus. Zu ihnen addieren sich dann noch die α -Strahlen des Radiothors,

¹⁾ Die Angaben über die Gewinnung des Mesothoriums verdanke ich der Liebenswürdigkeit der Herren Dr. *Mayer* und Dr. *Keetman* von der Auer-Gesellschaft.

eines Zerfallsproduktes des Mesothors. Wenn wir die Zerfallsreihe des Mesothoriums durchgehen, so kommen wir zu folgenden Daten:

Thorium	α -strahlend,
Mesothorium I.	nicht strahlend,
Mesothorium II.	β -, γ -strahlend,
Radiothorium.	α -strahlend,
Thorium X.	α -(β) strahlend,
Thoriumemanation	} α -strahlend.
Thorium A.	

Alle auf das Radiothor folgenden Zerfallsprodukte sind sehr kurzlebig, d. h. während das Radiothor noch eine Halbwertszeit von 2 Jahren besitzt, läßt sich dieselbe für das Thorium X und die folgenden nach Stunden, Minuten und Sekunden berechnen. Von diesen rasch zerfallenden Substanzen scheint das Thorium X berufen, in der Medizin eine bedeutsame Rolle zu spielen, da es sich relativ billig herstellen und durch seine Wasserlöslichkeit in unschädlicher Form dem Organismus einverleiben läßt. Dadurch eben, daß es so schnell zerfällt, kommt eine ziemlich energische Strahlung zustande, welche nicht nur aus den weichen α -Strahlen, sondern letzten Endes auch aus durchdringenden γ -Strahlen besteht. Diese kommen daher, daß die Thoriumemanation weiter zu einer Reihe von Endprodukten (Thorium B, C₁, C', Thorium C₂, Thorium D), der sogenannten induzierten Aktivität, zerfällt, wovon das letzte noch bekannte Thorium D γ -Strahlung besitzt.

Zur Charakterisierung der schon mehrfach erwähnten 3 Strahlengattungen sei ganz kurz bemerkt, daß die α -Strahlen korpuskuläre, elektropositiv geladene Elemente sind, welche, wie man annimmt, nichts anderes als Heliumatome darstellen. Sie sind den Kanalstrahlen außerordentlich ähnlich, sind sehr wenig durchdringend und werden daher von ganz dünnen Schichten Papier, Stanliol oder Glimmer völlig absorbiert. Sie besitzen am meisten — die β -Strahlen nur zum Teil — die Eigenschaft, die Luft zu ionisieren. Hierauf beruht die Verwendung des Mesothoriums in verschiedenen Betrieben, in denen schädliche elektrische Ladungen auftreten können. Durch die Ionisation der Luft wird eine etwa durch Reibung entstehende Ladung sofort abgeleitet; dies ist von besonderer Wichtigkeit bei Pulvermühlen, in denen durch das Auftreten elektrischer Spannungen leicht Funkenbildung und damit Explosionsgefahr entstehen kann.

Die β -Strahlen sind Elektronen mit negativer Ladung und den Kathodenstrahlen vergleichbar. Die Geschwindigkeit, mit der sie ausgesandt werden und damit ihre Penetrationskraft, ist außerordentlich verschieden. Man teilt sie daher in weiche und harte β -Strahlen ein, von denen die letzteren den γ -Strahlen an Wirksamkeit ziemlich gleichkommen.

Die γ -Strahlen werden mit den Röntgenstrahlen verglichen, sind aber penetrierender als die

härtesten Röntgenstrahlen. Sie können mit Leichtigkeit relativ große Metallschichten durchdringen, sie durchsetzen daher auch den menschlichen Körper und werden auf diese Weise nur schwer zur Absorption gebracht. Es ist weiter oben auseinandergesetzt worden, wie sehr diese Eigenschaft bei der therapeutischen Verwendung des Mesothoriums zu berücksichtigen ist. Die γ -Strahlen vermögen die Luft nur in sehr geringem Maße zu ionisieren.

Die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der radioaktiven Elemente sind hauptsächlich am Radium erforscht worden, und da das Mesothorium dem Radium außerordentlich ähnlich ist, kommt ihm das gleiche Verhalten zu. Es seien die hauptsächlichsten dieser Eigenschaften hier kurz erwähnt. Die Strahlen der radioaktiven Substanzen sind imstande, gewisse geeignete Körper zur Fluoreszenz zu bringen. So leuchtet der Baryumplatincyansschirm durch Mesothoriumstrahlen auf, und zwar durch die Gesamtheit der Strahlung, während z. B. Zinksulfid besonders durch die α -Strahlen zum Leuchten gebracht wird. Dieses geschieht nicht stetig, sondern in Intervallen explosionsartig, in Form von Scintillationen. Sie können mittels einer Lupe gezählt werden, so daß ein geeignet gebautes Instrument derart zur genauen Zählung von α -Strahlen dienen kann. Auch der Nachweis, ob eine Mesothorium enthaltende Kapsel luftdicht abgeschlossen ist oder ob sie die gasförmige Thoriumemanation hindurchläßt, kann durch Beobachtung der Scintillationen erbracht werden.

Sehr interessant und eigentlich oft unerklärt sind die Farbenveränderungen gewisser Substanzen, besonders der Minerale. So wird der farblose Diamant vielfach bräunlich, Glas und Porzellan bekommen unter dem Einfluß der radioaktiven Strahlung eine meist braune oder violette Färbung. Am bekanntesten ist die Wirkung der Strahlen auf Silberverbindungen, hat doch die Schwärzung der photographischen Platte durch Radium zur Entdeckung der Radioaktivität geführt. Wasser wird in seine Bestandteile zerlegt, es bildet sich freier Wasserstoff. Läßt man ausschließlich die β -Strahlung auf Wasser einwirken, so entwickelt sich Wasserstoff und der Sauerstoff wird zur Bildung von Wasserstoff-superoxyd verwendet. Durch Einwirkung von radioaktiver Strahlung wird die atmosphärische Luft ozonisiert. Diese Bildung von Ozon ist deshalb von großem Interesse, weil durch sie eine Reihe von chemischen Reaktionen, die dem direkten Einfluß der radioaktiven Strahlen zugeschrieben wurden, als sekundäre Oxydationen durch Aktivierung des Luftsauerstoffes erklärt werden können (C. Neuberg). Als nicht erwiesen kann die Einwirkung radioaktiver Substanzen auf die Harnsäure bzw. ihre Salze, die Urate, angesehen werden. Die Behauptung, die günstigen Erfolge von Radium und Mesothorium bei der Gicht seien auf eine durch die Strahlung bedingte leichtere

Löslichkeit der harnsauren Salze zurückzuführen, hat einer eingehenden Kritik nicht standgehalten. Ebenso ist die Behauptung nicht unbestritten geblieben, daß sich Lecithin unter dem Einfluß radioaktiver Substanzen zersetzen solle. Den schlagendsten Beweis für die Unrichtigkeit dieser Annahme hat wohl *O. Hertwig* gegeben. Er bestrahlte Froscheier mit Radium und sah, daß nach Bestrahlung des eine viel größere Menge Lecithin als die Spermatozoen enthaltenden Eies und nach Befruchtung mit unbestrahlten, normalen Spermatozoen dieses unbeschädigt blieb, so daß keine verkümmerten Larven sich entwickelten, daß jedoch „radiumkranke“ Individuen entstanden, sobald die befruchtenden Samenfäden vorher mit Radium bestrahlt waren.

Die Radiumkrankheit der experimentell erzeugten Frosch- usw. Larven besteht darin, daß sowohl die verschiedenen Entwicklungsstadien der Eier durch Bestrahlung gestört wurden, als auch aus diesen dann Embryonen entstanden, welche kleiner waren als die von normalen Eiern und Samenfäden stammenden Embryonen, und welche vor allen Dingen auffällige Mißbildungen aufwiesen (Bauchwassersucht, Verkümmern der Kiemen usw.). Die Organsysteme waren dabei nicht gleichmäßig geschädigt, sondern waren verschieden betroffen: am stärksten das Zentralnervensystem, dann Herz und Blut, darauf Sinnesorgane und Muskeln. Das Auftreten pathologischer Embryonalformen nach getrennter Bestrahlung habe ich schon oben kurz erwähnt.

Der Angriffspunkt der Radiumwirkung ist also nicht im Lecithin des Eidotters, sondern im chromatinreichen Kopf (Kern) des Samenfadens zu suchen. Weitere Beobachtungen stützen diese Annahme: *Hertwig* sah weitgehende Veränderungen der Kernteilungsfiguren von *Ascaris megalocephala* nach Radiumbestrahlung, *Körnicker* — auf botanischem Gebiete — Schädigungen der Kerne an den Vegetationskegeln von Wurzeln und an jungen Blüten. Auch das bekannte langsamere, durch starke Dosen sogar völlig aufzuhebende Auskeimen vorher bestrahlter Pflanzensamen sowie die nachgewiesene Entwicklungshemmung von Bakterien in der Kultur und von Protozoen dürfte wohl auf die Radiosensibilität des Chromatins zurückzuführen sein. Überhaupt scheint in dieser speziellen Kernschädigung der springende Punkt für die therapeutische Wirksamkeit von Radium und Mesothorium zu liegen. Überall da, wo Zellen vorhanden sind, welche in lebhafter Teilung und Vermehrung begriffen sind, wie bei den bösartigen und z. T. auch gutartigen Geschwülsten oder bei entzündlichen Neubildungen, ferner bei den männlichen und weiblichen Keimdrüsen, sehen wir eine erhöhte Radiumempfindlichkeit, die das andere Gewebe nicht besitzt. Dasselbe läßt sich von den weißen Blutkörperchen der Milz und des lymphatischen Apparates feststellen. Hier können wir eine weitgehende Analogie mit den Röntgenstrahlen konstatieren, welche in gleicher

Weise wirken wie die radioaktive Strahlung. Es ist nun ganz interessant, bei dieser allgemeinen Übereinstimmung auch einen Befund zu registrieren, welcher von gegensätzlichen Wirkungen der Radium- und Röntgenstrahlen berichtet. *Riehl* und *Schramek* referieren in ihrer Abhandlung über das Radium einen Versuch von *Freund* und *Kaminer*, nach welchem das der normalen Haut zukommende Zerstörungsvermögen gegenüber Karzinomzellen durch starke Röntgenbestrahlung aufgehoben, durch Radiumbestrahlung dagegen erhöht werden konnte.

Schließlich ist hier noch der Einfluß radioaktiver Substanzen auf die Fermente zu erwähnen, der sich bald in einer Aktivierung, bald in einer Hemmung äußert. Versuche in dieser Richtung sind mit Pepsin, Pancreatin, Chymosin, Emulsin u. a. angestellt worden, die Ergebnisse jedoch von mancher Seite nicht unbestritten geblieben. *C. Neuberg* hat die durch radioaktive Strahlung hervorgerufene beschleunigte Autolyse als Aktivierung des autolytischen Fermentes aufgefaßt, ebenso wie er bei der Radiosensibilität des Chromatins nicht an direkte Radiumwirkung, sondern an enzymatische Prozesse denkt. Er glaubt — da die Erfahrungen über die meisten chemischen, physikalischen und biologischen Wirkungen von radioaktiven Substanzen nur mit sehr starken Präparaten und unter den günstigsten experimentellen Bedingungen gewonnen worden sind —, daß zwar die Möglichkeit einer direkten Radiumwirkung besteht, daß man jedoch in Anbetracht der medikamentös verabfolgten, relativ geringen Dosen „bei Anwendung in der Biologie am ehesten an katalytische Effekte der radioaktiven Substanzen und an Beziehungen derselben zu enzymatischen Prozessen wird denken müssen“.

Das Mesothor gelangt in der Medizin in Form von Kapseln, Platten, Röhren zur Anwendung, deren Gestalt dem Ort der Applikation möglichst angepaßt sein soll: Zur äußerlichen Behandlung, z. B. auf der Haut, wird daher die flächenhafte Anordnung in Kapsel- oder Plattenform bevorzugt, bei der das Mesothor meist durch ein Glimmerplättchen geschützt wird; zur Behandlung in der Tiefe, wie auf den Schleimhäuten, z. B. des Kehlkopfes, der Speiseröhre, des Darmes, der Vagina usw., hat sich vorzugsweise die röhrenförmige Apparatur bewährt. Da das Glimmerplättchen der Kapseln sämtliche α - und noch einen Teil der (weicheeren) β -Strahlen absorbiert, hat man das Mesothor auch in einer dünnen Lack- oder Emailleschicht fein verteilt, so daß bei dieser Anordnung auch der weichere Anteil der Gesamtstrahlung, der vorzüglich für die Behandlung gewisser Hauterkrankungen in Betracht kommt, ausgenützt werden kann. Von den Zerfallsprodukten findet, wie schon erwähnt, hauptsächlich das Thorium X in der Medizin Verwendung, und zwar wird es in gelöster Form teils per os, teils subkutan oder intravenös dem Organismus einverleibt. Auch lokal appliziert, d. h. auf die

erkrankte Stelle aufgepinselt oder in Form von Salbe aufgelegt, ist es wirksam, allerdings bedeutend schwächer als das Mesothorium.

Abgesehen von der Behandlung des Krebses wird das Mesothorium auf den verschiedensten Gebieten der Medizin angewandt, seine Indikationsmöglichkeiten sind heute noch nicht erschöpft und es werden täglich mehr erschlossen. So sehen wir auf dem Gebiet der inneren Medizin, daß akute oder chronische Gelenkerkrankungen — besonders letztere — mit Erfolg behandelt werden. Sehr günstig wirkt nach den Berichten verschiedener Autoren das Thorium X bei der Gicht; wir haben jedoch oben schon erwähnt, daß dieser heilsame Einfluß nicht von einer erhöhten Löslichkeit der Harnsäure durch die Bestrahlung herührt. Gewisse Herzerkrankungen, ganz besonders aber die Affektionen des Blutes und der blutbildenden Organe werden unter Einwirkung der Strahlentherapie sehr gebessert, so wird über weitgehende, an Heilung grenzende Remissionen bei der perniziösen Anämie wie auch bei der Leukämie berichtet. Ganz erfolglos dagegen hat sich bisher das Mittel bei der Tuberkulose der Lungen erwiesen, hingegen ist die Bestrahlung tuberkulöser Gelenke, Knochenkrankungen und Fisteln häufig von Erfolg begleitet. Das gleiche gilt für die Tuberkulose der Haut und der Schleimhaut (Nase, Mund), den Lupus, und die tuberkulösen Erkrankungen der Lymphdrüsen. Nervöse Beschwerden der peripheren Nerven, wie Neuralgie, Ischias, die heftigen Schmerzen bei Tabes können durch Bestrahlung gelindert oder beseitigt werden. Nach den neuesten Veröffentlichungen sollen sich manche Formen von Schwerhörigkeit oder Taubheit, die bisher jeder Behandlung getrotzt hatten, als durch Bestrahlung einflußbar erweisen. Auch auf verschiedene Erkrankungen des Auges wird das Anwendungsgebiet des Mesothoriums neuerdings ausgedehnt. In der Gynäkologie erweisen sich die Mesothoriumstrahlen von annähernd analoger Wirkung wie die Röntgenstrahlen. Die Ovarien reagieren gemäß ihrer erhöhten Radiosensibilität besonders leicht: Es gelingt so die Sterilisierung der Frau, die Stillung von Blutungen. Ebenso werden chronisch entzündliche Erkrankungen wie auch die gutartigen Neubildungen des Uterus, die Myome, in günstigem Sinne einflußt. Sehr groß ist das Anwendungsgebiet des Mesothoriums in der Dermatologie. Die verschiedenartigsten Erkrankungen der Haut können durch Mesothoriumbestrahlung geheilt werden. Ganz besonders erwünscht ist hierbei der ausgezeichnete kosmetische Effekt, welcher nach der Mesothoriumbestrahlung resultiert. Er ist sehr wichtig bei allen den vielen Erkrankungen, welche im Gesichte lokalisiert sind und dieses verunstalten; ich erinnere hier an die großen Feuer- und Flammenmaler, an die schwarzen oder dunkelbraunen Pigmentmaler, an die kirschenförmigen, vorspringenden, dunkelrot gefärbten Gefäßtumoren, die bisher nur sehr schwer zu

behandeln waren und bei denen meistens hinterher eine entstellende Narbe die Folge war.

Ganz ausgezeichnet wird das Carcinom der Haut beeinflusst. Fast jeder Hautkrebs reagiert in günstigem Sinne auf die Mesothoriumbestrahlung, es gelingt oft in einer einzigen Sitzung, die Geschwulst zu beseitigen. Es werden sehr weitgehende Erfolge erzielt, so daß man beim Hautkrebs von klinischer Heilung sprechen kann. Mit einer definitiven Beurteilung muß man jedoch noch zurückhaltend sein, da die Beobachtungszeit — etwa 2 Jahre — noch zu kurz ist. Wie vorsichtig man gerade in dieser Beziehung sein muß, lehrt ein in der Breslauer Klinik beobachteter Fall von einem Hautkrebs, der im Jahre 1905 mit Radium bestrahlt und in demselben Jahre als geheilt vor Ärzten demonstriert worden ist, und welcher sich jetzt — also nach 8 Jahren — mit einem Recidiv an derselben Stelle in der Klinik vorgestellt hat. Diese und womöglich noch größere Vorsicht wird man auch trotz den zweifellos bestehenden sehr günstigen Erfolgen der *anderen* medizinischen Disziplinen bei der Beurteilung, ob ein Krebs definitiv geheilt ist oder nicht, walten lassen müssen, weil diese oft durch den Sitz in der Tiefe der menschlichen Gewebe dem kritischen Auge nicht so zugänglich sind wie gerade die Krebse der Haut. Wir werden also vorerst nicht von Heilungen, sondern von sehr weitgehenden, manchmal an Heilung herankommenden Besserungen zu sprechen haben. Und solche können bei sehr vielen Krebsen verschiedenster Lokalisation erzielt werden. Es ist manchmal erstaunlich, wie rasch sich als inoperabel angesehene und vom Chirurgen preisgegebene Carcinome zurückbilden und die Patienten, die vorher körperlich verfallen waren, sich mit der Verkleinerung des Tumors wieder erholten. Allerdings muß hier betont werden, daß nicht alle Krebse auf Bestrahlung reagieren und daß es unter den reagierenden auch solche gibt, die sich trotz der intensivsten Behandlung nur recht langsam zurückbilden (sogenannte refraktäre Fälle). Es muß dann natürlich versucht werden, auf andere Weise der Erkrankung beizukommen. Die Strahlentherapie ist ja nur *eine* der Methoden, welche der modernen Krebsbehandlung zur Verfügung stehen, und die, wenn irgend zugänglich, gemeinsam angewendet werden sollten. Um bloß einiges anzuführen, läßt sich die Mesothoriumbehandlung z. B. mit der Chirurgie kombinieren derart, daß inoperable Fälle zuerst bestrahlt und verkleinert werden, dann vom Chirurgen operiert und schließlich das ganze Gebiet nochmals bestrahlt wird. Oder es wird die Röntgenbehandlung mit Mesothoriumbestrahlung gemeinsam vorgenommen. Ferner werden gewisse Substanzen, insbesondere verschiedene Metallverbindungen zur Behandlung mit herangezogen, welche einerseits direkt schädlich auf die Tumoren wirken können, z. B. die Arsenverbindungen, andererseits dadurch, daß sie den Körper gewissermaßen imprägnieren, zu einer

Sensibilisierung auch des carcinomatösen Gewebes gegenüber Röntgen- oder Mesothoriumstrahlen führen.

Die Erfolge sind vorhanden und sie sind, wie ich eingangs erwähnt habe, aussichtsvoll zu nennen. Natürlich ist es bei einer so jungen Behandlungsmethode nicht möglich, mehr oder sogar etwas Definitives zu sagen. Soviel läßt sich feststellen, daß der Kampf gegen den Krebs auf allen Gebieten der medizinischen Wissenschaft aufgenommen worden ist. Wieviel erreicht wird, ist oft nur eine Frage der Technik, das beweisen die Erfolge der modernen Strahlentherapie, welche mit ganz veränderter Methodik wie die frühere an die Krebsbehandlung herangegangen ist. Sie entwickelt sich langsam, weil sie leider in vielen Fällen auf das Tierexperiment verzichten muß. Denn daß Tierkrebs und Menschenkrebs therapeutisch häufig sehr verschiedene Dinge sind, haben wir erst kürzlich wieder erfahren müssen, als uns die Vertreter der modernen Chemotherapie — v. Wassermann, Neuberg und Caspari u. a. — neue Mittel bekanntgaben, die ausgezeichnete Dienste gegen den Mäusekrebs leisteten. Beim Menschen waren sie vorläufig meist unwirksam, jedenfalls in den Dosen, die von diesen sehr giftigen Stoffen medikamentös verabfolgt werden konnten. Wir stehen mit der Krebsbehandlung an einem Anfange und deshalb wird wohl die Statistik der Krebssterblichkeit für 1913 eine Herabsetzung noch nicht zeigen, wie das schon gefordert worden ist. Es steht jedoch zu hoffen, daß durch den Kampf gegen den Krebs, der gemeinsam auf der ganzen Front geführt wird, bei der Fortentwicklung der Methodik und bei engem Zusammenschluß von Wissenschaft und Technik, der bisher so schöne Erfolge gezeigt hat, die stetig sich aufwärtsbewegende Kurve der Krebssterblichkeit zum Beugen gebracht wird.

Besprechungen.

Planck, Max, Vorlesungen über Thermodynamik. 4. Auflage. Leipzig, Veit & Co., 1913. VIII, 288 S. und 5 Figuren im Text. Preis geb. M. 7,50.

Die vorliegende 4. Auflage des Planckschen Buches ist ein unveränderter Abdruck der 3. Auflage. Da indessen beim Erscheinen der 3. Auflage (1911) diese Zeitschrift noch nicht bestand, so sei es gestattet, jetzt die Gelegenheit zu ergreifen und dem eigenartigen und bedeutenden Werk einige Worte zu widmen.

Man kann die Thermodynamik nach 3 verschiedenen Methoden behandeln. Die erste Methode, die man wohl als die mikroskopische bezeichnen kann, geht von der Tatsache aus, daß Wärme nichts anderes ist, als Bewegung der Moleküle und Atome. Auf dieser Vorstellung fußend hat sich die kinetische Theorie der Materie entwickelt, die die einzelnen Moleküle und Atome auf ihren Wegen rechnerisch verfolgt und dann durch Mittelwertbildung über die ungeheuer große

Zahl aller Moleküle die makroskopischen Gesetze der Thermodynamik gewinnt.

Dieser kinetisch-mikroskopischen Methode steht eine zweite allgemein kinetische Methode gegenüber, die namentlich von Helmholtz ausgebildet worden ist. Diese beschränkt sich auf die ganz allgemeine Vorstellung, daß Wärme eine mechanische Bewegung sei, vermeidet es indessen grundsätzlich, die spezielle Art dieser Bewegung näher zu definieren.

Am fruchtbarsten hat sich bisher eine dritte Behandlung der Thermodynamik erwiesen. Diese dritte rein makroskopische Methode sieht von jeder Vorstellung von dem Wesen der Wärme prinzipiell ab. Sie geht statt dessen von einigen Erfahrungstatsachen allgemeiner Natur aus, formuliert sie mathematisch und entwickelt aus diesen Grundformeln rein rechnerisch eine große Reihe neuer Formeln und Sätze, die das System der Thermodynamik ausmachen. Diese Methode ist es, die Planck in dem vorliegenden Werk ausschließlich benutzt.

Die Darstellung nimmt ihren Ausgang von den grundlegenden Definitionen der Thermodynamik: den rein physikalischen Begriffen der Temperatur, des Druckes und Volumens, der Wärmemenge und der spezifischen Wärme und dem aus der Chemie entlehnten Begriff des Molekulargewichts. Gleichsam als Einleitung wird der typische Fall der *idealen Gase* behandelt. Steht ein ideales Gas vom spezifischen Volumen v , von der absoluten Temperatur T und vom Molekulargewicht m unter einem gleichmäßigen Druck p , so ist

$$p v = \frac{R}{m} T,$$

wo R eine für alle Gase gleiche Konstante (die „absolute Gaskonstante“) ist. Diese Gleichung heißt die *Zustandsgleichung* des Gases. Kennt man die Zustandsgleichung einer Substanz, so gewinnt man durch Differentiation der Zustandsgleichung nach den Variablen p , v , T sofort das Verhalten der Substanz bei Änderungen des Druckes, des Volumens und der Temperatur, d. h. man gelangt zur Definition des Spannungskoeffizienten, des Elastizitätskoeffizienten und des Ausdehnungskoeffizienten.

Nähern sich die Gase dem Verflüssigungspunkt, so entfernen sie sich vom idealen Zustand und ihre Zustandsgleichung ändert sich. Gute Dienste leistet hier die bekannte *van der Waalssche Zustandsgleichung*, die den idealen Gaszustand und den flüssigen Zustand als Spezialfälle umfaßt und daher auch den Übergang von einem Zustand in den anderen, d. h. den Prozeß der Kondensation darstellt. Die van der Waalssche Gleichung führt daher folgerichtig zu dem sogenannten *kritischen Punkt*, oberhalb dessen keine Kondensation möglich ist.

Das ganze Gebäude der Thermodynamik ruht nun auf zwei Grundpfeilern: Auf den aus der Erfahrung abgeleiteten beiden *Hauptsätzen der Wärmetheorie*.

Der *erste Hauptsatz* ist nichts anderes als das Prinzip von der Erhaltung der Energie, das Planck folgendermaßen formuliert: Geht ein System von einem Zustand 1 auf irgend einem Wege in einen Zustand 2 über, wobei seine Energie vom Werte U_1 bis zum Werte U_2 wächst, so ist

$$U_2 - U_1 = Q + A,$$

wo Q die dem System zugeführte Wärme, A die von außen an dem System geleistete Arbeit darstellen.

Ist das System nach außen abgeschlossen, unterliegt es also keinen äußeren Wirkungen, so ist $U_2 = U_1$, d. h. seine Energie bleibt konstant.

Den so formulierten 1. Hauptsatz wendet Planck zuerst auf *homogene Systeme* an, speziell auf ideale Gase. Unter Benutzung des *Joule-Kelvinschen* Satzes, daß die Energie idealer Gase von ihrem Volumen unabhängig ist, gelangt man dann durch einfache mathematische Operationen zu einer Reihe bemerkenswerter thermodynamischer Gesetze, unter denen die beiden wichtigsten angeführt seien: Sind c_p und c_v die spezifischen Wärmen des Gases bei konstantem Druck und konstantem Volumen, so gilt für jedes Gas

$$c_p - c_v = \frac{R}{m}$$

und für die Energie der Masseneinheit des Gases folgt

$$u = c_v T + \text{const.}$$

Auch der bekannte umkehrbare *Carnotsche Kreisprozeß* wird hier behandelt, bei dem entweder Wärme zum Teil von höherer zu niedriger Temperatur übergeht, zum Teil in Arbeit verwandelt wird; oder bei dem Wärme von niedriger Temperatur zu höherer übergeht und zugleich Arbeit von außen geleistet wird.

An zweiter Stelle wendet Planck den ersten Hauptsatz auf *nicht homogene Systeme* an und gelangt so zu den folgenden wichtigen Sätzen der *Thermochemie*:

1. Die bei thermochemischen Prozessen nach außen abgegebene Wärme (die sog. *Wärmetönung* des Prozesses) ist gleich der Abnahme der Energie des Systems für Prozesse, die bei konstantem Volumen verlaufen.

2. Die Wärmetönung ist dagegen gleich der Abnahme der Gibbsschen Wärmefunktion $U + pV$ für Prozesse, die bei konstantem Druck verlaufen (dabei sind U , p , V Energie, Druck und Volumen des Systems).

Der zweite Grundpfeiler, auf dem das Gebäude der Thermodynamik ruht, ist der *zweite Hauptsatz*. Er beschäftigt sich mit einer Frage, die der erste Hauptsatz gar nicht berührt, nämlich mit der Frage nach der *Richtung* eines in der Natur eintretenden Prozesses. Man kann bekanntlich alle Naturprozesse einteilen in *reversible* (die vollständig rückgängig gemacht werden können) und *irreversible*. Bei den reversiblen Prozessen ist der Anfangs- und Endzustand des Systems gewissermaßen gleichwertig. Bei irreversiblen Prozessen dagegen, die nur in *einer* Richtung verlaufen können, ist der Endzustand vor dem Anfangszustand durch eine gewisse Eigenschaft ausgezeichnet. Die Bedeutung des zweiten Hauptsatzes besteht nun gerade darin, daß er ein Kriterium dafür liefert, ob ein Prozeß reversibel oder irreversibel ist, und daß er dadurch die Frage beantwortet, in welcher Richtung ein Naturprozeß ablaufen kann. Der zweite Hauptsatz lehrt nämlich, daß sich für jedes abgeschlossene System eine bestimmte Zustandsgröße definieren läßt, die die Eigenschaft besitzt, bei reversiblen Änderungen des Systems konstant zu bleiben, bei irreversiblen Änderungen dagegen stets zu wachsen. Diese Größe heißt die *Entropie* des Systems. Man kann demnach mit Planck den zweiten Hauptsatz folgendermaßen formulieren: „Jeder in der Natur stattfindende physikalische und chemische Prozeß verläuft in der Art, daß die Summe der Entropien sämtlicher an dem Prozeß irgendwie beteiligter Körper vergrößert wird. Im Grenzfall, für reversible Prozesse, bleibt jene Summe ungeändert.“

Die Entropie S eines beliebigen Körpers, dessen Druck und Temperatur p und T sind, ist durch die Differentialgleichung

$$dS = \frac{dU + p dV}{T}$$

definiert, die die Änderung der Entropie (dS) mit der Änderung der Energie (dU) und des Volumens (dV) verknüpft.

Die so definierte Größe S hat die Eigenschaft, bei adiabatischen (d. h. ohne Wärmezufuhr oder -abgabe erfolgenden) reversiblen Änderungen des Körpers konstant zu bleiben. Wird dagegen dem Körper bei der Temperatur T die Wärme Q zugeführt bzw. entzogen, so wächst bzw. sinkt die Entropie des Körpers um $\frac{Q}{T}$

(wenn die dabei eintretende Volumenänderung des Körpers in reversibler Weise erfolgt). Macht endlich — und das ist das Wesentlichste — der Körper eine Zustandsänderung durch, ohne in anderen Körpern Änderungen zu hinterlassen, so ist im Endzustand die Entropie entweder größer oder ebenso groß wie im Anfangszustand. Im ersten Falle ist der Prozeß irreversibel, im zweiten reversibel.

Aus der Kombination des ersten und zweiten Hauptsatzes lassen sich nun zunächst allgemeine Folgerungen ziehen, die die Bedingungen des Eintritts irgendeiner physikalischen oder chemischen Änderung betreffen. Diese *Bedingungen für den Ablauf eines Naturprozesses* lassen sich mathematisch stets dadurch ausdrücken, daß eine bestimmte Zustandsgröße des Systems zunimmt, abnimmt oder konstant bleibt. Der Prozeß wird daher *nicht* ablaufen, d. h. *es wird Gleichgewicht bestehen*, wenn diese Zustandsgröße ein Maximum oder Minimum besitzt. Man nennt diese Größe die *charakteristische Funktion* oder das *thermodynamische Potential*; sie hat verschiedene Formen, je nach den äußeren Bedingungen, unter denen das System steht. Bei *adiabatischen* Prozessen ist die Entropie selbst thermodynamisches Potential. Sie wächst oder bleibt konstant, je nachdem der Vorgang irreversibel oder reversibel ist. Gleichgewicht besteht daher, wenn die Entropie ein Maximum besitzt. Bei *isothermen* Vorgängen spielt die Rolle des thermodynamischen Potentials die von Helmholtz eingeführte *freie Energie*:

$$F = U - T \cdot S.$$

Verläuft der Prozeß — wie das bei den meisten chemischen Prozessen der Fall ist — ohne Arbeitsleistung oder -verbrauch, so nimmt die freie Energie ab oder bleibt konstant, je nachdem der Prozeß irreversibel oder reversibel ist. Im Gleichgewichtszustand ist die freie Energie ein Minimum. Bei *isotherm-isobaren* Vorgängen endlich (d. h. bei Prozessen, die bei konstanter Temperatur und konstantem Druck verlaufen) ist das thermodynamische Potential die Größe

$$\phi = S - \frac{U + pV}{T};$$

sie nimmt zu oder bleibt konstant, je nachdem der Prozeß irreversibel oder reversibel ist. Der Gleichgewichtszustand ist daher durch ein Maximum von ϕ charakterisiert.

Die Anwendungen, die Planck vom zweiten Hauptsatz auf spezielle Gleichgewichtszustände macht, sind so mannigfaltiger Natur, daß wir sie hier nur summarisch behandeln können.

An erster Stelle werden *homogene Systeme* betrachtet. Hier wird insbesondere die Theorie des *Joule-Kelvin-Effekts*, auf dem die Verflüssigung der Gase

beruht, eingehend diskutiert und ferner gezeigt, wie der zweite Hauptsatz zu einer exakten Definition und Messung der absoluten Temperatur eines Körpers führt.

An zweiter Stelle untersucht *Planck* die Gleichgewichtszustände einer Substanz in *verschiedenen Aggregatzuständen*. Hier ergeben sich die Gesetze der Schmelzung, Verdampfung und Sublimation und die Erscheinung des „Fundamentalzustandes“, bei dem alle drei Aggregatzustände einer Substanz nebeneinander existieren können.

An dritter Stelle betrachtet *Planck* Systeme, die aus *beliebig vielen unabhängigen Bestandteilen in verschiedenen Phasen* (d. h. verschiedenen räumlich aneingrenzenden Teilen) bestehen. *Planck* wählt als unabhängige „Zustandsvariable“ Druck, Temperatur und die Massen der unabhängigen Bestandteile und bestimmt demnach die allgemeine Gleichgewichtsbedingung, indem er das Maximum des hier in Frage kommenden thermodynamischen Potentials Φ aufsucht.

Besonders wichtig ist der Fall, daß man es mit zwei unabhängigen Bestandteilen und zwei Phasen zu tun hat, wobei der eine Bestandteil nur in der einen Phase vertreten ist. Hierher gehört z. B. die flüssige Lösung eines nicht-flüchtigen Salzes in Berührung mit dem reinen Lösungsmittel in dampfförmiger, fester oder flüssiger Form. (Im letzten Fall muß natürlich die Lösung von dem reinen flüssigen Lösungsmittel durch eine „semipermeable“ Wand getrennt sein.) Ist das reine Lösungsmittel als Dampf neben der flüssigen Lösung vorhanden, so folgt aus der Planckschen Gleichgewichtsbedingung die Abhängigkeit des Dampfdruckes von der Temperatur und von der Konzentration der Lösung, und die Abhängigkeit der Siedetemperatur von der Konzentration. Ganz analog ergibt sich, wenn das Lösungsmittel in festem Zustand neben der Lösung vorhanden ist, die Abhängigkeit des Gefrierpunktes der Lösung von Druck und Konzentration. Endlich folgen, wenn das Lösungsmittel in flüssiger Phase neben der Lösung vorhanden ist, die Gesetze des osmotischen Drucks. Bei geringer Konzentration, d. h. bei *verdünnten Lösungen*, ist sowohl der osmotische Druck wie die Dampfspannungserniedrigung, Siedepunkterhöhung und Gefrierpunktserniedrigung der Konzentration der Lösung proportional.

Alle diese Resultate, die *Planck* durch Spezialisierung der allgemeinen Gleichgewichtsbedingung gewinnt, sind abgeleitet aus der Abhängigkeit des thermodynamischen Potentials Φ von Druck und Temperatur. Φ hängt aber außerdem noch von den Massen der einzelnen Bestandteile des Systems (in den verschiedenen Phasen) ab. Erst wenn diese Abhängigkeit bekannt ist, lassen sich alle auf das Gleichgewicht bezüglichen Fragen vollständig beantworten. Dies ist vorläufig der Fall nur bei *idealen Gasen* und bei *verdünnten Lösungen*, denen *Planck* daher zwei besondere Kapitel widmet. Hat man eine Mischung idealer Gase, also eine einzige gasförmige Phase vor sich, so läßt sich Φ vollständig als Funktion von Druck, Temperatur und von den Zahlen aller in der Mischung vorhandenen Moleküle angeben. Die Gleichgewichtsbedingung für chemische Änderungen (d. h. Änderungen der einzelnen Molekülzahlen), die im System möglich sind, erweist sich dann identisch mit dem bekannten *Massenwirkungsgesetz* der Chemie. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei den verdünnten Lösungen. Auch hier stellt das Massenwirkungsgesetz die Gleichgewichtsbedingung dar, und aus der Abhängigkeit der Konstanten des Massenwirkungsgesetzes von Druck und Temperatur folgen die van't Hoff'schen Formeln

für die Siedepunkterhöhung, die Gefrierpunktserniedrigung, die Dampfdruckerniedrigung und ferner die den Gasgesetzen durchaus analogen Gesetze des osmotischen Druckes.

Den Schluß des Planckschen Werkes bildet ein Kapitel über das von *Nernst* im Jahre 1906 aufgestellte *Wärmethorem*. Dieses Theorem füllt eine Lücke aus, die dadurch entsteht, daß in dem Ausdruck der Entropie eines beliebigen Körpers eine additive Konstante unbestimmt bleibt. Der Wert dieser Konstanten ist es, der durch das Nernstsche Wärmethorem festgelegt wird. Nach ihm *ist die Entropie jedes chemisch homogenen festen oder flüssigen Körpers beim Nullpunkt der absoluten Temperatur selbst gleich Null*. Die große Bedeutung dieses Satzes ist in den letzten Jahren durch seine Beziehungen zur Planck-Einsteinschen Quantentheorie noch erhöht worden. Aus der Reihe der Ergebnisse, die aus dem Nernstschen Wärmesatz folgen, sei hier angeführt, daß die spezifischen Wärmen und die Ausdehnungskoeffizienten aller festen und flüssigen Körper sich mit unbegrenzt abnehmender Temperatur unbegrenzt dem Werte Null nähern, und daß es ferner möglich ist, auch bei Gasen die Entropiekonstante (die sogenannte *chemische Konstante* des Gases) aus Dampfdruckmessungen exakt zu bestimmen.

F. Reiche, Berlin.

Nippoldt, A., Erdmagnetismus, Erdstrom und Polarlicht. Zweite verbesserte Auflage. Leipzig und Berlin, G. J. Göschen, 1912. 143 S., 16 Fig. und 7 Taf. Preis M. 0,90.

Der Verfasser, der als Mitglied des Kgl. Preuß. Meteorologischen Instituts, bei welchem er im magnetischen Observatorium zu Potsdam tätig ist, seit langen Jahren am Ausbau der Kenntnisse von dem Erdmagnetismus mitarbeitet, gibt uns einen guten Überblick über den Gegenstand und über den gegenwärtigen Stand der Theorien. Seine Schrift behandelt drei in engerem Zusammenhang miteinander stehende Zweige der Geophysik. Sie wird dem Physiker und auch sonst dem Freunde der Natur willkommen sein, und auch dem spezielleren Fachmann in ihrer übersichtlichen Zusammenstellung der Forschungsergebnisse gute Dienste leisten. Sein Gedankengang ist dabei der folgende:

Die drei „Elemente“ des Erdmagnetismus sind die Deklination, oder der Winkel, den die Ebene, welche durch das Lot und eine freiaufgehängte Magnetnadel gelegt wird, mit dem geographischen Meridian bildet, die Inklination, der Winkel, den eine solche Nadel mit der Horizontalebene bildet, und die Horizontalintensität, also diejenige Komponente der Totalkraft, die in der Horizontalebene liegt. Es wird die Bestimmung dieser Elemente aus den Beobachtungen gezeigt und der Unterschied zwischen absoluten und relativen Messungen betont. Die dazu erforderlichen Apparate, die magnetischen Theodoliten, die Inklinatorien, vor allem der Erdinduktor, und die Lokalvariometer, darunter der Biedlingmaiersche Doppelkompaß, werden beschrieben. Es folgt eine Schilderung der zeitlichen Veränderung dieser Elemente und der sie registrierenden Instrumente, der Variometer, von denen Unifilarmagnetometer, Bifilarmagnetometer, die Lloydsche Wage und die Feinmagnetometer von *Eschenhagen* hervorgehoben werden. Es gibt gegenwärtig 46 Observatorien, welche stündliche Werte aller Elemente veröffentlichen können, daneben 26 andere. Internationale Kooperationen und die großzügigen Untersuchungen und Expeditionen der *Carne-*

die Institution sind vor allem bemüht gewesen und bemüht, die Weltmeere magnetisch zu vermessen, dazu kommen die eingehenden magnetischen Landesaufnahmen der einzelnen Staaten. Es folgt eine Schilderung der gegenwärtigen räumlichen Verteilung der magnetischen Elemente, die durch eine Isogonenkarte und eine Isodynamenkarte unterstützt wird. (Es wäre wünschenswert gewesen, wenn auch eine Karte der magnetischen Meridiane hätte geboten werden können.) Die Lage der Magnetpole der Erde wird dabei zu $69^{\circ} 18' N$, $96^{\circ} 17' W$ und zu $72^{\circ} 25' S$ und $154^{\circ} O$ angegeben. Bei der Schilderung der mathematischen Theorie des Erdmagnetismus wird die grundlegende Theorie von *Gauß*, und ihr weiterer Ausbau durch *Ad. Schmidt* und durch *v. Bezold* geschildert. *Gauß* zeigte, wie man ohne irgendwelche Annahmen oder Kenntnisse über die Verteilung des Magnetismus in der Erde lediglich aus Beobachtungen auf der Erdoberfläche die magnetische Kraftwirkung für jeden Punkt der Erdoberfläche berechnen könne. Durch die Berechnung selbst zeigte er, daß der überwiegende Teil der Kräfte innerhalb der Erdoberfläche gelegen sei. *Ad. Schmidt* führte auf Grund des verbesserten Beobachtungsmaterials der Neuzeit eine Neuberechnung aus, in der er zeigte, daß etwa $\frac{1}{40}$ der erdmagnetischen Kräfte äußeren Ursachen zugeschrieben werden kann, und *v. Bezold* stellte die Theorie der *Isanomalien* auf. Es zeigte sich, daß der regelmäßige Anteil einer gleichmäßig magnetisierten Kugel entspricht, während das sehr viel schwächere unregelmäßige Feld 8 Pole hat, deren Ursache in der Verteilung von Wasser und Land zu sehen ist, außerdem sind noch regionale Störungen und lokale Magnetpole vorhanden. Auf drei Karten sehen wir die Ergebnisse der magnetischen Landesaufnahme von Deutschland, bei welcher besonders die große Störung in den Provinzen Ost- und Westpreußen auffällt.

Ein zweiter Teil behandelt eingehend die *Variationen*, also die täglichen, jährlichen, vieljährigen und sonstigen periodischen Schwankungen der Elemente des Erdmagnetismus und zeigt ihren engen Zusammenhang mit der gegenseitigen Bewegung von Sonne und Erde oder aber mit der veränderlichen Sonnentätigkeit (Sonnenflecke, Fackeln). Die unperiodischen, plötzlichen Störungen sind die Folgen derselben Naturkräfte wie die periodischen Schwankungen, nur daß die Kräfte in diesem Falle explosionsartig wirken. Von den periodischen Variationen sind die täglichen am größten. Wie *L. A. Bauer* und *A. Schuster* gezeigt haben, sind die Ursachen dieser Variationen vornehmlich im äußeren Feld der Erde zu suchen. Auch die Verdienste von *Fritzsche* und *v. Bezold* um die Theorie der täglichen Variationen werden geschildert. Die jährliche Variation ist klein, verglichen mit der täglichen. Von besonderem Interesse ist bei der Schilderung der Störungen das Eingehen auf die von *Eschenhagen* und *Nippoldt* untersuchten Elementarwellen. Die Erklärungsversuche der erdmagnetischen Erscheinungen kommen zu folgendem Ergebnis. Die Variationen der erdmagnetischen Erscheinungen sind durch eine Kathodenstrahlung seitens der Sonne hervorgerufen, welche Strahlung in dem endlosen Raum in ihrer ungestörten Fortpflanzung durch die Erde gehindert wird und dabei in deren Nähe Kräfte entwickelt und auslöst, die magnetische Wirkungen äußern. Den beharrlichen Magnetismus können wir heute noch nicht auf Grundlage der Kathodentheorie erklären, doch ist zu erwarten, daß auch dies einmal möglich sein wird. Beziehungen der erdmagnetischen Variationen zu den meteorologischen sind nicht vorhanden, denn jene Höhen, in denen die wirksamen

Kathodenstrahlen absorbiert werden, sind weit außerhalb jener Luftschichten, innerhalb derer das tägliche Wetter abläuft, hingegen ist ein, wenn auch recht geringer Einfluß des Mondes und der Planeten vorhanden, der natürlich kein direkt magnetischer ist, sondern auf dem Umweg wirkt, daß er den Sonneneinfluß hemmt oder beeinträchtigt, oder die Sonnentätigkeit, die ja zerstörend wirkt, steigert.

Zur elektrischen Erklärung des beharrlichen Magnetismus bedarf es der Annahme von nicht allzustarken elektrischen Strömen, die innerhalb des Erdkörpers oder höchstens auf seiner Oberfläche von Ost nach West fließen. Dies gibt dem Verfasser Veranlassung, in einem zweiten kürzeren Teil den Erdstrom zu behandeln und die Beobachtungsmethoden und Ergebnisse zu schildern. Bis jetzt sind zahlreiche horizontale und vertikale Erdströme beobachtet worden, wobei lange Leitungen ein ganz anderes, weil von örtlichen Störungen freieres Bild gezeigt haben als kurze. Die Spannung des natürlich vorhandenen Erdstroms beträgt bis zu 1 Volt pro Kilometer. An magnetisch gestörten Tagen ist auch der Erdstrom gestört und zwar unverhältnismäßig mehr, auch ist ein ausgesprochener täglicher Gang zu konstatieren. Doch sind diese beobachteten Erdströme nicht die Ursache des Erdmagnetismus selbst, es bestehen vielmehr nach den Untersuchungen von *L. Steiner* die folgenden Beziehungen. Der nordsüdlich verlaufende Erdstrom ist hervorgerufen von der Ostkomponente des Erdmagnetismus, während die östliche Komponente des Erdstroms als die Ursache der magnetischen Variation angesehen werden kann.

Auf den letzten Seiten des inhaltreichen Büchleins wird dann das *Nordlicht* behandelt. Wir lernen seine Erscheinungsform (Fäden, Strahlen, Dunst, Bänder, Krone und Draperien) kennen, hören, daß es in der Zone größter Häufigkeit 100 mal im Jahr beobachtet wird, in Deutschland aber nur zweimal, und lernen, daß es allgemeine Nordlichter gibt und nur lokal sichtbare. Die Höhe schwankt nach Beobachtungen zwischen 23 km und mehr als 3000 km. In diesen Höhen spielen sich infolge des Eindringens der von der Sonne ausgehenden Kathodenstrahlen die oft wunderbaren Lichterscheinungen ab, die wir Nordlicht nennen. Auch bei ihnen können wir tägliche und jährliche Perioden der Häufigkeit wahrnehmen, und es ist der Erdmagnetismus oder vielmehr sind es seine Störungen, die das Polarlicht beeinflussen und nicht etwa umgekehrt.

E. Schütz, Bremen.

Botanische Mitteilungen.

Inhaltskörper der Pflanzenzellen.

In Nr. 24 (1913) dieser Zeitschrift ist bereits von den bisherigen Resultaten der *botanischen Chondriosomenforschung* die Rede gewesen.

Den Chondriosomen der Pflanzenzellen ist besonders lebhaftes Interesse seitens der Cytologen zugewandt worden, seitdem *Lewitsky*, *Guilliermond* und *Pensa* jene neu entdeckten Inhaltskörper mit den längst bekannten Chromatophoren in Beziehungen gebracht haben. So groß wie das Interesse, mit dem die Erforschung der Chondriosomen in Angriff genommen worden ist, bleibt auch heute noch die Unsicherheit im Urteil über Entwicklungsgeschichte und Physiologie der Gebilde: sind die Chondriosomen Vorstufen der Chromatophoren? entwickeln sich die Chondriosomen kontinuierlich, d. h. in der Weise, daß Chondriosomen immer nur aus Chondriosomen sich ableiten? und was bedeuten sie im Haushalt der Zelle?

Es ist gewiß eine bemerkenswerte Tatsache, daß die

Chondriosomen in Form und Größe so außerordentlich verschieden sein können; derartige weitgehende Variationen treten bei den bisher bekannten und bereits gut erforschten plasmatischen Organen der Pflanzenzelle nicht auf. Es sind daher die Erwägungen sehr beachtenswert, welche Löwtsch¹⁾ unlängst den Chondriosomen gewidmet hat: Form und Größe, Struktur, Entwicklung und mikrochemisches Verhalten haben die Chondriosomen mit den Myelinformen gemeinsam, und es scheint keineswegs ausgeschlossen, daß die in den Pflanzenzellen gefundenen zellorganähnlichen Chondriosomen oder Mitochondrien nichts anderes sind, als Myelinformen von Phosphatidproteinen der Zelle. Das physiologische Interesse, welches die Chondriosomen verdienen, bliebe ihnen — falls Löwtsch's Deutung das richtige träge — natürlich ungeschmälert erhalten; von den Chromatophoren aber, mit welchem sie in Verbindung gebracht werden sollten, wären sie weit abzurücken. — Daß Chromatophoren und Chondriosomen von vornherein Gebilde verschiedener Art seien, ist Rudolph's Auffassung²⁾, die in neuester Zeit durch die Mitteilungen Scherrers³⁾ für ein Lebermoos, *Anthoceros Husnoti*, ihre Bestätigung gefunden hat. Scherrer hat mit einem zweifellos sehr günstigen Objekt gearbeitet, mit einem Moos, dessen Zellen nur je einen Chromatophoren beherbergen, und dessen Beschaffenheit in vieler Beziehung die Erzielung sehr klarer mikroskopischer Bilder garantierte. In allen Zellen der Gametophyten wurden Chondriosomen gefunden, nur in den Scheitelzellen, deren Chromatophoren wohl entwickelt sind, fehlten sie vollständig. Die Kontinuität in der Entwicklung der Chromatophoren ließ sich in allen Stadien deutlich erkennen; nirgends aber haben die Chondriosomen zu ihnen die früher vermuteten Beziehungen.

Übrigens ist die Ausstattung der Gametophytenzellen mit Chondriosomen, wie Scherrer fand, eine sehr ungleiche: in den Zellen des Sporogonfußes und seiner Nachbarschaft, in der Nähe der Nostoc-Kolonien, in den Stiel- und Wandzellen der Antheridien sind Chondriosomen reichlich zu finden; vielleicht hängt diese lokale Anhäufung mit besonders regem Stoffwechsel jener Zellen zusammen. —

Wenn Peklo's Angaben über die *Herkunft der Aleuronkörner im Getreidekorn*⁴⁾ sich bestätigen sollten, würde unser Wissen von Entwicklung, Physiologie und Biologie der Getreidefrucht und überhaupt der Getreidepflanzen auf eine ganz neue Basis gestellt werden müssen. Die überraschenden Mitteilungen des Prager Forschers laufen im wesentlichen darauf hinaus, daß die Aleuronkörner der Getreidefrucht — sowohl die in der sog. Aleuronschicht liegenden als auch die im Scutellum oder in anderen Teilen des Embryos nachweisbaren — das Produkt eines mit der Graminee symbiotisch vereinigten Pilzes sind. Bei der Untersuchung unreifer Weizenkörner gelang es Peklo, im Inhalt der „Aleuronzellen“ dicke, vielfach geschlungene Pilzhyphen aufzudecken, Hyphenverbindungen zwischen benachbarten Aleuronzellen zu finden und in den auf der Oberfläche der Pilzhyphen haftenden Körperchen die typischen Aleuronkörner des Weizenkornes zu er-

kennen. Peklo nimmt an, daß der Pilz auch bei der Aktivierung des Stärkegehaltes der Getreidekörner stark beteiligt ist. K.

Aus der Gesellschaft für Erdkunde.

Am 6. Dezember sprachen Hauptmann Koch aus Kopenhagen und Dr. Alfred Wegener, Privatdozent der Geographie an der Universität Marburg, in der Gesellschaft für Erdkunde über ihre Durchquerung Grönlands und deren wissenschaftliche Ergebnisse.

Koch gab zunächst einen historischen Überblick über die bisherigen Versuche, in das Innere Grönlands vorzudringen. 1870 und 1883 machte Nordenskiöld von der Diskobucht einige vergebliche Vorstöße. 1886 mußte auch Peary unverrichteter Sache wieder umkehren. 1888 gelang es Nansen zum ersten Male in 38 tägiger Wanderung vom Godthaab-Fjord 65° N über das Inlandeis an die Ostküste zu gelangen. In den Jahren 1892/93 und 1895 durchquerte Peary den nördlichsten Teil Grönlands, das Hayes- und Hall-Land, ca. 80° N, mehrfach. 1909 unternahm de Quervain einen 230 km weiten Vorstoß ins Innere. Dann folgten eine ganze Reihe erfolgreicher Expeditionen von Koch, Rasmussen und de Quervain.

Am 1. Juli 1912 brach die aus Koch, Wegener, einem dänischen Seemann Larson und einem isländischen Bauern Vigfus bestehende Expedition mit dem kleinen Dampfer „Godthaab“ auf und landete ihre Ausrüstung teils in Danmarkshavn, teils bei Stormkap, Germanialand, etwa 77° N.

Sie versuchten dann sofort sowohl zu Lande mit ihren 15 isländischen Packpferden, als auch zu Wasser mit Hilfe eines Motorbootes und eines großen eisernen Prahms dem Inlandeis möglichst nahe zu kommen. Dabei stellten sich außerordentliche Schwierigkeiten ein, die Pferde liefen weg und konnten nur zum Teil wieder eingefangen werden, das Motorboot strandete usw. Die Folge aber war, daß es nicht möglich war, die 20 000 Kilogramm schwere Ausrüstung vor Einbruch des Winters bis in das Königin-Louise-Land zu transportieren. So sahen sie sich gezwungen, ein vorläufiges Winterquartier auf dem Storström aufzuschlagen, nachdem sie das ganze Gepäck unter den größten Anstrengungen auf den Gletscher gebracht hatten. In diesem Quartier fanden sie Gelegenheit, das Kalben eines großen Gletschers in solcher Nähe zu beobachten, daß fast die ganze Expedition dabei verunglückt wäre. Es ist dies das erste Mal, daß das Kalben in einer Nähe gesehen wurde, welche eine zuverlässige Beobachtung aller dabei auftretenden Erscheinungen gestattete. Koch gab davon eine so außerordentlich lebendige Schilderung, daß alle seine Zuhörer kaum zu atmen wagten, daß alle glaubten, dieses großartige Naturschauspiel selbst zu erleben. Jedesmal, wenn sich die Flut in den bedeckten Fjord hineinwälzte, ging unter mächtigem Krachen eine erhebliche Spaltenbildung vor sich, so daß Koch schon mit der nächsten Springflut das Kalben erwartete. Als diese dann in der Nacht kam, wurden die Expeditionsteilnehmer von dem unbeschreiblichen Tosen und Lärmen brechender Eisberge aneinander stoßender Schollen, zermalmer Eisblöcke usw. geweckt. In der Dunkelheit sah Koch, daß unmittelbar vor dem Zelt ein Rieseneisberg losgebrochen und von den nachdrängenden Eisschollen vollkommen umgekippt wurde, so daß er fast das ganze Winterquartier unter sich begraben hätte. Als es dann hell wurde, erkannte man, daß der schwimmende Teil des Gletschers mehrere hundert Meter weit bis unmittelbar

¹⁾ Löwtsch, A. M., „Myelinformen“ und Chondriosomen. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 203.

²⁾ Siehe Naturwissenschaften 1913, a. a. O.

³⁾ Scherrer, A., Die Chromatophoren und Chondriosomen von *Anthoceros*. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 493.

⁴⁾ Peklo, J., Über die Zusammensetzung der sogenannten Aleuronschicht. Ber. d. D. Bot. Ges. 1913, Bd. XXXI, p. 370.

vor das Zelt abgebrochen war und daß sich noch jenseits des Zelttes eine große Zahl breiter tiefer Spalten gebildet hatte, in denen der größte Teil des Gepäcks verschwunden war. Zum Glück gelang es der Expedition, alles wieder zu bekommen und von hier aus das endgültige Winterquartier „Borg“ zu beziehen. Dabei fiel Koch in eine 12 m tiefe Gletscherspalte und brach ein Bein, so daß er drei Monate an das Krankbett gefesselt wurde. Die Überwinterung verlief trotz tiefer Temperaturen, bis -50° , recht gut. Zum Schluß wurden kleine Expeditionen nach dem Königin-Louisenland unternommen, um einen geeigneten Weg zu suchen und sich mit der bisher unerprobten Reisemethode mit den isländischen Pferden vertraut zu machen. Am 20. April 1912 brach die Expedition zu ihrem Vorstoß auf. Auf dem Inlandeise angelangt, wurden alle Pferde bis auf fünf erschossen, welche dazu ausersehen waren, die auf große Schlitten geladene Ausrüstung über die auf etwa 1200 km veranschlagte Strecke zu ziehen. Am 6. Mai 1912 wurde auf etwa 27° W der letzte Nunatak, die letzte eisfreie Bergspitze, gesichtet. Anfangs war das Wetter sehr schlecht. Heftige Westwinde und starke Schneestürme bereiteten Menschen und Tieren große Unbequemlichkeiten. Einmal mußte die Expedition 12 Tage lang festliegen. Bald aber ließ das Stürmen und Wehen nach und im Innern Grönlands herrschte bei etwa -30° völlige Windstille. Die Seehöhe betrug nach vorläufigen Berechnungen zwischen 2500 und 3000 m, so daß hier die dünne Luft bereits erhebliche Beschwerden bereitete. In den Morgenstunden herrschte in der Regel dichter Nebel, welchen die Sonne erst gegen Mittag vertreiben konnte. Dann machte sich aber die sehr intensive Sonnenstrahlung in der allerempfindlichsten Weise geltend. Die größte Höhe wurde in $74^{\circ} 30' N$ und $43^{\circ} W$ erreicht. Es zeigte sich, daß die Wasserscheide in dieser Breite mehr nach dem Westen gerückt ist, während die früheren Expeditionen, welche Grönland etwas südlicher durchquert hatten, den Eissattel nahe dem östlichen Rande des Inlandeises gefunden hatten. Dadurch gewinnt die Vermutung an Wahrscheinlichkeit, daß Grönland nicht aus einem einzigen, sondern aus mehreren Eiszentren besteht.

Je weiter man jetzt nach Westen vorrückte, desto regelmäßiger traten wieder Winde, und zwar südöstliche Winde, auf, bis es möglich war, Segel auf die Schlitten zu spannen und sich eines Pferdes nach dem anderen zu entledigen. Die Segelschlitten haben sich ganz hervorragend bewährt. Die Fahrt ging oft so schnell, daß die Schlitten gebremst werden mußten. Am 2. Juli 1912 kam das erste Land wieder in Sicht und am 4. Juli war die Expedition in schneller Talfahrt dem westlichen Eisrand bis auf 6 km nahegekommen. Die Überwindung der Randzone bereitete noch große Schwierigkeiten und es kostete wegen der durch Schneeschmelze zerrissenen Oberfläche und wegen der geschwollenen Gletscherbäche volle zwei Wochen, bis man Upernivik erreichte.

In einem zweiten Vortrage machte Dr. Alfred Wegener einige kurze Mitteilungen über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Expedition. Das gesamte Material ist in gemeinsamer Arbeit gesammelt worden. Die Bearbeitung werden Koch und Wegener sich jedoch teilen. Koch übernimmt das glaziologische und Wegener das ganze übrige Material. Die Mitteilungen zeigen, daß das umfangreiche Programm vollständig und in überaus befriedigender Weise erfüllt worden ist.

Zunächst wurde das Blaubänderproblem eingehend studiert und es gelang, ganz neue Erkenntnisse durch ein reiches Beobachtungsmaterial, welches durch prachtvolle Aufnahmen gestützt wird, zu belegen. Es wurde der Beweis erbracht, daß die Blaubänder nichts anderes als Systeme von Verwerfungsspalten im Eise darstellen und daß sie durch Reibung der so entstandenen Flächen entstehen. Eine weitere außerordentlich wichtige Beobachtung dürfte die Frage der Physik der Gletscherbewegung und der Plastizität des Eises im Innern der Gletscher entscheiden. In dem Winterquartier „Borg“ hatte die Expedition einen 24 m tiefen Schacht in das Eis gegraben und in diesem regelmäßig Temperaturen gemessen. Da die Expedition nun dank ihrer systematischen meteorologischen Arbeiten während des ganzen Winters in der Lage war, die Beobachtungen der meteorologischen Station, welche ein ganzes Jahr in Danmarkhavn gearbeitet hatte, an ihr eigenes auf „Borg“ gewonnenes Material anzuschließen, so konnte man die mittlere Jahrestemperatur feststellen und fand dabei, daß die Temperatur im Eise abnimmt, bis sie in einer gewissen Tiefe — hier sind es 6—7 m — die mittlere Jahrestemperatur erreicht und daß die Temperatur von hier an dann sehr langsam wieder zunimmt. Daraus ergab sich eine ausgezeichnete und überaus einfache Methode, die mittlere Jahrestemperatur für eine beliebige Station im Innern Grönlands zu ermitteln. Es wurde einfach ein 6—7 m tiefer Schacht ins Eis getrieben und die Temperatur direkt gemessen. Alle diese Messungen werden durch reiches, regelmäßig dreimal täglich gesammeltes Material ergänzt, so daß es sicher gelingen dürfte, ein ziemlich zuverlässiges Bild von den klimatischen Verhältnissen der bereisten Gebiete zu erhalten. Die Schneehöhe wurde in der westlichen und östlichen Randzone auf 1 m ermittelt, während sie im zentralen Teil höchstens einen Betrag von 0,5 m erreichen dürfte.

Außer diesen zeitraubenden Beobachtungen wurde noch eine ganze Fülle von Arbeiten erledigt. Es gelang zum ersten Male, in größerer Anzahl Photographien von Luftspiegeln herzustellen, es wurden zahlreiche kinematographische Aufnahmen von Nordpolarlichtern gemacht, dann gelang es ebenfalls zum ersten Male Beobachtungen über die Polarisation des atmosphärischen Lichtes photographisch festzuhalten, so daß die Höhe des neutralen Punktes direkt auf dem Bilde gemessen werden kann, es wurden eine große Anzahl von mikrophotographischen Aufnahmen von Formveränderungen an Schneekristallen gemacht, kurz eine solche Fülle von wichtigem Material gewonnen, daß man der endgültigen Bearbeitung mit großer Spannung entgegensehen muß. Nansen hat diese Expedition eine der bedeutendsten Taten arktischer Forschungsarbeit genannt und die Gesellschaft für Erdkunde hat die beiden Forscher durch Verleihung der Karl-Ritter-Medaille ausgezeichnet.

Mi.

Berichtigung.

In meinem Aufsatz „Pansymbiose“ (Heft 50 der Naturwissenschaften, vom 12. Dez. 1913) sind auf Seite 1224, 2. Spalte, zwei sinnstörende Fehler stehen geblieben: Zeile 5 von oben soll es heißen „Pflanzenzellen“ statt Pflanzenteilen und Zeile 19 von unten soll es heißen „Kohlehydraten“ statt Kohlenwasserstoffen.

Paul Kammerer.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 2.

9. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Neuere Wege phylogenetischer Forschung. Von
Prof. Dr. O. Abel, Wien. S. 25.

Neuere Untersuchungen zur Theorie der Muskel-
kontraktion. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 31.

Die Geologie auf der 96. Jahresversammlung
der Schweizerischen Naturforschenden Gesell-

schaft in Frauenfeld 1913. Von *Prof. Dr.
Julius Weber, Winterthur.* S. 34.

Besprechungen. S. 38.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 43.

Agrikulturtechnische Mitteilungen. S. 46.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Im Dezember 1913 erschien:

Chemiker-Kalender 1914.

Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen,
Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw.

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann.

XXXV. Jahrgang.

In zwei Bänden.

In Leinen gebunden, Preis zusammen M. 4,40.

In Leder gebunden, Preis zusammen M. 5,40.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf. Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Gustav Fischer in Jena.

Soeben erschien:

Weltsprache und Wissenschaft.

Gedanken über die Einführung der internationalen Hilfssprache in die Wissenschaft.

Von

L. Couturat,

früher Prof. an der Univ. Caen, jetzt Paris.

R. Lorenz,

Prof. an der Akademie für Sozial- und Handelswissenschaften Frankfurt a. M.

O. Jespersen,

Prof. an der Univ. Kopenhagen.

W. Ostwald,

em. Prof. an der Univ. Leipzig (Groß-Bothen).

L. v. Pfaundler,

em. Prof. an der Univ. Graz.

Zweite, durchgesehene und vermehrte Auflage.

1913. (VIII, 154 S.) Preis: 2 Mark.

Inhalt: 1. Die Sprache. Von Wilhelm Ostwald. — 2. Das Bedürfnis nach einer gemeinsamen Gelehrtensprache. Von Leopold von Pfaundler. — 3. Die Delegation pour l'adoption d'une langue auxiliaire internationale und die geschichtliche Entwicklung der Ido-Sprache. Von Richard Lorenz. — 4. Sprachliche Grundsätze beim Aufbau der internationalen Hilfssprache, mit einem Anhang zur Kritik des Esperanto. Von Otto Jespersen. — 5. Ueber die Anwendung der Logik auf das Problem der internationalen Sprache. Von Louis Couturat. — 6. Das Verhältnis der internationalen Sprache zur Wissenschaft. Von Richard Lorenz. — 7. Die wissenschaftliche Nomenklaturfrage. Von Wilhelm Ostwald. — 8. Die chemische Nomenklatur. Von Wilhelm Ostwald. — 9. Zur physikalischen Nomenklatur. Von Leopold von Pfaundler. — 10. Schlußwort: Lesen, Schreiben und Sprechen. Von Leopold von Pfaundler.

Beilagen: 1. Probeseite aus dem internationalen Lexikon. 2. Grammatik, Wortbildung, grammatikalische Wörter. 3. Textprobe; ein praktisches Experiment. 4. Auszug aus den Statuten der Uniono por la linguo internaciona. 5. Leitende Persönlichkeiten der „Unions“. 6. Alphabetisches Verzeichnis der Orte mit Ido-Gruppen nach Ländern geordnet. 7. Verzeichnis der Ido-Zeitschriften.

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter
in Berlin in Bonn

Zweiter Jahrgang.

9. Januar 1914.

Heft 2.

Neuere Wege phylogenetischer Forschung¹⁾.

Von Dr. O. Abel, Wien.

o. ö. Professor der Paläontologie an der Universität.

Das Gesamtgebiet der Biologie steht seit einem halben Jahrhundert unter dem Zeichen der Abstammungslehre.

Fast scheint es, als ob die intensive Forschung während dieses Zeitraums bereits alle Wege aufgedeckt hätte, die zur Erkenntnis stammesgeschichtlicher Zusammenhänge führen können und daß nunmehr keine Möglichkeit mehr übrig sei, auf einer neuen Bahn zu den bisher ungeklärten Fragen vorzudringen.

Ein Überblick über die Geschichte der phylogenetischen Forschung zeigt jedoch, daß diese verschiedenen Wege in sehr ungleicher Weise beschritten worden und einige derselben noch nicht in ihrer vollen Bedeutung erkannt worden sind, so daß noch viele Gebiete der Forschung offen stehen.

Die Hauptarbeit der phylogenetischen Forschung ist bisher von den Morphologen und Embryologen geleistet worden, während sich die Paläontologen nur in geringem Grade an der Enträtselung stammesgeschichtlicher Probleme beteiligt haben.

Wollten wir die Geschichte der Staaten und Völker nur aus den heutigen Zuständen zu erschließen versuchen und auf die Erforschung der historischen Quellen verzichten, so würden wir zwar in großen Zügen die Entwicklungslinien aus der verschiedenen Kulturhöhe und den in verschieden hohem Grade ausgebildeten staatlichen Einrichtungen notdürftig rekonstruieren können, aber die Ergebnisse dieser Forschungsmethode werden sich nicht den Resultaten vergleichen lassen, welche das Studium der historischen Quellen zu liefern vermag.

Auch die Geschichte der Stämme des Tierreiches darf nicht auf den Ergebnissen der Vergleiche der heutigen Zustände lebender Formen allein aufgebaut werden. Die Morphologie und Embryologie kann uns in großen Zügen über die Verwandtschaftsverhältnisse und die verschiedene Organisationshöhe der lebenden Tiere aufklären; die vergleichende Anatomie der rezenten Typen kann zeigen, ob ein Organ als spezialisiert oder als primitiv zu betrachten ist; wir können ferner aus dem rudimentären Zustande gewisser Organe

einer Art deren Herkunft von älteren Arten erschließen, bei denen dieses Organ noch wohl ausgebildet in Funktion stand; niemals aber können Morphologie und Embryologie der rezenten Formen über die Vorgeschichte der lebenden Arten mehr ermitteln und das Endergebnis dieser Forschungen ist nichts anderes als *eine hypothetisch rekonstruierte Ahnenform*.

So wie in der Weltgeschichte die Urkunden, so können uns über den tatsächlichen Verlauf der Geschichte der Organismen nur historische Dokumente Aufschluß geben. Aber ihre Entzifferung ist nicht immer leicht; vielfach vermögen wir aus den uns überlieferten dürftigen Fragmenten kein entscheidendes Urteil zu gewinnen; mitunter sind die Schriftzüge so verwischt, daß sie mancherlei Deutungen zulassen; endlich sind über viele wichtige Ereignisse in der Geschichte der Tierwelt überhaupt keine Dokumente erhalten, weil die fossilen Überreste nicht erhaltungsfähig waren. Wir besitzen jedoch trotzdem eine stattliche Reihe gut erhaltener, gut lesbarer und wichtiger Urkunden aus der Geschichte der Tierwelt, und zwar betreffen diese erhaltenen Dokumente in Gestalt fossiler Reste aus verschiedenen Erdzeitaltern vor allem die Geschichte der Wirbeltiere, der Gliedertiere und Stachelhäuter.

Wenn auf diesen Gebieten die Erforschung der fossilen Urkunden noch nicht imstande war, die Morphologie und Embryologie als Ermittlerinnen der historischen und genetischen Vorgänge im Tierreiche ganz zu verdrängen, so ist dies darin begründet, daß die Paläozoologie erst seit kurzer Zeit in die Lage gekommen ist, durch Vertiefung des Studiums der historischen Quellen in einzelnen Fragen den entscheidenden Beweis für den Verlauf der Phylogenie einzelner Stämme zu erbringen. In welcher Weise diese Vertiefung erfolgt ist und auf welchem Wege der erfolgversprechende Ausbau der Paläozoologie als phylogenetische Disziplin liegt, will ich im folgenden in großen Umrissen darzustellen versuchen.

Die vergleichende Anatomie hat uns gelehrt, daß die Säugetiere insgesamt auf einen Typus zurückgehen, der fünf Finger und fünf Zehen besaß, und hat uns auf diese Weise die Ahnenform des heute einzeihigen Pferdes in verschwommenen Umrissen zu zeichnen vermocht. Indessen ist uns die Embryologie in dieser Frage einen ergänzenden Beweis vollständig schuldig geblieben; die Ontogenie des Pferdes gibt keinen Aufschluß über die im Laufe der Phylogenie erfolgte schrittweise Verkümmern der seitlichen Finger und Zehen, da der Embryo des Pferdes nie mehr als den mitt-

¹⁾ Vortrag auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

leren Zehenstrahl und die beiden auch im erwachsenen Tiere noch als Rudimente erhaltenen seitlichen Finger und Zehen (II. und IV.) zeigt, während wir erwarten durften, in der Ontogenie die Phylogenie rekapituliert zu finden.

Hingegen geben uns die im Tertiär und Quartär erhaltenen Reste fossiler Pferde über die schrittweise Herausbildung der einfingerigen Pferdehand aus der fünffingerigen Hand des Pferdeahnen ausreichenden Aufschluß.

Eine Übersicht der fossilen Pferde zeigt, daß bei einigen Formen die Rudimente des zweiten und vierten Fingers noch Phalangen und sogar kleine Hufe trugen, daß bei älteren Gattungen diese Seitenzehen noch so groß waren, daß sie gleichzeitig mit dem Hufe des Mittelfingers den Boden erreichten und daß bei noch älteren auch der fünfte Finger noch in verkümmertem Zustande erhalten ist; dann begegnen wir Formen,

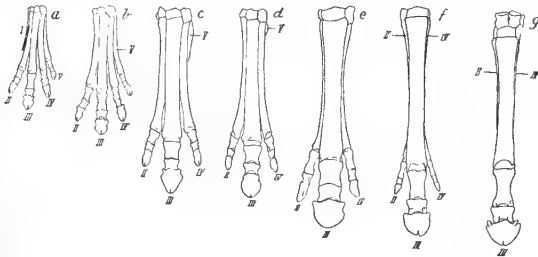


Fig. 1. Die stufenweise Reduktion der Seitenfinger in der Pferdehand im Laufe der Stammesgeschichte. (Zusammengestellt von O. Abel, 1912. — Die Reihe umfaßt nur nordamerikanische Arten.) a) *Eohippus pernix*. Wasatch. (Nach O. C. Marsh.) b) *Orohippus agilis*. Bridger. (Nach O. C. Marsh.) c) *Meshippus celer*. White River. (Nach O. C. Marsh.) d) *Miohippus anceps*. John Day. (Nach O. C. Marsh.) e) *Hypohippus equinus*. Deep River. (Nach R. S. Lull.) f) *Neohipparion whitneyi*. Arikaree. (Nach R. S. Lull.) g) *Protohippus pernix*. Arikaree. (Nach R. S. Lull.) Wasatch = Untereozän; Bridger = Mitteleozän; White River (= Chadron) = Unteroligozän; John Day = Oberoligozän; Deep River = Mittel- und Obermiozän; Arikaree = Untermiozän. — *Hypohippus* ist jünger als *Neohipparion* und *Protohippus* und gehört einem Seitenast an, der von *Meshippus* abgezweigt ist. Diese Stufenreihe repräsentiert daher nicht die Ahnenreihe der nordamerikanischen Pferde.

bei denen der fünfte Finger noch kräftig entwickelt und sogar noch ein Rudiment des Daumens erhalten ist, bis wir auf eine Ahnenform stoßen, welche eine Anordnung und Stärke der Finger aufweist, die sich von diesen alten Zeiten bis auf den heutigen Tag in einzelnen Stämmen, wie z. B. beim Menschen, in ihrem primitiven Zustande erhalten hat.

Diese Handtypen der fossilen Pferde ordnen sich zwanglos zu einer Reihe, die mit dem alteinzoischen *Eohippus* beginnt und über die immer jüngeren Gattungen *Orohippus*, *Meshippus*, *Miohippus*, *Hypohippus* und *Neohipparion* zu *Protohippus* führt, dessen Handbau ungefähr dem des lebenden *Equus* entspricht (Fig. 1).

Man hat in früherer Zeit sich begnügt, eine solche auf morphologischen Vergleichen be-

ruhende Reihe als eine direkte genalogische Kette oder Ahnenreihe anzusehen, wenn die schrittweise Spezialisierung der Organe mit der geologischen Aufeinanderfolge gleichen Schritt hielt.

In dieser Methode lag jedoch ein schwerer Fehler. Es wurde der historischen *Aufeinanderfolge* der Formen eine entscheidende Bedeutung beigegeben, die ihr jedoch nicht zukommt. Einzig und allein kann uns die morphologische Untersuchungsmethode über die Verwandtschaft und den Grad derselben, also über die *Auseinanderfolge* der Formen einen Aufschluß geben.

Man wird einwenden, daß ja eben durch die morphologische Methode die stufenweise Aneinanderreihung der Handformen der fossilen Pferde festgestellt wurde und daß die chronologische Bestimmung der Reste nur einen Prüfstein für die Richtigkeit dieser Aneinanderreihung bildete. Dieser Prüfstein reicht aber zur Feststellung einer direkten Ahnenreihe ebensowenig aus wie die stufenweise Gruppierung verschiedener fossiler Formen nach der Spezialisierungshöhe eines einzigen Organs. Hier lag die erste Fehlerquelle der phylogenetischen Untersuchungen der Paläozoologen; es ist aber noch eine andere Fehlerquelle vorhanden, die schon in vielen Fällen das Bild von der Phylogenie einzelner Stämme bedenklich getrübt hat.

Diese zweite Fehlerquelle besteht in der häufig übersehenen scharfen Unterscheidung zwischen *Bauverwandtschaft* und *Formverwandtschaft*. Die Erkenntnis, daß eine gleichartige Lebensweise gleichsinnige oder gleichartige Anpassungen bei verschiedenen, sehr häufig nicht näher verwandten Tieren auslöst und seit den ältesten Zeiten organischen Lebens ausgelöst hat, ist für die Beurteilung dieser Frage von entscheidender Bedeutung. Seit der Entstehung der Lebewesen wirken unter gleichen äußeren Lebensverhältnissen gleichartige Reize auf die Lebewesen ein und führen bei gleicher äußerer Form und gleichem inneren Bau zu *parallelen Anpassungen*, bei gleicher oder sehr ähnlicher äußerer Form und verschiedenem inneren Bau zur Entstehung *konvergenter Anpassungen*.

Mangelnde morphologische Schulung hat mitunter eine Verwechslung der *Formverwandtschaft* oder *Analogie* mit *Bauverwandtschaft* oder *Homologie* herbeigeführt. So ist es möglich gewesen, noch vor einigen Jahren die konvergente Anpassung der Körperform von *Ichthyosaurus* einerseits und *Delphin* andererseits als Zeichen einer bestehenden engen Bauverwandtschaft zu deuten und daraus auf die Herkunft der Delphine von den *Ichthyosauriern* zu schließen.

Die Notwendigkeit einer möglichst scharfen Unterscheidung von Formverwandtschaft und Bauverwandtschaft hat dazu geführt, das Studium der Anpassungen und ihrer Entstehung soweit als möglich zu vertiefen und zu einer eigenen Disziplin auszubauen. Auf dieser Methode

fußt im wesentlichen die Lehre von der Entrütselung der Lebensweise der fossilen Tiere, welche in den letzten Jahren sehr große Fortschritte gemacht hat und heute als *Paläobiologie* einen umfangreichen, selbständigen Forschungszweig bildet.

Da wir nunmehr die beiden hauptsächlichsten Fehlerquellen kennen gelernt haben, welche für die Ermittlung der Geschichte der Tierstämme auf paläontologischer Grundlage einen Hemmschuh bildeten, wollen wir an die Frage herantreten, auf welchem Wege eine eingehendere Erforschung der genetischen Verbände möglich ist.

Wir haben früher in der Reihe der fossilen Pferde eine Gruppe von Formen kennen gelernt, die sich durch stufenweise erfolgte Spezialisierung der Gliedmaßen zu einer morphologischen Reihe anordneten. Derartige Reihen lassen sich jedoch nicht nur unter den fossilen, sondern auch unter

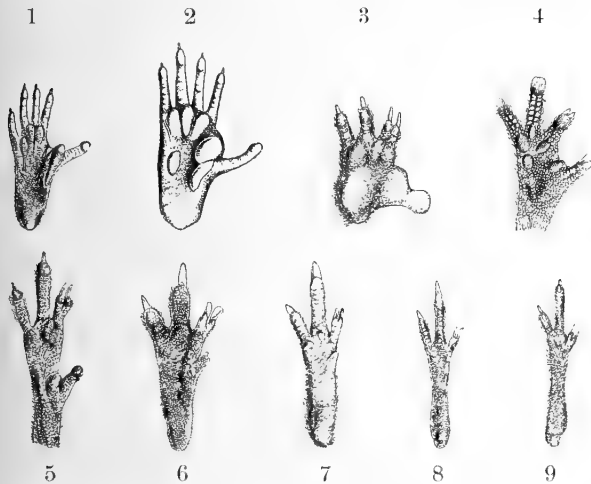


Fig. 2. Die Anpassungsreihe des Känguruhfußes: der rechte Hinterfuß von vier kletternden (1—4) und fünf springenden (5—9) Beutlern (sämtlich lebende Arten), von der Sohlenseite gesehen. — Nach L. Dollo, 1899. 1. *Didelphys (Metachirus) nudicaudata*, E. Geoff. 2. *Didelphys (Micoureus) elegans*, Waterh. 3. *Phalanger celebensis*, Gray. 4. *Tarsipes rostratus*, Gerv. et Ver. 5. *Hypsiprymnodon moschatum*, Rams. 6. *Perameles doreyana*, Quoy et Gaim. 7. *Perameles obesula*, Shaw. 8. *Perameles Bougainvillei*, Quoy et Gaim. 9. *Peragale leucura*, Thomas.

den lebenden Formen verfolgen; eine der bekanntesten derselben, die in letzter Zeit an verschiedenen Stellen eingehende Besprechung fand, ist die von L. Dollo ermittelte Reihe der Beuteltiere auf Grundlage der verschiedenen Spezialisationshöhe des Fußskelettes, wobei die verschiedenen Spezialisierungen des Hinterfußes bei den arboricolen Beuteltieren und jener der terrestrischen Springbeutler eine geschlossene Reihe bilden (Fig. 2).

Es wäre selbstverständlich ein schwerer Irrtum, die dergestalt gruppierten lebenden Marsupialierarten als geschlossene Glieder einer Ahnenreihe anzusehen, wobei die älteste Stufe von *Didelphys* gebildet würde, aus der sodann *Phalanger*, *Tarsipes*, *Hypsiprymnodon*, *Perameles*, *Peragale* und schließlich *Macropus* hervorgegangen zu sein scheinen. Diese Reihe ist in

phylogenetischer Hinsicht von großem Werte, da sie uns in überzeugender Weise lehrt, auf welchem Wege die Ausbildung des Känguruhfußes und eine Ableitung vom Kletterfuß der baumbewohnenden Beutler vor sich ging, aber wir dürfen diese Reihe deshalb noch nicht als eine Ahnenreihe bezeichnen; wir müssen sie, wenn wir exakt vorgehen, als eine Reihe von aufeinanderfolgenden Anpassungszuständen oder als eine *Anpassungsreihe* kennzeichnen.

Derartige Anpassungsreihen geben uns Aufschluß über die *Geschichte einer Anpassung*, aber keinen Aufschluß über die genetischen Verbände zwischen den einzelnen Formen. Immerhin ist es klar, daß die *Aufstellung derartiger Reihen der Erforschung stammesgeschichtlicher Zusammenhänge vorausgehen muß*.

Auch die Pferdereihe, die wir früher besprochen haben, ist zunächst eine Anpassungsreihe. Suchen wir aber das geologische Alter der einzelnen Gattungen festzustellen, so sehen wir, daß von *Eohippus* bis *Equus* die verschiedenen Gattungen zeitlich aufeinanderfolgen. Hier muß zum mindesten ein Verdacht nach einem genetischen Zusammenhang auftauchen; wir werden dieser Reihe einen höheren phylogenetischen Wert zuerkennen müssen als der einfachen Anpassungsreihe der lebenden Beuteltiere, und wir unterscheiden sie daher als *Stufenreihe*.

Wir haben aber schon früher darauf aufmerksam gemacht, daß diese Pferdereihe nicht ohne weiteres als eine direkte Ahnenkette des lebenden Pferdes betrachtet werden darf. Wenn nun aber auch die Stufenreihen nicht mit Ahnenreihen identisch sind, welche Mittel stehen uns zu Gebote, um Ahnenreihen von Stufenreihen zu unterscheiden und sie unter Umständen aus ihnen loszulösen?

Wir gelangen hier zum Kernpunkte des ganzen Problems.

Die früher besprochene Pferdereihe (Fig. 1) ist ausschließlich auf der verschiedenen Spezialisationshöhe der Gliedmaßen aufgebaut. Untersuchen wir aber einmal die Spezialisationshöhe anderer Organe, z. B. den Bau der Backenzahnkronen, so ergibt sich ein von der Gliedmaßenreihe ganz verschiedenes Bild. Ziehen wir noch andere fossile Equiden in den Kreis unserer Vergleiche, wie *Anchitherium* und *Hipparion*, so sehen wir, daß die Aufeinanderfolge der Spezialisierungen der Backenzähne eine ganz andere ist, als bei den Gliedmaßen derselben Gattungen, und die Reihenfolge würde bei manchen Gattungen eine andere sein als in der Gliedmaßenreihe.

Nun könnte man einwenden: die Spezialisationsdifferenzen der Backenzahnkronen sind nicht maßgebend, da möglicherweise eine Rückbildung zu älteren, einfachen Vorstufen der Zahnkronentypen erfolgen konnte, so daß wiederholt Spezialisierungen des Kronenbaus aufgetreten und wieder verschwunden sind, um ältere Kronentypen zu rekapitulieren.

Wäre dies möglich und wäre dies je in der Geschichte der Tierstämme vorgekommen, so hätten wir in der Tat kein Mittel, um Stufenreihen und Ahnenreihen zu unterscheiden, und müßten darauf verzichten, in die Genealogie der Tierstämme einen klaren Einblick zu gewinnen. Das Problem spitzt sich zu den Fragen zu: Kann ein rudimentäres Organ wieder aktiv werden? Können bei der Spezialisierung eines Organs die durchlaufenen Vorstufen völlig verwischt werden? Gibt es überhaupt eine Umkehr der Entwicklung oder nicht?

Diese Frage mußte einer Lösung zugeführt werden, als sich die Paläozoologie gründlicher mit der Frage nach der Geschichte der Tierwelt zu beschäftigen begann. Wenn die Entwicklung umkehrbar wäre und rudimentäre Organe, wie z. B. die Griffelbeine der heutigen Pferde wieder zu ihrer alten Bedeutung als Mitträger der Gliedmaßen aufleben könnten, so wäre es ausgeschlossen, die stufenweisen Reduktionen und Spezialisierungen überhaupt phylogenetisch zu bewerten und als untrügliche Kennzeichen genetischer Verbände und Stufenfolgen zu betrachten. Alle Versuche nach der Ermittlung einer Auseinanderfolge der Organismen wären als gescheitert anzusehen, und es bliebe nur die rein chronologische Aufeinanderfolge als letztes Mittel zur Erforschung der Stammesgeschichte übrig.

Diese Fragen sind heute entschieden. Seitdem L. Dollo 1893 das „Gesetz von der Irreversibilität der Entwicklung“ aufstellte, das ich 1912 als das „Dollosche Gesetz“ bezeichnete, sind zahlreiche Beweise für die allgemeine Gültigkeit dieses Satzes erbracht worden, und ihre Zahl wird beständig vermehrt. Genau genommen war es schon seit langem von einzelnen Forschern bei der Gruppierung von Formenreihen befolgt worden, ohne daß es jedoch mit dieser Schärfe und Konsequenz vertreten und als ein ausnahmsloses Gesetz bezeichnet worden wäre. Da und dort wurde es mißverstanden; seitdem es jedoch präzise formuliert wurde, sind keine Gegenbeweise gegen seine Richtigkeit erbracht worden, und wo solche versucht worden sind, beruhen diese Einwände entweder auf einer ungenügenden morphologischen Kenntnis oder auf einer irrtümlichen Beurteilung gewisser Erscheinungen, wie der sogenannten ceratitischen Lobenlinien bei Kreideammoniten (*Tissotia* usw.).

Das Dollosche Gesetz besagt folgendes:

1. *Ein im Laufe der Stammesgeschichte verkümmertes Organ erlangt niemals wieder seine frühere Stärke.*
2. *Ein im Laufe der Stammesgeschichte gänzlich verschwundenes Organ kehrt niemals wieder.*
3. *Gehen bei einer Anpassung an eine neue Lebensweise (z. B. beim Übergang von Schreittieren zu Klettertieren) Organe verloren, die bei der früheren Lebensweise einen hohen Gebrauchswert besaßen, so ent-*

stehen bei der neuerlichen Rückkehr zur alten Lebensweise (von Klettertieren wiederum zu Schreittieren) diese Organe niemals wieder; an ihrer Stelle wird ein Ersatz durch andere Organe geschaffen.

So z. B. ist niemals in der Pferdereihe nach Durchlaufung der Stufe mit zu Griffelbeinen verkümmerten Seitenzehen ein Stadium aufgetreten, das der tertiären Vorfahrenstufe des Hipparion, Anchitherium, Neohipparion, Hypohippus usw. vergleichbar wäre.

Von verschiedenen Seiten wurde zwar als Fall eines „Atavismus“ das Auftreten überzähliger Zehen beim lebenden Pferde betont. Wäre dies in der Tat in morphologischer Hinsicht eine Rückkehr zum Hipparionstadium, so wäre das Dollosche Gesetz damit endgültig widerlegt.

Die Untersuchungen Reinhardts über die Pleiodaktylie beim Pferde (*Anat. Hefte XXXVI*, 1908, p. 1) haben jedoch in klarster Weise gezeigt, daß es sich in allen genauer untersuchten Fällen um eine *asymmetrische Neubildung*, und zwar meist um die Spaltung des mittleren Zehenstrahles handelt, ganz ebenso wie die Pleiodaktylie beim Schweine und beim Menschen nicht als ein „Atavismus“ oder als ein Rückschlag auf eine entferntere Vorfahrenstufe angesehen werden darf.

Diese und ähnliche Fälle sind in der Literatur wiederholt als „Atavismen“ bezeichnet worden; aber diese sowie alle ähnlichen bisher beschriebenen Fälle von angeblich *morphologischen Atavismen* haben sich bei genauerer Untersuchung als Erscheinungen erwiesen, die nicht das Geringste mit den von den Vorfahren durchlaufenen Stufen zu tun haben. Es würde mich zu weit führen, an dieser Stelle die genannten sowie die verschiedenen anderen Fälle vermeintlicher Atavismen eingehend zu analysieren. Ich verweise diesbezüglich auf den demnächst erscheinenden Bericht über zwei Diskussionsabende, die in der K. K. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien über das Thema „Atavismus“ im Februar und März 1913 stattfanden und das Ergebnis brachten, daß keiner der bisher beschriebenen Fälle morphologischer Atavismen auf *weit* zurückliegende Vorfahrenstufen der geologischen Vergangenheit einer strengen Kritik standzuhalten vermochte. Selbst die auf den ersten Blick überzeugenden Fälle „atavistischer“ Pleiodaktylie beim Pferde haben sich als neu aufgetretene Spaltungen des Mittelfingers und der Mittelzehe, aber nicht als ein Wiederaufleben der verkümmerten Seitenzehen der Hipparionstufe erwiesen. Nur in einem einzigen Falle wurden drei Finger und Zehen an allen Gliedmaßen eines Pferdes von *Wehenkel* beobachtet. Auch hier kann jedoch von einer Rückkehr zum „Hipparionstadium“ keine Rede sein, da der Hauptträger von Hand und Fuß, nämlich das dritte Metapodium, in allen Gliedmaßen entweder ganz unterdrückt oder hochgradig verkümmert war. Übrigens bedürfen verschiedene

Fälle pleiodaktyler Pferdefüße einer gründlichen Untersuchung; die von *R. Reinhardt* studierten Objekte zeigen in klarster Weise, daß von einem *morphologischen Atavismus*, d. h. einer *anatomisch nachweisbaren Wiederkehr von längst verloren gegangenen Strukturverhältnissen* keine Rede sein kann.

Ist somit noch in *keinem einzigen Falle* der einwandfreie Beweis dafür zu erbringen gewesen, daß verschwundene Organe *nach langen Zeiträumen* bei phylogenetisch weit jüngeren Arten und Gattungen wieder auftreten, so fiel auch der letzte noch mögliche Einwand gegen die allgemeine Gültigkeit des Dolloschen Gesetzes.

Um nun eine *Ahnenreihe* festzustellen, ist es notwendig, nicht nur die stufenweise Veränderung *eines einzigen Organs* im Laufe der Stammesgeschichte bei den verschiedenen in Betracht kommenden Formen zu verfolgen, sondern *so viele Organe als möglich* in derselben Weise zu vergleichen.

Das Prinzip bei der Ermittlung einer Ahnenreihe läßt sich wie folgt zusammenfassen:

1. *Laufen innerhalb einer Gruppe von Arten alle Stufenreihen der untersuchten Organe parallel, so repräsentiert jede dieser Stufenreihen gleichzeitig die Ahnenreihe.*
2. *Wenn jedoch innerhalb einer Gruppe von Arten die Stufenreihe auch nur eines der untersuchten Organe ein von den übrigen Stufenreihen abweichendes Bild ergibt, so können diese Formen nicht als eine direkte Ahnenkette angesehen werden.*

Der kurze Zeitraum, welcher seit dieser Erkenntnis bis heute verfloßen ist, hat noch nicht gestattet, eine größere Zahl sicherer Ahnenreihen festzulegen. Immerhin kennen wir heute schon ungefähr zehn sichere Ahnenreihen, von denen sich freilich manche nur über kurze geologische Zeiträume erstrecken. Eine der längsten Ahnenreihen ist die Ahnenkette der tertiären Sirenen, welche jetzt vom Mitteleozän bis in das Pliozän verfolgt werden kann.

Wären schon früher viele der bisher aufgestellten phylogenetischen Reihen als das bezeichnet worden, was sie wirklich sind, nämlich als Stufenreihen, so wären der Paläozoologie manche Enttäuschungen erspart geblieben und die Gegner der Abstammungslehre manches wichtigen Angriffspunktes beraubt worden.

Diese Grundsätze in der Beurteilung der verwandtschaftlichen Beziehungen der fossilen Formen untereinander und zu den lebenden haben nun auch zur neuerlichen Aufrollung der Frage nach den so lange vermißten Bindegliedern zwischen größeren systematischen Kategorien, wie zwischen Familien, Unterordnungen usw., geführt.

Auch auf diesem Gebiete sind in der letzten Zeit einige Fragen der Lösung zugeführt oder doch nähergebracht worden. Eines der lange gesuchten Bindeglieder zwischen den Bartenwalen

und den übrigen Säugetieren ist *Patriocetus Ehrlich*, ein bezahnter Bartenwal oder, wenn Sie wollen, ein zu einem Bartenwal werdender Urwal, der die Bartenwale mit den Urwalen verbindet. Die Untersuchung aller Schädelmerkmale hat in keinem einzigen Punkte eine *Spezialisationskreuzung* ergeben; in allen Merkmalen hält diese seit 1841 bekannte, aber jetzt erst seit einem neuen Schädelkunde im Oberoligozän von Linz 1910 genauer untersuchte Art die Mitte zwischen dem Stamm der Urwale und dem der Bartenwale, so daß wir hier eines der gesuchten „Missing links“ zwischen größeren systematischen Kategorien vor uns haben (Fig. 3—5).

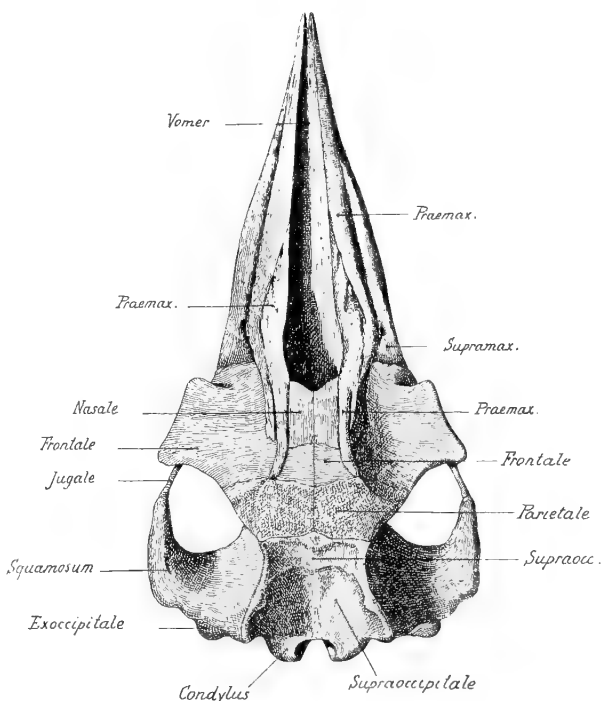


Fig. 3. Rekonstruktion des Schädels von *Patriocetus Ehrlich*, Van Ben. aus dem Oberoligozän von Linz in Oberösterreich. Schädelgröße 65 cm. — Schädel von der Oberseite gesehen.

Dieser Fund sowie einige schon früher gemachte Entdeckungen primitiver Huftiere, die als Protungulata zusammengefaßt werden können, hat ein unerwartetes Problem aufgerollt, zu dem wir Stellung nehmen müssen.

Solange das System des Tierreiches auf die lebende Tierwelt als der in der Gegenwart durch den Stammbaum gelegte Querschnitt anzusehen war, die fossilen Arten, Gattungen, Familien usw. aber nicht durch Übergangsglieder mit den lebenden Arten verbunden waren, konnte die Summe der fossilen Formen als ein Supplement des Systems der lebenden Tiere betrachtet werden.

Mit dem Fortschreiten paläozoologischer Forschung wurde es notwendig, die Diagnosen der einzelnen Familien, Unterordnungen, Ordnungen usw. zu erweitern und einen *genetischen Gesichtspunkt* in die Diagnosen zu bringen. Seitdem wir

wissen, daß die tertiären Pottwale auch im Zwischenkiefer und Oberkiefer Zähne besaßen, konnte die Diagnose der Physeteriden nicht mehr aufrechterhalten werden. Die auf den lebenden Gattungen *Physeter* und *Kogia* aufgebaute Diagnose der Physeteriden besagte, daß die Mitglieder dieser Familie nur im Unterkiefer Zähne besitzen. Ebenso sind die Diagnosen fast aller Familien, denen fossile Vertreter eingereiht worden sind, in dieser Weise abgeändert worden.

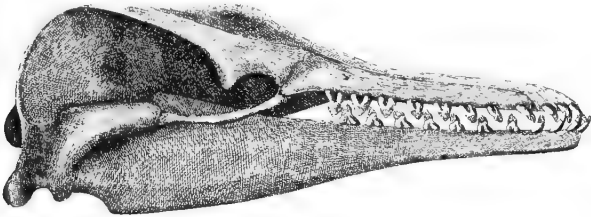


Fig. 4. Rekonstruktion des in Fig. 3 abgebildeten Schädels, von der Seite gesehen.

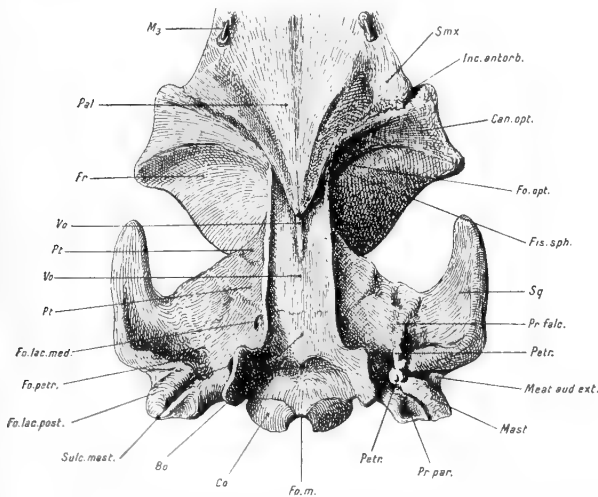


Fig. 5. Basis des in Fig. 3 und 4 abgebildeten Schädels, von unten gesehen. Rekonstruiert. — *Bo.* = Basioccipitale. *Can. opt.* = Canalis opticus. *Co.* = Condylus occipitalis. *Fis. sph.* = Fissura sphenoidalis. *Fo. lac. med.* = Foramen lacerum medium. *Fo. lac. post.* = Foramen lacerum posterius. *Fo. m.* = Foramen magnum. *Fo. opt.* = Foramen opticum. *Fo. petr.* = Fossa petrosi. *Fr.* = Frontale. *Inc. antorb.* = Incisura antorbitalis. *M₃* = der dritte rechte Molar. *Mast.* = Mastoideum. *Meat. aud. ext.* = Meatus auditorius externus. *Pal.* = Palatinum. *Petr.* = Petrosium. *Pr. falc.* = Processus falciformis. *Pr. par.* = Processus paroccipitalis. *Pt.* = Pterygoideum. *Smx.* = Supramaxillare. *Sq.* = Squamosum. *Sulc. mast.* = Sulcus mastoideus. *Vo.* = Vomer.

In dem Moment aber, da ein sichergestelltes Bindeglied zwischen zwei größeren systematischen Kategorien, wie der Unterordnung der Urwale (*Archaeoceti*) und der Bartenwale (*Mystacoceti*), entdeckt wurde, sind wir vor das schwierige Problem gestellt worden, wie die Ergebnisse der phylogenetischen Forschung mit dem System des Tierreiches in Einklang zu bringen sind. Neuschaffungen von Familien usw. würden die Ent-

scheidung nur hinausschieben, aber dem Kern des Problems ausweichen. Heute wissen wir, daß von den Urwalen eine direkte Linie zu den Bartenwalen, eine andere von den Urwalen zu den Zahnwalen führt. Die Kreise der systematischen Kategorien der Urwale, Bartenwale und Zahnwale schneiden sich also bereits an zwei Stellen. Das Gleiche ist bei den Protungulaten als der Stammgruppe der Ungulaten der Fall. Werden wir überhaupt jemals imstande sein, die Ergebnisse der Phylogenie im System in Form einer „phylogenetischen Systematik“ oder „systematischen Phylogenie“ zum Ausdruck zu bringen, oder werden wir zu dem Punkte gelangen, wo es nicht mehr möglich sein wird, die Ergebnisse der Phylogenie im System darzustellen?

Ein Bild wird die Schwierigkeiten, in die uns die Fortschritte der Phylogenie der Systematik gegenüber bringen, verdeutlichen.

Denken wir uns den Querschnitt des Stammbaums auf eine undurchsichtige Tafel übertragen, so werden die Schnittpunkte der einzelnen Äste als Punkte erscheinen, die stellenweise dichtgedrängt, stellenweise ganz vereinzelt sind.

Denken wir uns aber den Stammbaumquerschnitt als eine Glastafel, auf die wir von oben blicken. Die Schnittpunkte der einzelnen Äste mögen als Punkte auf dieser Glastafel verzeichnet sein.

Blicken wir nun von oben auf diese Tafel, so wird uns ein Gewirre von sich nach unten zu vereinigenden Ästen und Zweigen entgegentreten, die in dem Hauptstamm zusammenlaufen, und wir werden nicht imstande sein, die Projektion dieser Linien auf die Querschnittstafel durchzuführen.

Im Festgrube, den der Nestor der deutschen Phylogenetiker, *Ernst Haeckel*, an unsere Tagung richtete, hat er drei Hauptturkunen der Abstammungslehre genannt: die Paläontologie, die vergleichende Anatomie und die Ontogenie. Vielleicht ist hier zum ersten Male die Paläontologie an erster Stelle als Mittel zur Erforschung stammesgeschichtlicher Zusammenhänge genannt worden. Was ich Ihnen hier in Kürze dargelegt habe, mag Ihnen gezeigt haben, daß die Paläontologie erst seit kurzer Zeit in der Lage ist, in exakter Form an der Lösung phylogenetischer Probleme mitzuarbeiten und daß die Paläontologie noch sehr viel zu forschen hat, bis sie sich den älteren und ruhmreicheren Schwestern, der vergleichenden Anatomie und Embryologie, ohne vordringlich zu sein, an die Seite stellen darf. Eines aber hat sie aus den Fehlern gelernt, die in der Epoche des siegreichen Aufschwunges der Abstammungslehre zur Zeit der unbeschränkten Herrschaft des Darwinismus begangen worden sind. Die Paläontologie darf nicht in den Fehler der Stammbaumkulturen früherer Zeiten verfallen; sie muß langsam, aber sicher und zielbewußt vorwärtsschreiten, um dem stolzen Baue der Abstammungslehre von Zeit zu Zeit einen kleinen, dafür aber dauerhaften Stein einzufügen.

Neuere Untersuchungen zur Theorie der Muskelkontraktion.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Die letzten Jahre haben eine Reihe wichtiger Arbeiten über die Vorgänge im Muskel gebracht, so daß es wohl angezeigt ist, sie einmal übersichtlich zusammenzustellen, um so mehr, als die Forscher, denen wir die neuen Tatsachen verdanken, teils als physiologische Chemiker, teils als Kolloidchemiker, teils mit physikalischen, teils mit stoffwechselphysiologischen, teils mit mikroskopischen Methoden an die Probleme herangegangen sind.

Der Muskel ist ein System, in welchem chemische Energie in mechanische Energie umgewandelt wird, das ist nur eine Umschreibung der Tatsache, daß der Muskel unter Verbrauch von Stoffen Arbeit leistet. Das Problem liegt darin, eine vollständige Beschreibung der Vorgänge zu geben, die im Muskel ablaufen, von dem Augenblick an, in dem ihn ein Reiz trifft, bis zu dem Augenblick, in dem nach Ausführung der Zuckung die Erregbarkeit wieder denselben Grad erreicht hat, wie vor dem Einbruch des ersten Reizes, in dem also der status quo ante wiederhergestellt ist.

Von einer solchen vollständigen Beschreibung der Lebensvorgänge sind wir, wie überall, auch beim Muskel noch weit entfernt. Wir können aber heute durch eine Reihe wichtiger Kriterien die Prozesse im Muskel derart kennzeichnen, daß die Vorstellungsmöglichkeiten, die man sich bei kritischer Wertung aller Erfahrungen machen kann, schon ziemlich weit eingeschränkt sind.

Mißt man den Energieumsatz des Muskels durch seine Wärmeproduktion und vergleicht diesen Wert mit der geleisteten Arbeit, so erhält man kein festes Verhältnis; vergleicht man dagegen die maximale Spannung, welche ein Muskel in einer isometrischen Zuckung leistet, d. h. einer Zuckung, bei der ihm nur eine minimale Verkürzung möglich ist und seinem Zuge durch die Spannung einer Feder das Gleichgewicht gehalten wird, mit der Wärmemenge, die er bei solcher Beanspruchung produziert, so erhält man einen Wert T/H (Spannung/Wärmeproduktion), der konstant ist. Bei verschiedenen Anfangsspannungen und verschiedener Zahl der erregten Muskelfasern ist dies Verhältnis, wie Hill¹⁾ fand, für ein und denselben Muskel immer dasselbe, solange die Temperatur konstant erhalten wird. Mit steigender Temperatur wird das Verhältnis größer. Z. B. betrug es in einem Versuch bei 4° C. 0,60, bei 19,2° C. 0,84 und bei 30,5° sogar 1,10, obgleich der Versuch sich auf über 6 Stunden erstreckte, und die hohen Temperaturen als letzte beobachtet wurden, zu einer Zeit, wo bei Versuchen mit konstanter Temperatur ein Sinken des Wertes zu er-

warten gewesen wäre. Beim ermüdeten Muskel ist der Wert T/H kleiner als beim frischen Muskel.

Vom theoretischen Standpunkte aus ist es gleichgültig, ob die Spannung, die der Muskel als Reizerfolg produziert, durch eine Verkürzung dazu benutzt wird, äußere Arbeit zu leisten, oder ob eine solche Ausnutzung nicht stattfindet. Im letzteren Falle wird die potentielle Energie durch irreversible Prozesse in Wärme verwandelt. Eine sehr bemerkenswerte Tatsache ist es, daß die Wärmeproduktion des Muskels um 20—30 % verringert wird, wenn der Muskel die Möglichkeit hat, sich zu verkürzen, bevor er seine maximale Spannung erreicht hat. Wenn die Vorgänge, welche zur Entwicklung potentieller Energie führen, in jeder Volumeneinheit des Muskels in gleicher Weise vor sich gingen, so wäre dies Verhalten ganz unverstänlich, da sich das Volumen bei der Zusammenziehung nicht ändert. Dagegen wird die Abnahme der Wärmeproduktion verständlich, wenn für den Umfang der Prozesse, die die Spannung erzeugen, die Größe irgendwelcher Oberflächen maßgebend ist, mit denen einzelne Teilsysteme im Muskel aneinander grenzen. Eine Verkleinerung derartiger chemisch oder physikalisch-chemisch aktiver Flächen bei der Verkürzung wäre sehr leicht vorstellbar und würde hinreichen, um die verringerte Wärmebildung zu erklären.

Zu der Annahme, daß Oberflächen eine wesentliche Rolle bei den Energieumwandlungen im Muskel spielen, kam auch Bernstein¹⁾, der die maximale Spannung, die ein Muskel zu erzeugen vermag, als Funktion der Temperatur untersuchte. Dabei ergab sich ein negativer Temperaturkoeffizient, denn die maximale Spannung betrug bei 0° 375 g, bei 18° 205 g. Da das chemische Geschehen im Muskel einen positiven Temperaturkoeffizienten hat, wird der negative bei höheren Temperaturen meist verdeckt. Von den Energieformen, die im Muskel in Betracht kommen, hat nur die Oberflächenenergie einen negativen Temperaturkoeffizienten.

Von größtem theoretischen Interesse ist die Frage, in welchem Verhältnis die Menge potentieller mechanischer Energie, die im Muskel produziert wird, zu der ganzen Energiemenge steht, die in ihm umgesetzt wird. Aus Untersuchungen über die Steigerung des Sauerstoffverbrauchs bei der Steigarbeit (Zuntzsche Methode) hatte sich ergeben, daß für je 1 mkg nutzbarer Arbeit eine Steigerung des Energieumsatzes erfolgt, die, als mechanische Energie ausgedrückt, etwa 3 mkg äquivalent ist. Genauer ergab sich dieser Energieaufwand für 1 mkg Steigarbeit im Mittel:

beim Hunde zu . . .	3,10 mkg,
beim Menschen zu . . .	2,80 „ „
beim Pferde zu . . .	2,91 „ „

Es erschienen in diesen Fällen 35,7 bis 32,3 % des Gesamtumsatzes als äußere Arbeit.

¹⁾ A. V. Hill, Journal of Physiology Bd. 42, 1911, p. 1—43.

¹⁾ J. Bernstein, Pflüg. Arch. Bd. 122, 1908, p. 129—195.

Die direkte Bestimmung dieses Wertes, des *Wirkungsgrades* oder Nutzeffekts der *Muskelmaschine* am ausgeschnittenen Froschmuskel wurde schon im Jahre 1869 von *Fick* versucht, aber erst die hohe Vervollkommenung der Methodik thermoelektrischer Untersuchungen, die heutzutage möglich ist, setzte *Hill*¹⁾ in den Stand, in einer Weise, die allen Anforderungen gerecht wird, dies Problem zu bearbeiten.

Vergleicht man die *ganze Wärmemenge*, die ein Muskel im Anschluß an eine Zuckung produziert, mit der Menge potentieller Energie, die hierbei verfügbar wird, so ergibt sich als Wirkungsgrad der Muskelmaschine bei geringer Anfangsspannung und schwacher Reizung ein Wert von 50 %. Bei hoher Anfangsspannung und starken Reizen sinkt der Nutzeffekt auf 25—30 %. Diese Zahlen stehen also in guter Übereinstimmung mit den Werten, die aus den Stoffwechselversuchen an ganzen Tieren gewonnen worden sind, aber sie stellen, wie wir gleich sehen werden, noch nicht den wahren Nutzeffekt des Prozesses dar, der im Muskel abläuft, wenn eine Zuckung ausgeführt wird.

Die Untersuchungen von *Hill*²⁾ über den *zeitlichen Verlauf der Wärmeproduktion* beim tätigen Muskel stellen wohl den wichtigsten Fortschritt dar, den die Theorie der Energieumwandlung in dieser Arbeitsmaschine in den letzten Jahrzehnten gemacht hat.

Ein hochempfindlicher thermo-elektrischer Apparat, dessen Ausschläge graphisch verzeichnet werden können, ermöglicht die Untersuchung. Um den Zeitpunkt der Wärmeproduktion festzustellen, wird die Kurve der Ablenkung des Galvanometers bei und nach einer Muskelzuckung verglichen mit einer Kontrollkurve, die in der Weise gewonnen wird, daß ein toter Muskel durch einen elektrischen Strom von bekannter Dauer erwärmt wird. In jedem Versuch findet eine Eichung der Empfindlichkeit des Apparates statt. Wie groß dieselbe ist, mag daraus erhellen, daß bei der neuesten Untersuchung eine Anordnung verwendet wurde, bei der 1 Skalenteil einer Wärmemenge von $11,6 \cdot 10^{-6}$ cal entspricht. Denken wir uns einmal — um eine Vergleichsmöglichkeit zu haben — diese Wärmemenge durch die vollständige Verbrennung von Zucker erzeugt, der pro 1 mg 3,8 cal liefert, so ist die hierzu erforderliche Zuckermenge nur 0,000 003 05 mg oder weniger als $\frac{1}{300\,000}$ mg. Der Umsatz einer so minimalen Zuckermenge, bei der nur $\frac{1}{200\,000}$ mg Kohlensäure entstehen würde unter Verbrauch von $\frac{1}{250\,000}$ mg Sauerstoff, Mengen, für deren Feststellung uns chemische Methoden völlig fehlen, wäre also mit physikalischen Mitteln eben noch erkennbar.

Es ergab sich nun die höchst wichtige Tatsache, daß die Wärmeproduktion sich über eine

sehr viel längere Zeit erstreckt als die Muskelkontraktion. Sowohl bei einzelnen Zuckungen, wie bei kurzen tetanischen Kontraktionen (bis 2 Sekunden Dauer) hielt die gegenüber der Muskelruhe (vor dem Versuch) vermehrte Wärmeproduktion noch längere Zeit an. Die Wärmemenge, welche nach Beendigung der Muskelzuckung produziert wird, ist mindestens ebenso groß, wie jene, die während der Zuckung produziert wird.

Wenn man den wirklichen absoluten Nutzeffekt des Prozesses kennen lernen will, der mit der Erzeugung der Spannung verbunden ist, muß man also nur die gleichzeitig frei werdende Wärmemenge mit der erzeugten mechanischen Energie vergleichen. Dieser Vergleich führt auf einen Nutzeffekt, der bei schwacher Reizung und geringer Anfangsspannung im Mittel 91 %, in einzelnen beobachteten Fällen sogar 100 % beträgt. Es wird also unter diesen Bedingungen praktisch die ganze frei werdende Energiemenge in potentielle mechanische Energie umgewandelt.

Bei höherer Anfangsspannung und stärkeren Reizen ergab sich ein Nutzeffekt von 40—60 %.

Hills Untersuchungen zeigen, daß diese langdauernde Wärmeproduktion nur bei reichlicher Sauerstoffversorgung zu beobachten ist, ein Muskel, der etwa eine Stunde in Stickstoff gehalten wird, zeigt keine Spur einer die Zuckung überdauernden Wärmeproduktion.

Alle Einflüsse, welche die Sauerstoffspannung in den Geweben vermindern, verringern die Wärmeproduktion nach Beendigung der Zuckung. Diese Resultate finden eine wichtige Ergänzung in den Untersuchungen, die *F. Verzár*¹⁾ über die zeitlichen Verhältnisse des Sauerstoffverbrauches beim Warmblütermuskel angestellt hat. Ganz wie es nach *Hills* thermischen Untersuchungen zu erwarten war, zeigte sich, daß der Sauerstoffverbrauch erst eine gewisse Zeit *nach dem Aufhören* einer tetanischen Reizung sein Maximum erreicht und erst etwa 2 Minuten nach dem Ende der Reizung zum normalen Wert zurückkehrt.

Diese Vorgänge, die dergestalt vom energetischen und vom stoffwechselphysiologischen Standpunkte aus charakterisiert sind, bringen den Muskel wieder in den Zustand, in dem er vor der Reizung war, es sind *Restitutionsprozesse* irgendwelcher Art.

Zu ihrer näheren Kennzeichnung kann man die Untersuchungen von *Fletcher* und *Hopkins*²⁾ über die Milchsäurebildung im Froschmuskel verwenden.

Diese Forscher fanden, daß der zuckende Muskel nur äußerst geringe Mengen Milchsäure (Fleischmilchsäure 0,015 %, bestimmt als 0,02 % Zinklaktat) enthält, daß diese Säure sich aber im Muskel, der bis zur Ermüdung gearbeitet hat, in mehr als zehnmal höherer Konzentration findet

¹⁾ A. V. Hill, Journal of Physiology Bd. 46, 1913, p. 435—469.

²⁾ A. V. Hill, Journal of Physiology Bd. 44, 1912, p. 466—513; Bd. 46, 1913, p. 28—80.

¹⁾ F. Verzár, Journal of Physiology Bd. 44, 1912, p. 243—258.

²⁾ W. M. Fletcher and F. Gowland Hopkins, Journal of Physiology Bd. 35, 1907, p. 247—309.

(0,162 %). Sie fanden ferner, daß bei einem ermüdeten Muskel, der in reinem Sauerstoff gehalten wird, der Milchsäuregehalt *sinkt*, daß Milchsäure *verschwindet*, daß sie sich dagegen noch stärker anhäuft, wenn der Muskel in einer sauerstofffreien Atmosphäre, also z. B. in Wasserstoff gehalten wird. Über den Prozeß, in dem die Säure verschwindet, sind keine näheren Untersuchungen gemacht. Es könnte sich entweder um eine Oxydation zu Kohlensäure und Wasser oder um eine Verarbeitung in einem synthetischen Vorgang handeln. Für die letztere Annahme führen *Fletcher* und *Hopkins* die Beobachtung ins Feld, daß die Abnahme der Milchsäure bei Gegenwart von Sauerstoff nur im intakten Muskel, nicht dagegen im Muskelbrei erfolgt, doch ist dies Argument nicht zwingend.

Wir müssen uns also auf Grund dieser Untersuchungen die Vorstellung bilden, daß durch den Reiz im Muskel Milchsäure frei wird, die eine Zustandsänderung im Muskel bewirkt, welche als Spannung bemerkbar wird, und auf diesem Wege entweder in äußere Arbeit oder in Wärme umgewandelt werden kann.

Für die Frage, welcher Art die Zustandsänderung ist, die die Milchsäure im Muskel hervorbringt, können wir einige Erfahrungen der Kolloidchemie heranziehen, die *Pauli* direkt zu einer kolloidchemischen Theorie der Muskelkontraktion verarbeitet hat, über die schon in Bd. 1, Heft 5 dieser Zeitschrift berichtet wurde. Es seien hier folgende Punkte hervorgehoben:

Der osmotische Druck der Eiweißkörper wird schon durch sehr geringe Säurekonzentrationen vervielfältigt. Die Eiweißgallerte quillt in Säuren schon bei geringer Konzentration gewaltig auf. Bei einer einprozentigen Gelatine und einer Säurenormalität von $2,5 \cdot 10^{-3}$ beträgt die Drucksteigerung bereits $\frac{1}{25}$ Atmosphäre und wir kommen bei einfacher Übertragung auf die im Organismus gegebenen Konzentrationen schon weit über die vom Muskel entwickelten Kräfte hinaus, ohne erst optimale Säuremengen zu beanspruchen¹⁾.

Die Quellungsgeschwindigkeit ist derart, daß sie mit der Geschwindigkeit der Muskelzuckung erfolgt, wenn man Gebilde von der Dimension der Muskelfibrillen als quellende Systeme betrachtet.

Für die Theorie der Erschlaffung des Muskels ist die Tatsache fundamental, daß die Säurequelle der Eiweißgallerte absolut reversibel ist. Das Säureeweiß ist nur bei Gegenwart freier Säure beständig, wird diese in irgendeiner Weise entfernt (neutralisiert, durch Diffusion entfernt, verbrannt oder synthetisch verarbeitet), so gibt das Säureeweiß rasch seine gebundene Säure ab, es entquillt und der osmotische Druck, den es ausüben vermag, sinkt.

Die Tatsache der lang dauernden Wärmeproduktion

nach einer Muskelzuckung, der gleichfalls für längere Zeit erhöhte Sauerstoffverbrauch nach Muskelreizung und die Übertragung der Erfahrungen über Quellung und Entquellung von Eiweißgallerten in Säuren auf den Muskel führen alle zu der Anschauung, daß der größte Energieaufwand von den lebendigen Systemen in der Periode der Muskelerschlaffung, nicht in jener der Kontraktion geleistet wird. Mit dieser Auffassung stehen in bester Übereinstimmung die Erfahrungen von *Parnas* am Schließmuskel der Muscheln und von *Bethe* an anderen tonisch kontrahierten Muskeln, aus denen hervorgeht, daß diese Art der Dauerverkürzung mit keiner nachweisbaren Steigerung des Stoffwechsels verbunden ist. Wollte man sich die Dauerkontraktion des Schließmuskels der Muschel nach dem Schema des Tetanus eines quergestreiften Skelettmuskels vorstellen, so müßte der Sauerstoffverbrauch der Muscheln etwa 50 000 mal so groß sein, wie er tatsächlich ist¹⁾.

Alle bisherigen Erfahrungen, welche zu einer Theorie der Muskelkontraktion verwertet werden konnten, waren ganz unabhängig von den Kenntnissen über den *Bau der Muskelfaser*. Nachdem aber die physikalischen und chemischen Prozesse, die in Betracht kommen, so weit wie möglich zur Gestaltung unserer Vorstellungen verwendet worden sind, müssen wir versuchen, auch ihre räumliche Verteilung auf die Strukturelemente des Muskels festzulegen.

Es ist vielleicht etwas radikal, aber doch wohl nicht unberechtigt, wenn man hierbei alle Erfahrungen, welche an fixierten und gefärbten Präparaten von Muskeln gewonnen worden sind, für die Gestaltung der theoretischen Vorstellungen *völlig ausschaltet* und *nur* solche Strukturelemente als existierend annimmt, die bei Beobachtung der überlebenden, reizbaren Muskelfaser zu beobachten sind.

Diesen Anforderungen genügt nur die Untersuchung *Hürthles*²⁾ über den Bau der Muskelfaser von *Hydrophilus* und die Veränderungen ihrer Struktur im tätigen Zustande. Das Material zu seinen Messungen sind Mikrophotogramme der lebenden Muskelfaser, die nebeneinander — also an derselben Faser — ruhende und tätige Teile unter ganz gleichen Bedingungen des Versuches und der Abbildung zeigen.

Die fundamentale Tatsache, die diese Untersuchungen zutage gefördert haben, und an der meines Erachtens zurzeit keine Theorie der Muskelkontraktion vorbeigehen darf, ist die, daß im quergestreiften Muskel die Strukturelemente, welche doppeltbrechend sind, bei der Kontraktion *keine Volumenveränderung* erfahren.

Hürthle bezeichnet diese Teile als „Stäbchen“. Sie sind im ruhenden Muskel im Mittel $5,26 \mu$ lang

¹⁾ *Wolfgang Pauli*, Kolloidchemie der Muskelkontraktion. Dresden und Leipzig, Th. Steinkopf, 1912. 24 Seiten.

¹⁾ *J. Parnas*, Energetik glatter Muskeln. Pflüg. Arch. Bd. 134, 1910, p. 441—495.

²⁾ *K. Hürthle*, Pflüg. Arch. Bd. 126, 1909, p. 1—164, Taf. I—VIII.

und 0,9 μ dick, im verkürzten Muskel 2 μ lang und 1,4 μ dick, d. h. ihr Volumen beträgt im ruhenden wie im kontrahierten Zustande 3,1—3,3 μ^3 .

Für die Quellung, die die oben angeführten Erfahrungen als Vorgang bei der Kontraktion höchst wahrscheinlich gemacht haben, gibt das mikroskopische Bild die Lokalisation an: Die einfach brechenden (isotropen) Schichten, die die Schichten, in denen die „Stäbchen“ liegen, voneinander trennen, erfahren bei der Kontraktion eine *Volumenvermehrung* auf mehr als das Doppelte des Zustandes in gestreckten Muskeln, während das Sarkoplasma, das die einzelnen doppeltbrechenden (anisotropen) Stäbchen voneinander trennt und selbst einfach lichtbrechend ist, eine *Volumenabnahme* erfährt.

Es findet also — nach dem mikroskopischen Bilde — die Quellung in der isotropen Schicht statt, während gleichzeitig das Sarkoplasma entquillt.

Die Volumenkonstanz der doppeltbrechenden Elemente bei der Kontraktion entzieht jeder Theorie den Boden, die besonderes Gewicht darauf legt, daß Eiweißfäden, die in gedehntem Zustande erstarrt sind und infolgedessen Doppelbrechung zeigen, bei ihrer Quellung sich verkürzen (*Engelmann, Pauli*), während im allgemeinen Eiweißgallerte bei der Quellung in allen Richtungen eine Zunahme ihrer Dimensionen erfahren.

Pauli hat diese Volumenkonstanz der anisotropen Elemente nicht berücksichtigt, aber dadurch wird der Grundgedanke seiner Auffassung, die die fundamentale Bedeutung betont, welche der reversiblen Quellung der Eiweißgele bei der Kontraktion zukommt, nicht entwertet, nur die Lokalisation der Prozesse muß man sich auf Grund der Hürthleschen Untersuchungen anders vorstellen und der Mechanismus der Bewegung wird ein etwas anderer.

Die enge Beziehung von Kontraktilität und Doppelbrechung hat *Engelmann*¹⁾ an vielen Beispielen gezeigt, und wir werden nicht zweifeln, daß die „Stäbchen“ *Hürthles* in der Weise kontrahiert sind, wie eine elastische Bindegewebsfaser oder ein gespannter Kautschukfaden. Im ruhenden Muskel haben diese Elemente ihre größte Länge, sind also in *Zugspannung*. Im Augenblick der Kontraktion wird der Sperrmechanismus entfernt, der sie verhinderte, sich zu verkürzen, und zwar geschieht diese Entfernung der Sperrung durch das Aufquellen der isotropen Schicht und die Entquellung des Sarkoplasmas. Nun können sich die „Stäbchen“ verkürzen, wie gespannte Federn, deren Arretierung gelöst ist.

Über die Einzelheiten der Prozesse, die im erschlafften Muskel die Stäbchen in Zugspan-

nung halten und sie bei der Erschlaffung aus dem ungespannten Zustande wieder in den gespannten zurückbringen, ein Vorgang, bei dem — wie bei dem Aufziehen einer Uhrfeder — Arbeit geleistet werden muß, können wir vorläufig noch keine näheren Angaben machen.

Es scheint mir von besonderem vergleichend-physiologischen Interesse, daß die neueren Anschauungen über die Vorgänge bei der Muskelkontraktion immer mehr Berührungspunkte mit der Theorie der Kontraktion der Staubfäden der Cynareen ergeben, die *Pfeffer* schon 1873 eingehend analysiert hat. Die einfachste Beschreibung dieser Kontraktion ist folgende: Durch einen Reiz (Stoßreiz) wird die *Permeabilität der Plasmahaut* der kontraktionsfähigen Zellen derart verändert, daß Flüssigkeit durch sie hindurchtreten kann. Infolge der Volumenabnahme, die der Wasseraustritt bewirkt, ziehen sich die Zellmembranen, die *in der Ruhe elastisch gespannt sind*, zusammen. Darauf wird durch die Wiederherstellung der Turgors (gegenseitige Veränderung der Permeabilität der Plasmahaut und Erzeugung neuer osmotisch wirksamer Stoffe) die Zelle wieder *vergrößert*, wodurch die *elastischen Elemente gespannt* und von neuem in einen Zustand versetzt werden, der ihnen ermöglicht, bei einer neuen Reizung sich zu kontrahieren¹⁾. *Pfeffer* faßt das letzte Resultat seiner Analyse folgendermaßen zusammen: „Durch die Zurückführung auf den Antagonismus zwischen der Spannung der (konstant) elastischen Zellhaut und der Variation der Turgors (der osmotischen Energie) sind die energetischen Faktoren präzisiert, die den besagten Reaktionen zunächst zugrunde liegen“).

Man könnte in Analogie damit für den Muskel sagen: durch die Zurückführung auf den Antagonismus zwischen der Spannung der (konstant) elastischen doppeltbrechenden „Stäbchen“ und der Variation der osmotischen Energie der Eiweißkörper sind die energetischen Faktoren präzisiert, die der Muskelkontraktion zunächst zugrunde liegen.

Eine vollständige Analyse des physiologischen Geschehens ist hiermit freilich für den Muskel ebensowenig wie für die Staubfäden der Cynareen gegeben.

Die Geologie auf der 96. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Ge- sellschaft in Frauenfeld 1913.

Von Prof. Dr. Julius Weber, Winterthur.

Zu den Traktanden der ersten allgemeinen Sitzung gehörte ein Vortrag von Professor

¹⁾ Th. W. Engelmann, Zur Theorie der Kontraktilität. Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akad. d. Wiss. Berlin Bd. 39, 1906.

¹⁾ Näheres siehe bei *Pütter*, Vergleichende Physiologie. Jena 1911, p. 459—462.

²⁾ *Pfeffer*, Pflanzenphysiologie Bd. 2, p. 893.

Dr. U. Grubenmann (Zürich): *Über die Entwicklung der neuern Gesteinslehre.* Da der Referent durch Unwohlsein abgehalten war, an der Versammlung zu erscheinen, so wurde sein Manuskript von Dr. P. Arbenz vorgelesen. Prof. Grubenmann gibt in seiner Darstellung einen Überblick über die Entwicklung der petrographischen Disziplin im Verlauf der letzten 25 Jahre. Ums Jahr 1887 hatte die Einführung der *mikroskopischen Untersuchung* in die Petrographie ihre Triumphe gefeiert. Durch das Studium der Dünnschliffe hatte man weitgehende, neue Kenntnisse über die mineralischen Komponenten der Gesteine, über den komplizierten Aufbau und damit über die Natur der Gesteine erhalten. Indem man auch dazu gelangte, das polarisierte Licht zur Untersuchung der Dünnschliffe herbeizuziehen, konnte die Forschung noch in hohem Grad vertieft werden. Nach und nach ist jeder wesentliche Teil des Mikroskopes verbessert worden; es gelang, das Mikroskop mit dem Goniometer zu verbinden; es gelang die undurchsichtigen und daher von der Dünnschliffuntersuchung ausgeschlossenen Erze im reflektierten Licht des metallographischen Mikroskopes zu betrachten. Die Erfindung des Heizmikroskopes ermöglichte die unmittelbare Beobachtung der Kristallisation von Lösungen.

Neben der Mikroskopie erhielt die *chemisch-analytische Untersuchung* und Beurteilung aller Gesteinsklassen immer mehr Bedeutung. Da der Gesteins-Chemismus das Primäre der Gesteine ist, so ist deren Erforschung ganz besonders wichtig. In verschiedenen petrographischen Hochschullaboratorien, in Heidelberg, in Zürich, auch in Amerika ist die systematische Untersuchung sehr vieler Gesteinsreihen durchgeführt worden.

Ferner ist die Petrographie durch die Untersuchungsmethode der *physikalischen Chemie* sehr gefördert worden. Zu dieser Art von Untersuchungen gehören die Arbeiten von Van't Hoff über die chemischen Sedimente, insbesondere diejenige über die Entstehung der Steinsalzlagerstätten. Vermittels Bestimmung der Löslichkeitsverhältnisse einzelner Salze sowie ihrer Löslichkeit in Gegenwart anderer Salze gelang es Van't Hoff und seinen Schülern, die Ausscheidung des Steinsalzes sowie der Kalisalze, der sog. Abraumsalze, theoretisch vollkommen klarzustellen.

Auch über die Entstehung der Kalksteine und Dolomite sind neue Gesichtspunkte erhalten worden. Aus den Untersuchungen von Linck in Jena ist zu entnehmen, daß am Meeresgrund nicht nur solche Kalksteine entstehen können, deren Kalkmasse von Organismen ausgeschieden ist, sondern daß auch rein chemisch niedergeschlagener Kalk zum Absatz gelangen kann.

Die Chemie über die Kolloide wird gegenwärtig für die Erforschung gewisser klastischer Gesteine, besonders Tone, verwendet; sie eröffnet ebenfalls neue Wege für die petrographische Erkenntnis.

Von großer Fruchtbarkeit für die Lehre der Eruptivgesteine war das Studium des Prinzips der *eutektischen Mischungen*. Die Erfahrung, die man in der Metallurgie gemacht hatte, in welcher Weise sich beim Abkühlen aus gemischten Schmelzflüssen die einzelnen Bestandteile wieder ausscheiden, führte auch zur Einsicht, daß man das Magma als eine Lösung auffassen müsse, in welcher die Kristallisation nach der eutektischen Regel sich vollziehe.

Der letzte Teil des Vortrages behandelte die Metamorphose der Gesteine. Als deren wirksamste Faktoren kennt man Temperatur, Druck und chemische Lösung. Wird der chemische Gleichgewichtszustand in irgendeiner Weise verändert, so ändern sich auch die Gesteine. Nach neueren Arbeiten von Johnston genügen Differentialdruckwirkungen von tektonischen Bewegungen, um teilweise Lösungen und Umwandlungen der betreffenden Gesteine herbeizuführen.

Die Petrographie geht vom bloßen Beschreiben dazu über, das Werden und Vergehen der Gesteine im Verlauf der Erdgeschichte zu studieren. Besonders die kristallinen Gesteine der Alpen eröffnen den Forschern eine Fülle dankbarer wissenschaftlicher Probleme.

In der Sektionssitzung für Geologie, Mineralogie und Paläontologie, zugleich Sitzung der schweizerischen geologischen Gesellschaft, wurden folgende Vorträge gehalten:

Herr Dr. Leuthardt (Liestal) sprach über die *Keuperflora der Moderhalde bei Pratteln*.

Oberhalb Basel, vom Ausgang des Tales der Ergolz weg, zieht eine schmale Zone von Keuper dem linken Gehänge des Rheintales entlang, über Pratteln, Muttentz bis zur „Neuen Welt“ im Tal der Birs. In diesem Keuperstreifen wurde im Jahr 1788, zwei Kilometer westlich vom Dorf Pratteln, auf der Moderhalde, von einem Basler namens Linder auf Steinkohle geschürft. Dabei kamen eine Anzahl wohl erhaltener Pflanzenreste zutage, die Peter Merian den naturhistorischen Sammlungen des Museums Basel einverleibte. Über die Funde selbst ist nichts publiziert worden. Da bei den Schürfungen keine Steinkohlen gefördert wurden, fielen die Schächte wieder zu, und da der ortsübliche Flurname Moderhalde auf den Karten nicht zu finden war, geriet die Pflanzenfundstelle in Vergessenheit.

Aus den von Peter Merian hinterlassenen Notizen ergibt sich, daß die pflanzenführenden Schichten über dem Gipskeuper und unter einer Serie von Mergelschiefen von roter oder grüner Farbe und Hauptsteinmergel liegen. Der Pflanzenhorizont war ein 0,7 bis 0,8 m mächtiger grauer, glimmeriger Tonschiefer, ohne Zweifel zur Schilfsandsteingruppe gehörend, dem gleichen Horizont, in dem die fossilen Pflanzen der „Neuen Welt“ sich fanden. Der Keuper bildet hier eine Ost-West streichende Antiklinale, deren Scheitel aus Gipskeuper und Schilfsandstein und

deren nördliche und südliche Flanke aus Rhät und Lias besteht.

Angeregt durch die Aufzeichnungen der alten Kohlenschürfversuche hat im Jahr 1907 K. Strübin die Stelle der Moderhalde wieder aufgesucht. Zwar gelang es nicht, die Pflanzenschicht im Anstehenden zu finden, aber dem Aushubmaterial der Schächte konnten eine Reihe bestimmbarer Pflanzenreste entnommen werden. F. Leuthardt hat das Sammeln von Pflanzenresten fortgesetzt, so daß zurzeit von der Moderhalde im ganzen 16 Spezies bekannt sind, von denen 4 zu den Filices, 4 zu den Equiseten, 5 zu den Cykadeen, 2 zu den Coniferen und 1 zu den Monocotyledonen gehören.

Die Farnspezies der Moderhalde sind: *Taeniopteris angustifolia* (Schenk); *Asterocarpus Meriani* (Brongn.); *Pecopteris Steinmülleri* (Heer) und *Gleichenites graecilis* (Heer). Von Schachtelhalmen sind gefunden worden: *Equisetum arcuaceum*; *Equisetum platyodon* (Heer); *Equisetum Schönbeini* (Heer); und *Schizoneura Meriani* (Heer). Die gefundenen Cykadeen sind: *Pterophyllum longifolium* (Brongn.); *Pt. brevipenne* (Kurr); *Pt. Meriani* (Heer); *Pt. pulchellum* (Heer). Die beiden Coniferenspezies sind *Voltzia heterophylla* (Brongn.) und *Widdringtonites Keuperianus* (Heer), die Monocotyledonenspezies ist *Bambusium Imhoffi* (Heer).

Dr. Leuthardt schließt aus den Pflanzenfunden der Moderhalde für die Gegend um Basel auf eine zwischen dem Gipskeuper und dem obren Keuper, resp. Lias, eingeschobene Festlandperiode mit Land- und Sumpfpflanzen.

Dr. P. Arbenz weist sein geologisches Stereogramm vor, in welchem er die stellenweise sehr verwickelten Falten der Jura- und Kreideformation der Überschiebungsdecke des Gebietes zwischen Engelberg und Meiringen übersichtlich darstellt. Auf der prächtig kolorierten Tafel, die als Beilage zur 26. Lieferung der Beiträge zur geologischen Karte erscheinen wird, sind die Längen in der Süd-Nordrichtung im Maßstab 1 : 25 000, die Tiefen in der Ost-Westrichtung im Maßstab 1 : 100 000 und die Höhen 1 : 25 600 dargestellt. Auf dem Stereogramm findet sich auch der berühmte Kontakt bei Innertkirchen im Haslital, wo über dem Gneis des Aaremassivs die Trias (Rötldolomit) und Juraformation zu Tage ausgeht. Seit den Untersuchungen von U. Stutz, A. Baltzer, K. Mösch, C. Schmidt und A. Tobler war man der Ansicht, daß die hier über dem Rötldolomit liegende Tonschieferschicht dem Lias entspreche, und daß der Dogger erst darüber folge. Als Beweise für diese Annahme galten die von diesem Ort stammenden und von K. Mösch bestimmten Petrefakten. Da Mösch die Fossilien nicht selbst gesammelt und da dieselben nicht dem Anstehenden entnommen, waren sie für die genaue Altersbestimmung der Schichten unbrauchbar. Was man als Leitfossil für Lias betrachtete, die Schalen von *Gryphaea arcuata*,

waren die Wirbel von *Gervillia subtortuosa*; was man für Cardinien gehalten hatte, waren dickschalige Astarten.

Bei der gründlichen Untersuchung der Lokalität, die von Dr. P. Arbenz zusammen mit Dr. A. Erni ausgeführt wurde, fanden sich als leitende Ammoniten: *Lioceras opalinoides* (Mayer-Eymar), *L. helveticum* (Horn) und *L. plicatellum* (Buckm.). Diese Ammoniten sowie eine große Anzahl von Zweischalern, namentlich *Astarte excavata* (Sow.), *Pecten pumilis* (Luck.) und *Midiola plicata* (Sow.) können als beweisend gelten, daß hier der Lias fehlt und daß über der Trias sogleich der Dogger, und zwar mit den Schieferen des Aalénien beginnt.

Nach W. Staub fehlt der Lias auch in der Windgällengruppe, nach van der Ploeg in der Schloßbergkette; es ist somit eine allgemeine Erscheinung, daß der Lias in der Innenschweiz am Nordrand des Aaremassivs fehlt und eine Transgression des untern Dogger oder Aalénien vorhanden ist.

Eine weitere Mitteilung von Dr. P. Arbenz betrifft den obersten Dogger, das Callovien, in der Urirotstockgruppe. Diese Stufe kommt hier in verschiedenen Fazies vor, als Eisenoolith mit *Macrocephalites macrocephalus*, als ein eisen-schüssiger pyritreicher Kalk und auch als Konglomerat. Die Gerölle dieser klastischen Fazies bestehen aus kieseligem Sandkalk (mittlerer Dogger), Triasdolomit und Quarz, aus kristallinen Gesteinen herstammend.

Dr. A. Buxtorf (Basel) übersandte seinen Bericht „Über die Kenntnis der Eozänbildungen von Kerns-Sachsels im Kanton Obwalden“. Nach F. J. Kaufmann, dem ersten geologischen Bearbeiter dieses Gebietes, waren die Riffe von Nummulitenkalk bei Kerns durch eocäne Schiefer zwischenlagen voneinander vollständig getrennt. Kaufmann glaubte darin eine besondere stratigraphische Art der Ausbildung des Eocän zu sehen und bezeichnete sie mit dem Namen *Melchaafazies*.

Während die Geologen Arnold Heim und J. Boussac der Auffassung Kaufmanns beipflichteten, kam Buxtorf bei der Neuuntersuchung der Gegend zu einer anderen Einsicht. Die Kalkriffe bei Kerns sind stratigraphisch nicht voneinander zu trennen, es ist immer wieder die gleiche Nummulitenbank, die aber infolge Faltung und Schuppenbildung mehrfach wiederkehrt und durch Brüche und Risse in einzelne Riffe aufgelöst erscheint. Wo günstige Aufschlüsse vorhanden sind, läßt sich fast in jedem Riff die normale Schichtenfolge: Assilinengrünsand, Complanatakalk, Pektinitenschiefer mit Sandsteinen und Stadschiefer erkennen.

Nach den Arbeiten von G. Niethammer, sowie denjenigen von Buxtorf, wird der tektonische Grundplan der Gegend zwischen Kerns, Sarnen und Sachsels durch folgende Hauptpunkte bestimmt:

1. Das Gewölbe von Seewerkalk in der Melchaa-schlucht entspricht wahrscheinlich der Morschacherfalte und damit einer Teildecke der Rädertendecke. Es ist allseitig umhüllt von sehr mächtigen Seewermern. Die Seewermern werden im Norden und Süden durch je einen Zug von Nummulitenkalk begrenzt.

2. Die südlich von Sachseln-Flühli liegenden Nummulitenriffe sind entstanden durch sekundäre Störungen im Seewermern und Eocän jenes Melchaa-Kreidegewölbes.

3. Die Nummulitenriffe von Kerns dagegen gehören zur Bürgenstockdecke, es sind die Falten und Schuppen, die im Südschenkel des Muetterschwanderberges entstanden sind.

Die Unterscheidung einer besonderen Melchaa-fazies entbehrt somit der Berechtigung.

Prof. Dr. A. Heim berichtete über neu gefundene Tatsachen, die er als Beweise für die Rückläufigkeit des Deckenschotter im Sihl-Lorze-Gebiet betrachtet. Der Vortragende hatte im Jahr 1891, gestützt auf rückläufige Terrassen und rückläufigen Deckenschotter im Gebiet des Zürichsees, eine Hypothese aufgestellt, die die Entstehung der alpinen Randseen erklärte. Nach dieser Theorie soll zur Diluvialzeit das Alpengebirge und seine durchtalten Randzonen um einige hundert Meter eingesunken sein und sollen durch Auffüllung der derartig vertieften Täler mit Wasser die großen alpinen Randseen sich gebildet haben.

Nachdem *Aug. Aeppli* (Zürich) mit seiner Arbeit „Erosionsterrassen und Glazialschotter“ 1894 noch weiteres Material zur Unterstützung der Senkungstheorie geliefert hatte, trat *E. Brückner* 1903 als Gegner der Theorie auf, indem er erklärte, die vermeintlichen rückläufigen Terrassen seien bloße Schichtrippen, der rückläufige Deckenschotter sei gar kein Deckenschotter, sondern sei ein Produkt der Würmeiszeit, und die Ursache der Entstehung des Zürichseetales sei die Aushöhlung durch den Gletscher.

Neue Begehungen von *Prof. Heim* in Verbindung mit den Geologen *Dr. Hug* und *Dr. Jeannet* haben indessen festgestellt, daß die Sihl-Lorze-Schotterplatte wirklich Deckenschotter ist und daß im hinteren Teil des Lorzetobels der Deckenschotter durch einen Übergangskegel mit ältester Grundmoräne verbunden ist. Ob es sich um Gänzer- oder Mindelschotter handelt, ist noch ungewiß. Nach *Heim* ist die Rückläufigkeit der Schottermassenoberfläche sowie der Molassenunterlage zahlenmäßig festgestellt und damit außer Zweifel.

Prof. Heim sprach sich dahin aus, daß die Tatsachen beweisen, daß die Alpen in der Zeit zwischen den beiden älteren und den beiden jüngeren Vergletscherungen um einen Betrag von 200—300 Meter einsanken, daß dadurch die alpinen Randseen entstanden sind und daß die Einwüfe *Brückners* in allen Teilen unrichtig seien.

Prof. Dr. Mühlberg (Aarau) hielt einen von Projektionen begleiteten Vortrag, betreffend die

Überschiebungen in der Paßwangkette. Es handelt sich um die Gegensätze in der Auffassung des Klusenproblems: *Prof. Steinmann* und seine Schüler wollen alle tektonischen Störungen der Klusen von Önsingen und Mümliswil durch Verwerfungen erklären und die Mühlbergschen Befunde der Überschiebungen als unrichtig darstellen. *Prof. Mühlberg* betonte, daß er auf der Richtigkeit seiner bisherigen Darstellungen beharre, und verwies auf die im Druck befindlichen geologischen Karten des *Siegfried-Atlas* Nr. 146 bis 149 und 96 bis 99. Um den Gegensatz der Steinmannschen Auffassung zu der seinigen an einem besonders geeigneten Beispiel zu demonstrieren, erklärte der Vortragende eine Anzahl Lichtbilder, die *Dr. C. Jäger* (Aarau) in der Paßwangkette, im nordwestlichen Teil des Blattes 148 (Langenbruck) aufgenommen hatte. Die Details der Ausführungen, an denen nachgewiesen wird, daß im geologischen Bau von Verwerfungen oder Schichtenfalten keine Rede sein kann, ist ohne die Abbildung der Profile nicht erklärbar.

Dr. F. Schalch, Landesgeologe in Baden (Freiburg), erstattete Bericht über die bei Siblingen im Kanton Schaffhausen im Jahre 1913 ausgeführte Salzbohrung. Die Stelle, wo gebohrt wurde, liegt am Westfuß des Galgenberges, in einer Höhe von 500 Meter.

Nachdem ein Schacht von 5,3 m durch das Schwemmland abgeteuft war und des anstehenden, unteren Dogger Opalinusschichten erreicht waren, wurde zunächst mit dem Meißel bis 313 m ausge-teuft und von da an bis zur Tiefe von 352 m mit der Kernbohrung weitergefahren.

Die Meißelbohrung ergab für den Opalinuston eine Mächtigkeit von etwa 46 m. Von dem darunter folgenden Lias, dessen Gesamtmächtigkeit 45 m ausmachte, waren die Jurensisschichten, der Posidonienschiefer und der mittlere Lias gut zu erkennen, dagegen waren vom unteren Lias vielleicht infolge einer Lagerungsstörung nur Spuren zu erkennen. Von der 140—145 m mächtigen Keuperformation erhielt man Brocken von roten und bunten Mergeln, von Keuperwerkstein, von Hauptsteinmergel und von Mergeln mit reichlichem Gipsgehalt. Aus der nun folgenden Muschelkalkformation waren vom obersten Horizont, dem Trigonodusdolomit, keine genügenden Proben zu erhalten, wohl aber Brocken von Hauptmuschelkalk und Stilglieder von *Encrinus*. In einer Tiefe von 313 m stieß man auf massigen Anhydrit, und da man damit an der oberen Grenze der Schichtengruppe angelangt war, in der Salz erwartet wurde, begann man mit der Kernbohrung. Dabei wurden folgende Bohrkern zutage gefördert: 8 m dichter Anhydrit, 11 m Anhydrit von schwarzen Schieferhäuten und zahlreichen Rutschflächen durchzogen, 8 m derber Anhydrit, 8 m Mergel und Anhydrit mit Gipslagen. Dann folgte Anhydrit mit Gipssehnüren und dolomitischen Mergeln, und endlich stieß man auf typischen, fossilführenden Wellenmergel mit Lima

radiata, Peeten discites und auf die Spiriferinenbank.

Durch diese Bohrung war nachgewiesen, daß bei Siblingen der Träger des Steinsalzes, die etwa 25 m mächtige Schichtengruppe des mittleren Muschelkalks, vollständig fehlt.

Direktor *Dr. Schmidle* (Konstanz) erläuterte an Hand von Projektionen die Störungslinien in der Gegend des Bodensees. Nach seiner Auffassung liegt das Becken dieses Sees, wie der Rheintalgrabenbruch, zwischen zwei großen Verwerfungslinien.

Prof. Dr. Schardt (Zürich) machte eine Mitteilung über Injektionsgneise und die tektonische Bedeutung der Aplitinjektionen.

Schon vor ungefähr 20 Jahren haben *Duparc* und *Mrazec* die bedeutende Rolle gezeigt, die den aplitischen Injektionsgängen in der kristallinischen Schieferhülle des Mont-Blanc-Massivs zukommt; sie betrachteten diese Injektionsgänge als Ausläufer des Protoginkerns des Massivs und sprachen daher von telefilitischen Injektionen.

Man hatte früher angenommen, daß im flüssigen Magma einer batholitischen Kernmasse eine Spaltung, Segregation, stattgefunden habe, und daß deren saure Spaltungsprodukte in den Aplit- und Pegmatitgängen und die basischen in den Lamprophyrgängen vorhanden seien.

Die neueren Untersuchungen haben indessen gezeigt, daß die basischen Ganggesteine in der Umgebung der Batholiten viel seltener auftreten, als die weit verzweigten sauren Injektionsgesteine. Die Untersuchungen in den Alpen ergaben ferner, daß die sauren Injektionen in den flachen Gneisdecken fehlen, in den Wurzelgebieten der Decken hingegen und in den Fächermassiven, im Mont-Blanc, Aiguilles-rouges-, Gotthard- und Aare-Massiv sehr verbreitet auftreten.

Die Annahme der Spaltung des Magmas in einen sauren und einen basischen Teil kann daher aufgegeben und das Vorherrschen der sauren Injektionen und ihre weite Verbreitung durch den Einfluß des gebirgsbildenden Druckes folgendermaßen erklärt werden: Während der Aufrichtung der Wurzelgebiete und Fächermassive wurde die in der Tiefe befindliche Granitmasse, die noch nicht vollständig erkaltet war, zusammengepreßt, und durch die Kompression wurde der noch flüssige, saure Magmarest in das umliegende Gestein, ganz besonders in die schon vorhandenen Klüfte hinausgepreßt. Je nach der Temperatur und der Schnelligkeit, mit der die Abkühlung vor sich ging, erfolgte entweder die feinkörnige, aplitische, oder die grobkörnige, pegmatische, Gangausfüllung.

Besprechungen.

Handbuch der Radiologie, herausgegeben von E. Marx. Zweiter Band: *E. Rutherford*, Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1913. 642 S. Preis M. 24.—.

Es ist bekannt, daß wohl kaum je eine physikali-

sche Entdeckung — noch dazu neben einer ungeheuren praktischen Bedeutung — einen derart mächtigen Einfluß auf die Entwicklung der Forschung ausgeübt und zur Auffindung gänzlich neuer und grundlegender Tatsachen geführt hat, wie *Röntgens* Entdeckung der nach ihm benannten Strahlen. Durch sie ist das Gebiet der Radioaktivität erschlossen, die moderne Lehre von den korpuskularen Strahlen, die Theorie der Elektrizitätsleitung in Gasen, der erste Einblick in die innere Konstitution des Atomes, usw. und für die Gesamtheit all dieser Fragen, die irgendwie mit korpuskularer oder elektromagnetischer Strahlung zusammenhängen, hat sich in den letzten Jahren der Sammelbegriff „Radiologie“ einzubürgern begonnen. Die ersten und bekanntesten Gesamtdarstellungen oder Lehrbücher dieses Gebietes verdanken wir *J. J. Thomson* (1897, 1903, 1906), *J. Stark* (1902, 1905, 1910, 1911) und *P. Langevin* (1902). Daneben sind eine Reihe von Monographien erschienen, die einzelne Abschnitte der Radiologie gesondert behandeln und dem raschen Fortschritt der Forschung Rechnung zu tragen suchen, z. B. über Kathodenstrahlen, Stoßionisation, Photoeffekt und Röntgenstrahlen, vor allem jedoch über die Radioaktivität, und hier zum Teil sogar schon wieder über engere Spezialprobleme. Außerdem besitzen wir *J. Starks* vielseitiges „Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik“, in dem alljährlich eine Reihe kritisch zusammenfassender Berichte die Übersicht über die neu erscheinenden Arbeiten ganz wesentlich erleichtert. Trotz all dieser mehr oder minder umfassenden Einzeldarstellungen und Berichte bietet natürlich ein ausführliches Handbuch der Radiologie den großen Vorteil der Übersichtlichkeit und Bequemlichkeit und das in besonderem Maße für die zahlreichen Leser, denen die physikalische Spezialliteratur weniger vertraut ist. Es liegt in der Natur der Sache, daß ein einzelner Autor allein dem Stoffe heute nicht mehr gewachsen ist, wenn es sich um mehr als ein möglichst vollständiges Zusammentragen der Einzelarbeiten handelt, wenn der wirkliche Stand der Forschung auf Grund eigener Anschauung kritisch und ohne verkehrte historische Rücksichten behandelt werden soll. Es ist *E. Marx* gelungen, für diesen Zweck eine große Reihe von Mitarbeitern zu gewinnen, deren Namen wertvolle Beiträge für das Handbuch verbürgen. Den dem Umfange nach größten Beitrag hat *E. Rutherford* (Manchester) geliefert, eine vom Herausgeber des Handbuches selbst besorgte Übersetzung seines Lehrbuches der Radioaktivität nach der zweiten englischen Auflage ist jüngst als zweiter Band des genannten Werkes erschienen. Das Buch *Rutherfords* ist in seinen beiden englischen und in seiner einen deutschen Ausgabe (Springer 1907) in Deutschland so bekannt und geschätzt, daß ein Eingehen auf Einzelheiten seines Inhalts nicht erforderlich ist. Nur sei noch besonders bemerkt, daß es durch sehr vollständige Literaturnachweise und ein ausführliches Inhaltsverzeichnis seine Verwendung als Nachschlagewerk sehr erleichtert, ein Punkt, der gerade bei umfangreichen Büchern nur allzu oft vernachlässigt wird.

Für weitere Kreise dürfte es noch von Interesse sein, daß *Rutherford*, der anerkannt erste Forscher auf dem Gebiet der Radioaktivität, den *heutigen außerordentlich hohen Preis des Radiums*, der die Anwendung des Radiums auf medizinischem Gebiet so bedauerlich erschwert, als einen *künstlichen* bezeichnet, der mit den Kosten der Trennung des Radiums von seinen Ausgangsmineralien *nicht in Einklang* steht.

R. Pohl, Berlin.

Lommel, E. v., Lehrbuch der Experimental-Physik. 20. bis 22. Auflage, hrsg. von Walter König. Leipzig, J. A. Barth, 1913. X, 652 S., 439 Fig. u. 1 Taf. Preis geh. M. 6,60, geb. M. 7,50.

Unter den zahlreichen für die Einführung in die Experimentalphysik bestimmten Werken erfreut sich das Lehrbuch *Lommels* besonderer Beliebtheit. Die Anfänger bezeichnen es als leicht verständlich, weil es selbst von den elementarsten mathematischen Hilfsmitteln so gut wie gar keinen Gebrauch macht, und darin sieht die Mehrzahl der Studenten, die wie die Mediziner, die Chemiker usw. Physik nur in den ersten Semestern als Nebenfach betreiben, einen großen Vorzug. Über die zweckmäßige Form einer Einführung in die Experimentalphysik und die Auswahl des Stoffes sind die Ansichten sehr verschieden, alljährlich werden neue Darstellungen versucht und bis zu einem gewissen Grade bleibt der Lehrgang sicher Sache des Geschmackes. Viel hängt natürlich davon ab, ob ein Lehrbuch nur *neben* den experimentellen Vorführungen im Kolleg benutzt werden soll, um dem Studenten die Schreiarbeit zu ersparen und den Carlyleschen Vorwurf zu widerlegen, deutsche Universitäten seien Einrichtungen, die die Erfindung der Buchdruckerkunst nicht mitgemacht haben, oder ob ein Buch zum Selbststudium ohne Vorführung der Apparate bestimmt ist. Im ersten Fall kann die Darstellung sehr viel allgemeiner gehalten sein, das Prinzip aller elektromagnetischen Meßinstrumente läßt sich beispielsweise mit 2 oder 3 kleinen Skizzen erledigen und man vermeidet die Beschreibung von allein historisch wichtigen Apparaten, die nur noch ein papiernes Dasein führen. Im zweiten Fall ist die Einzelbeschreibung bestimmter Apparatkonstruktionen nicht zu entbehren, obwohl der Leser nur allzu oft rein technische Außerlichkeiten statt des Wesentlichen „lernt“, sodaß z. B. nachher jedes Meßinstrument mit Spiegelablesung unfehlbar als „astatisches Nadelgalvanometer“ angesprochen wird. Im allgemeinen kann erfahrungsgemäß der Stoff nicht elementar genug behandelt werden und Leser mit einigen Vorkenntnissen können ja in einem Buch Bekanntes ohne Mühe überschlagen, während man im Kolleg aushalten muß, auch wenn die Gartenpumpe, die elektrische Hausklingel oder eine einfache Dampfmaschine besprochen wird. Das *Lommelsche* Buch ist entschieden zum Selbststudium und nicht nur zum Gebrauch neben Experimentalvorlesungen bestimmt. Es wird seit dem Jahre 1900 von Herrn Prof. W. König in Gießen herausgegeben und durch Zusätze und Umarbeitungen erweitert. *R. Pohl, Berlin.*

Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie. 3. unter Mitwirkung von Professor Dr. R. Süring (Potsdam) umgearbeitete Auflage. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz, 1913. Lieferung 1. S. 1—96 u. 5 Taf. Vollständig in etwa 10 Lieferungen zum Preise von je M. 3,60.

Von dem klassischen Lehrbuche der Meteorologie *Hanns* ist die erste Auflage im Jahre 1901, die zweite im Jahre 1906 erschienen. Die vorliegende dritte Auflage schließt sich insofern an die erste an, als der vollständige Literaturnachweis, dessen Fehlen in der zweiten Auflage von den Fachgenossen bedauert worden war, wieder aufgenommen wurde. Dadurch ist das Lehrbuch wieder zu einem *Handbuche* geworden, das in seiner jetzigen Gestalt *allen* Ansprüchen gerecht zu werden vermag: die klare, ohne Mathematik durchgeführte Darstellung ermöglicht jedem Nichtmeteorologen eine leichte Orientierung; der Fachmann findet in einem eigenen Anhang das nötige mathematische

Rüstzeug, in dem Hauptteil aber eine möglichst vollkommene Darstellung des augenblicklichen Standes der Meteorologie.

Für die dritte Auflage hat *Hann* Professor *Süring* zum Mitarbeiter gewonnen. Es braucht nicht besonders hervorgehoben zu werden, daß den beiden Redakteuren der Meteorologischen Zeitschrift naturgemäß eine umfassende Literaturkenntnis zur Verfügung steht, die auch dem Lehrbuch zum Vorteil gereichen mußte. Es sind noch Arbeiten berücksichtigt worden, die mit dem vorliegenden Abschnitte zum Druck kamen. Das Erscheinen des Lehrbuches in Teillieferungen ermöglicht die Fortführung der betr. Teile bis auf den neuesten Stand. Einzelne Teile werden *speziell* von Prof. *Süring* neu bearbeitet; wir werden hierauf bei der Besprechung der weiteren Lieferungen zurückkommen.

Das Erscheinen einer neuen Auflage eines Lehrbuches legt immer zwei Fragen nahe: welche Fortschritte hat die Wissenschaft seit der letzten Auflage erlebt, sind die Autoren den Fortschritten gerecht geworden?

In der vorliegenden Lieferung treten als neue Erkenntnisse heraus: die modernste Anschauung über den Aufbau der Atmosphäre von W. J. *Humphreys* und A. *Wegener*, die Untersuchungen über die Solar-konstante von *Abbot* und *Fowle* und insbesondere die wichtigen Berechnungen R. *Enders* über die Strahlungsverhältnisse unserer Atmosphäre. Wenn wir erwähnen, daß die letztgenannte Arbeit im Mai dieses Jahres erschienen ist, ist dargetan, daß die neue Auflage des Lehrbuches von *Hann* die größtmögliche Evidenz besitzt. *A. Schmauss, München.*

Vanino, Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie, ein Hilfsbuch für das Arbeiten im chemischen Laboratorium. 2 Bde. I. Band. Anorganischer Teil mit 82 Textabbildungen. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. XX, 670 S. Preis M. 18,00.

Das vorliegende Buch verfolgt nicht den Zweck anderer derartiger Anleitungen zur Darstellung chemischer Präparate, die das didaktische Moment in den Vordergrund stellen und dementsprechend die Auswahl in erster Linie von dem pädagogischen Werte der Darstellungsmethoden abhängig machen; es will vielmehr, wie der Untertitel: „Ein Hilfsbuch für die Arbeiten im chemischen Laboratorium“ schon andeutet, dem wissenschaftlich und technisch arbeitenden Chemiker eine Erleichterung bei der Ausführung präparativer Arbeiten bieten. Diesem Programm entsprechend wurde vorzugsweise die Darstellung solcher Präparate behandelt, die nicht von der Technik in großem Maßstabe hergestellt werden und darum leicht und billig zu beschaffen sind. Wohl aber sind spezielle Reinigungs- und Prüfungsmethoden derartiger Präparate aufgenommen worden. Auch findet man in vielen Fällen praktisch nützliche Tabellen über spezifische Gewichte, Löslichkeiten usw. Ein nach solchen Gesichtspunkten verfaßtes Buch kann tatsächlich für den Chemiker von erheblichem Nutzen sein, weil es in vielen Fällen das zeitraubende und oft unmögliche Zurückgehen auf die Originalliteratur erspart, und weil die Handbücher nur selten die Methoden mit derjenigen Ausführlichkeit wiedergeben können, die dem Nacharbeitenden erwünscht ist. Die praktische Brauchbarkeit einer derartigen Sammlung wird natürlich um so höher zu bewerten sein, je glücklicher die Auswahl nicht nur in bezug auf die aufgenommenen Stoffe, sondern auch in bezug auf die kritische Sichtung der verschiedenen zu ihrer Darstellung vorgeschlagenen

Methoden getroffen ist. Für den Referenten ist es natürlich sehr schwierig, ein hinreichend begründetes Urteil darüber abzugeben, bis zu welchem Grade diesen Anforderungen genügt ist, weil es für ihn ganz unmöglich ist, das große Material kritisch zu beherrschen. Immerhin läßt sich feststellen, daß der größte Teil der behandelten Verfahren mit Geschick ausgewählt und mit Sorgfalt und unter Berücksichtigung der neueren Erfahrungen dargestellt worden ist. Einige Schwächen, die dem Referenten bei der Durchsicht der seinem eigenen Arbeitsgebiet besonders nahestehenden selteneren Stoffe aufgefallen sind, möchte er aber kurz erwähnen: S. 502: Zirkonerde wird heute vorteilhaft nicht aus Zirkon, sondern aus brasilianischer Roherde dargestellt. Genaue Vorschriften hierfür finden sich bei *Ludwig Weiß* (*Zeitschr. f. Anorg. Chem.* 65, 178). Ebenso wenig wird man Zirkonchlorid aus dem Karbid darstellen (S. 504), weil die direkte Chlorierung des Oxyds mit Chlor und Schwefelchlorür viel einfacher ist. Was auf S. 692 über Darstellung und Eigenschaften des metallischen Wolframs gesagt wird, ist unzulänglich und längst überholt; auch die Herstellung reiner Cerpräparate nach S. 612 gibt in mancher Beziehung zu Bedenken Anlaß. Warum wird übrigens „Zer“ statt „Cer“ geschrieben? Ganz unverständlich ist die Auswahl, die der Verfasser unter den Verfahren der Darstellung von Thorerde aus Monazitsand trifft. Es wird nämlich beschrieben die Methode von *Fronstein* und *Mai* vom Jahre 1897 und die von *Wyrouboff* und *Verneuil* vom Jahre 1898. Daß seit dieser Zeit die Herstellung von reinen Thoriumsalzen aus Monazitsand erhebliche Fortschritte gemacht hat, wird kein Kenner dieses Gebietes bestreiten. Schließlich mögen noch einige wenige Wünsche, die sich auf die Ergänzung des behandelten Materials richten, gestattet sein. Eine genaue Beschreibung der Darstellung von Argon und Helium wäre für manchen Chemiker von Interesse gewesen. Außer den Verfahren zur Reindarstellung des Rubidiums hätte der Herr Verfasser auch die für das Cäsium aufnehmen sollen, da reine Cäsiumverbindungen noch weniger leicht im Handel zu haben sind als reine Rubidiumverbindungen und erstere dem wissenschaftlich arbeitenden Chemiker nicht selten zur Darstellung von Komplexverbindungen dienen. Bei der Unterphosphorsäure hätte neben den alten, sehr unbequemen und unsicheren Methoden wohl auch das neue elegante Verfahren von *Rosenheim* und *Pinsker*, welches auf der anodischen Oxydation von Kupferphosphid beruht, Platz finden können.

Diesen wenigen Einwendungen gegenüber möge noch einmal auf das überwiegend viele Gute und Nützliche hingewiesen werden, das das Buch von *Vanino* enthält.

R. J. Meyer, Berlin.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. II, Lieferung 4 (Bogen 31–40). Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1913. Preis M. 6,50.

Die vierte Lieferung des zweiten, dem Silicium und seinen Verbindungen gewidmeten Bandes (vgl. unsere früheren Referate hierzu) behandelt zunächst die *Calcium-Natriumsilikate* in einigen Artikeln von *C. Doelter*. Es handelt sich durchgängig um seltene Mineralien. — Dann beginnt der große Abschnitt *Doppelsalze und Mischungen von Magnesium-, Calcium- und Eisensilikaten* von *C. Doelter*, der in dieser Lieferung noch nicht zu Ende geführt wird. Zunächst werden die *Orthosilikate* innerhalb dieser Klasse behandelt. Es sind dies Mineralien der Olivengruppe, namentlich der Monticellit. Weitaus den größten Teil der Liefere-

rung nimmt dann die Besprechung der *Metasilikate* ein, speziell der wichtigen *Pyroxen- und Amphibolgruppe*. Es sind hierbei eine große Anzahl konstituierender Silikate beteiligt, die mannigfache Mischungen miteinander bilden, so daß eine große Anzahl von Arten und Varietäten unterschieden worden sind, die hier nicht alle namentlich aufgezählt werden können. Die Pyroxen- und die Amphibolgruppe bilden zwei ausgezeichnete polymorphe Reihen, die durch drei Kristallsysteme, das rhombische, monokline und triklone hindurchgehen. Mit wenig Ausnahmen sind die verschiedenen Silikate beiden Mineralgruppen gemeinschaftlich oder kommen doch wenigstens in Mischungen vor. Es wird dann noch im einzelnen dargelegt, warum wahrscheinlich eigentliche Polymorphie und nicht chemische Isomerie anzunehmen ist. In die Konstitution der beiden Mineralgruppen ist bekanntlich seinerzeit zuerst durch *G. Tschermak* eine gewisse Klärung gebracht worden. Im großen und ganzen gelten, allerdings mit einigen Abweichungen, *Tschermaks* Ansichten auch heute noch. So läßt sich z. B. die Anwesenheit von Tonerde (und Eisenoxyd) in den eigentlichen Augiten und Hornblenden durch das hypothetische, im reinen Zustande in der Natur nicht bekannte „Tschermaksche Silikat“ $\text{MgAl}_2\text{SiO}_6$ (bzw. $\text{MgFe}_2\text{SiO}_6$) in vielen Fällen sehr wohl erklären. Immerhin verweisen einige Analysen darauf, daß auch feste Lösungen der Metasilikate mit Tonerde vorkommen. Auf verschiedene interessante Punkte in diesem Abschnitt kann hier nicht genauer eingegangen werden. Es sei nur eben noch das über das gegenseitige Stabilitätsfeld von Pyroxen und Amphibol gesagt erwähnt. Aus vielen Versuchen und den Beobachtungen in der Natur geht hervor, daß „der Amphibol bei hoher Temperatur im Gegensatz zu Pyroxen instabil wird“, daß jedoch wahrscheinlich „bei mittleren Temperaturen beide ein gemeinsames Stabilitätsfeld besitzen“. „Andererseits zeigt das Studium der kristallinen Schiefer, daß bei hohem Druck der Amphibol an Stabilität gewinnt, er dürfte das kleinere Volumen haben.“

J. Uhlig, Bonn.

Pfuhl, Fr., Didaktik und Methodik der Naturkunde. München, C. H. Beck, 1913. III, 147 S. 8°. Preis geb. M. 4,20.

Vor wenigen Monaten wurde der um die Methodik des botanischen Schulunterrichts vielfach verdiente Verfasser während seines Ferienaufenthalts am Ostseestrande vom Tode dahingerafft. Die vorliegende kleine Schrift, die einen Teil von *Baumeisters* Handbuch der Erziehungs- und Unterrichtslehre für höhere Schulen bildet, wird die Ergebnisse seiner Unterrichtsarbeit als ein wertvolles Vermächtnis der jüngeren Generation übermitteln. Als leitender Grundgedanke des Buchs kann der in den abschließenden Worten enthaltene Satz gelten: „Nicht in dem, was der Schüler weiß, liegt hauptsächlich der Wert des Erreichten, sondern im Verständnis; nicht die Menge des Wissens hat vollen Wert, sondern die Arbeit des Erwerbens.“ Mit diesen Worten bekennt *Pfuhl* sich als Anhänger der immer mehr an Boden gewinnenden Bestrebungen, die im Unterricht keinen fertigen Stoff übermitteln, sondern die Erkenntnis der Natur von den Schülern „erarbeiten“ lassen wollen, in der richtigen Erwägung, daß nur das auf solche Weise Selbsterrungene zum wirklichen inneren Besitz wird.

Pfuhl war seiner speziellen Arbeitsrichtung nach Botaniker. Der botanische Unterricht lag ihm daher besonders am Herzen, und diesem sind allein mehr als

zwei Drittel des Buchs gewidmet. Über den mehrfach vom Verfasser geäußerten Gedanken, daß die Pflanzenkunde „im Jugendunterricht erheblich mehr leiste als die Tierkunde“, wird man verschiedener Ansicht sein können. Es ist richtig, daß die Möglichkeit, jedem Schüler ein Exemplar zur Beobachtung in die Hand zu geben, in der Botanik in weit höherem Maße besteht als in der Zoologie, und daß physiologische Versuche sich gleichfalls in größerer Zahl und mit einfacheren Mitteln auf botanischem Gebiet anstellen lassen; dafür ist andererseits der Körper vieler Tiere groß genug, um eine gleichzeitige Beobachtung durch zahlreiche Schüler zu ermöglichen; die weit größere Mannigfaltigkeit der morphologischen und biologischen Ausgestaltung bietet einen wesentlich reicheren Stoff, und daß auch physiologische und biologische Beobachtungen und Versuche sich vielfach an Tieren anstellen lassen, darüber besteht bereits eine reiche Literatur. Auch ist nicht zu vergessen, daß die Schüler der großen Mehrzahl nach dem Tier von vornherein ein weit größeres Interesse entgegenbringen als der Pflanze. So dürften also wohl manche dem obigen Satz nicht beistimmen. Auch sei gleich hier ausgesprochen, daß der botanische Teil des Buches der weitaus wertvollere ist.

Einleitend nimmt *Pfuhl* Stellung zu einigen allgemeinen Fragen. Obwohl er in dem biologischen Verständnis der Organe das eigentlich wesentliche Ziel des Unterrichts sieht, wendet er sich mit vollem Recht gegen die Übertreibung teleologischer Deutungen, die schließlich für alles und jedes nach einem bestimmten „Nutzen“ oder „Zweck“ sucht und sich vielfach mit sehr oberflächlichen Erklärungen begnügt. Sehr beherzigenswert sind die Sätze: „Statt „welchen Nutzen bringt dieser Körperteil dem Lebewesen?“ muß also ein das Tatsächliche berücksichtigender Unterricht setzen: „bringt der Körperteil einen Nutzen?“ denn das „damit“ verleitet dazu, eine für die Erhaltung der Wesen sorgende Natur vorauszusetzen — die es nicht gibt; man denke an die Fülle der ausgestorbenen und der noch jetzt aussterbenden Formen.“ Nicht so ganz einwandfrei ist der in der Einleitung stehende Satz: „Aus der Beschaffenheit der Körperteile muß auf die *Lebensweise* geschlossen werden“, denn solche Schlüsse sind bekanntlich immer nur von bedingtem Wert. Der Verfasser zeigt nun in allen näher ausgeführten Beispielen, die er seiner Darstellung einflieht, daß er diese Schlüsse stets durch Beobachtungen und Versuche nachgeprüft sehen will, daß er also in diesen Schlüssen nur ein heuristisches Mittel sieht, sich dem Ziel zu nähern; immerhin will *Pfuhl*, wie noch zu zeigen sein wird, manches „erschließen“ lassen, was sich doch nicht ohne weiteres als zwingende Schlußfolgerung darstellt.

Nicht ganz verständlich ist auch *Pfuhls* schon früher mehrfach geäußerte Abneigung gegen unrichtliche Exkursionen. Wenn er sich auch damit in erster Linie gegen gewisse übertriebene Forderungen wendet, die, ohne Rücksicht auf die bestehenden tatsächlichen Schwierigkeiten, womöglich alles auf Ausflügen beobachten und sammeln lassen wollen, so geht er doch in der Bestreitung des Wertes solcher Ausflüge entschieden zu weit. Um nur ein Beispiel anzuführen: *Pfuhl* schreibt: „Beim Spinat, Mais oder Hanf erkennt der Schüler, daß um diese Blüten die Insekten sich nicht kümmern werden, er ermittelt als die andere (den Blütenstaub) übertragende Kraft den Wind.“ Soll es sich hier wirklich um ein „Erkennen“ und „Ermitteln“ handeln, so kann dies nur im Freien geschehen, sei es auf Ausflügen oder im Schulgarten. Über die Anlage

eines solchen macht *Pfuhl* unter Hinweis auf den von ihm selbst in Posen eingerichteten Garten nähere Mitteilungen, er will aber auch diesen nur zur Pflanzenzucht und zur Vorbereitung der Versuche und Beobachtungen benutzt wissen, die letzteren selbst aber hat er stets im Klassenraum anstellen lassen.

Wie gesagt, ist der größte Teil des Buches dem botanischen Unterricht gewidmet, und zwar in erster Linie dem Anfangsunterricht in Sexta, dessen Gang, wie der Verfasser ihn selbst innehielt, eingehend geschildert wird. Diese ziemlich weit durchgeführte Erörterung eines botanischen Anfangsunterrichtes, der nach wohl durchdachtem Plan an passend ausgesuchten Beispielen die Schüler unmittelbar zur Beobachtung und zum Verständnis der wichtigsten Lebenserscheinungen zu führen sucht, ist in hohem Maße lesenswert. Nicht nur dem Anfänger im Lehramt, sondern auch dem, der über längere eigene Lehrerfahrung verfügt, wird sie vielfache Anregung geben. Manche Versuche erscheinen hier in übersichtlicher, dem Verständnis der Schüler entgegenkommender Vereinfachung und vieles wird hier in bequemer Form der Beobachtung zugänglich gemacht, was sonst wohl auf dieser Stufe nur selten selbst beobachtet wird.

Das folgende Kapitel, das die Erweiterung und Vertiefung des botanischen Unterrichtes in den folgenden Klassen behandelt — der Verfasser hat dabei, seiner eigenen amtlichen Wirksamkeit entsprechend, vor allem die mittleren Klassen des humanistischen Gymnasiums im Auge —, ist knapper gehalten, gibt mehr die allgemeinen Gesichtspunkte und Richtlinien an, die hier und da an einzelnen Beispielen näher erläutert werden. Auch dieser Abschnitt enthält viele wertvolle Anregungen. Auf methodische Einzelfragen, über die man verschiedener Ansicht sein kann — Bedeutung des Herbariums, Anwendung von Lupe und Mikroskop im Unterricht —, kann hier nicht wohl eingegangen werden. Mit Recht wendet sich *Pfuhl* gegen das von einigen Seiten immer noch empfohlene Festhalten des Linnéschen Pflanzensystems. Wie schon oben erwähnt, läßt der Verfasser die Schüler oft etwas „schließen“, worauf ein Durchschnittsschüler von selbst wohl kaum kommen würde, wenn es auch nicht schwer ist, ihn durch einige suggestive Fragen darauf zu bringen. Warum soll der Schüler „schließen“, daß der sichtbare Teil der Hutpilze „wahrscheinlich die Vermehrung veranlassen wird“, da er weder Stengel noch Wurzel noch Blatt hat, statt direkt zur Beobachtung der Sporen geführt zu werden? Diese und ähnliche Beispiele stellen meines Erachtens eine Übertreibung des „Erarbeitungs“-Prinzips dar. — Die neuerdings in vielen Anstalten eingeführten biologischen Schülerübungen der oberen Klassen sind relativ kurz behandelt, auch hat *Pfuhl* ausschließlich botanische Übungen in Betracht gezogen, wie er selbst auch nur solche eingeführt hatte. Daß auch dieser Abschnitt viel Lehrreiches enthält, namentlich für den, der auf diesem Gebiet noch keine längere Erfahrung besitzt, bedarf nach dem Vorhergehenden kaum besonderer Erwähnung. Auch die viel knapper gehaltenen Teile, die den zoologischen und anthropologischen Unterricht enthalten manche schätzbaren Vorschläge und Angaben, sie stehen aber doch hinter den botanischen Abschnitten zurück. Gerade hier begegnen wir oft gewagten „Schlüssen“. So heißt es vom Bandwurm: „Da das Tier blaß ist, wird es sich im Dunkeln aufhalten, es werden dann wahrscheinlich auch die Augen fehlen, die sich bei der blassen Färbung deutlich erkennen ließen. Die platte Gestalt . . . würde auf

Schwimmvermögen deuten, wogegen die große Länge spricht, auch wohl der Aufenthalt im Dunkeln — somit muß das Tier im Innern anderer Tiere . . . leben.“ Es bedarf nicht der näheren Ausführung, daß hier recht wenig zwingende Schlüsse gezogen werden, und daß man dem Schüler lieber direkt sagt: Der Bandwurm lebt im Darm anderer Tiere, was übrigens den meisten schon bekannt ist. Ebenso wissen alle Schüler schon, daß Fische, Krebse und Muscheln im Wasser leben, das braucht nicht erst auf Umwegen „erschlossen“ zu werden.

Diese Einwände und Bedenken schmälern den Wert des Buches nicht, das ja keine bindenden Regeln aufstellen, sondern nur einen der möglichen Wege zum Ziel angeben will. „Um Musterbeispiele handelt es sich nicht, um Vorschläge.“ „Das Ziel setzt die Natur. Es zu erreichen sind der Wege mehrere!“ Solcher Ausprüche finden sich im Buche noch mehr; der Verfasser bittet um „sachliches Prüfen, um vergleichendes Erwägen“, und dabei muß der Leser, unbeschadet mancher Bedenken in einzelnen Fragen, zu dem Ergebnis kommen, daß die Schrift des vorzeitig seinem Wirkungskreise entrissenen Verfassers, namentlich für dessen eigenstes Spezialgebiet, den Unterricht in der Pflanzenkunde, eine Fülle anregender und schätzbarer Gedanken enthält.

R. v. Hanstein, Dahlem.

Baumann, Mechanische Grundlagen des Flugzeugbaues. 2 Teile. München, R. Oldenburg, 1913. VII, 154 S., 36 Abbild. u. 2 Taf. und V, 114 S., 28 Abbild. u. 18 Taf. Preis geb. je M. 4,—.

In der Flugzeugtechnik wurde es seit langer Zeit empfunden, daß kein geeignetes Buch vorhanden war, welches der Fachmann gern zur Hand nimmt, um diese oder jene Angabe nachzuschlagen, und mit welchem der Neuling, der in das Gebiet der Flugtechnik eindringen möchte, seine Kenntnisse erweitern kann.

Das in diesem Jahre erschienene Buch von Prof. *Alexander Baumann* (Stuttgart), *Mechanische Grundlagen des Flugzeugbaues*, befriedigt dieses Bedürfnis in hohem Maße, vollständig jedoch noch nicht, da leider die Übersichtlichkeit des reichhaltigen Stoffes durch Einfügen zahlreicher Konstanten und Bezeichnungen, deren Bedeutung nur bei fortwährender Benutzung des Buches im Gedächtnis haftet, etwas gelitten hat.

Außerlich zerfällt das Werk in zwei Teile, der erste Teil behandelt zunächst die Gesetze des Luftwiderstandes mit ihrer Anwendung in der Flugtechnik, dann weiter die fertige Maschine, ihre Konstruktionsmaterialien, die Antriebsschraube in Verbindung mit Motor.

Der zweite Teil schließt seine Abschnitte fortlaufend an den ersten Teil an. In ihm wird das Flugzeug in seiner praktischen Handhabung, beim Anfahren, bei der Landung geschildert. Über die Steuerungen, den Einfluß des Motordrehmomentes, die Flugpraxis wird berichtet, und endlich findet man über die Konstruktion der Einzelteile des Flugzeuges viel des Wissenswerten.

Was das Baumannsche Buch wertvoll macht, ist die vollständige Beherrschung des Stoffes und die kritische Art, mit welcher wichtige Fragen besprochen werden. Die neuesten Forschungen finden ebensogut ihre Behandlung wie die Ergebnisse der Praxis, bei denen große eigene Erfahrung den Verfasser unterstützt.

Bei der Entwicklung des Luftwiderstandsgesetzes sei hervorgehoben, daß es dem Verfasser gelungen ist, die hydro- bzw. aerodynamischen Gesetze, ohne den

komplizierten Apparat mathematischer Entwicklung in Anspruch zu nehmen, zur Anschauung zu bringen. Gerade dieser Abschnitt muß als besonders geeignet zur Einführung in diese Gesetze angesehen werden.

In Deutschland wurden bisher die günstigsten Verhältnisse, unter denen Flugzeuge nach verschiedenen Richtungen gebaut werden können, wenig erörtert. Dies geschah mehr von französischer Seite. Ein Verdienst *Baumanns* ist es, daß er dieser Betrachtungsweise in seinem Buche breiten Raum gewährt hat. Daß konstruktive Forderungen und die einzelnen aus solchen Erwägungen hervorgehenden Bedingungen sich gegenseitig einschränken, liegt auf der Hand. Immerhin sollte jedem Flugzeugerbauer empfohlen werden, seine Konstruktionen durch entsprechende Überlegungen zu prüfen.

Der Verfasser spricht ausführlich über die Verwendung der Baumaterialien im Flugzeugbau. Als Unterlagen werden u. a. die ganz neuen Versuche über Holzfestigkeiten, die Professor *R. Baumann* in der Materialprüfungsanstalt in Stuttgart durchgeführt hat, benutzt. Die Vergleiche, die zwischen der Verwendung von Holz und Stahl gezogen werden, die Abwägung der Vorzüge des einen gegenüber denjenigen des anderen sind sehr lehrreich. Die Beschreibung der Querschnittsformen von Stäben, ihre Behandlung, um geringen Luftwiderstand bei geringem Gewicht und großer Festigkeit zu erhalten, zeigen Gesichtspunkte, die in dieser Weise noch nicht präzisiert wurden.

Baumann kommt auf die Antriebsschraube verhältnismäßig kurz zu sprechen, da diese in einem besonderen Buche der Sammlung „Luftfahrzeugbau und -führung“, der auch das Baumannsche Buch angehört, von *Béjeuhr* behandelt werden. Er beschränkt sich darauf, die Verhältnisse so weit klarzulegen, als sie für das Verständnis seiner weiteren Untersuchung, nämlich die Zusammenwirkung von Schraube und Motor notwendig wird. An einer Reihe von Diagrammen wird gezeigt, wie man das Triebwerk zu betrachten hat, und wie seine Wirkung auf das Flugzeug abzuschätzen ist.

Jedem, der sich noch nicht die Vorgänge beim praktischen Fluge klargemacht hat, muß ihr Studium nach *Baumann* wertvoll sein. Doch auch dem Flieger selbst wird manche Frage gelöst werden, wenn er erfährt, welche Kräfte ihn am Boden beim Anfahren festhalten, und wie sie überwunden werden müssen, wie bei der Landung die lebendige Kraft des Flugzeuges abgefangen werden muß, ohne daß dieses und seine Insassen Schaden erleiden.

Die Steuerung eines Flugzeuges ist verwickelter als diejenige eines Fahrzeuges, welches nur seitliche Richtungsänderungen gestattet. Es ist notwendig, daß die besonderen Vorgänge, welche beim Flugzeug die Hervorbringung eines gesteuerten Fluges ermöglichen, eingehend geschildert werden. Ein besonderes Kapitel ist diesen Fragen gewidmet. Die Bedeutung der Massenverteilung im Flugzeug, die bisher häufig vielen Fliegern nicht recht vor Augen stand, und der in neuester Zeit größere Wichtigkeit beigemessen wird, wird hervorgehoben und erklärt, wie die Wirkung der Steuerung mit dieser zusammenhängt.

Die Rückwirkungen des Motors auf sein Fundament, d. i. das Flugzeug, die Mittel diesen zu begegnen, die Vorteile und Nachteile des Zweischraubenantriebes, die gefürchtete einseitige Wirkung beim Versagen einer Antriebsschraube und der Nachweis der Beherrschung dieses Vorgangs durch geeignete

Steuerbetätigung stehen in engem Zusammenhang mit den vorhergehenden Fragen der Steuerung und werden bezugnehmend auf diese erörtert.

Je mehr die technischen Anforderungen an ein Flugzeug wachsen, je weitere Kreise dem neuen Verkehrsmittel Zutrauen schenken, desto notwendiger ist es, wenn für die Hauptbauelemente des Flugzeuges gute Konstruktionsgrundsätze zum Allgemeingut werden. *Baumanns* Klarlegung der Beanspruchung eines Flugzeugkörpers gibt keine Berechnungsvorschrift, sondern läßt den Konstrukteur nur wissen, worauf zu achten ist.

Den Schluß des zweiten Bändchens bilden eine Reihe von Tafeln, welche experimentelle Werte der Widerstände verschiedener Körper und Flächen nach den Untersuchungen von *Frank*, *Eiffel* und *Föppl* enthalten. Diese sind für den Ingenieur, der in der Flugtechnik arbeitet, besonders wichtig.

Baumanns Buch wird große Verbreitung finden und wird viel dazu beitragen, die Mechanik des Flugs allgemeiner bekannt zu machen.

Dr.-Ing. Hoff, Cöpenick.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Quantitative Messungen der durch elektrische Wellen übertragenen Energie. Bei einer rein theoretischen Betrachtung des Problems der drahtlosen Telegraphie zeigt es sich, daß sich die Größe der auf einer Empfangsstation ankommenden Energie errechnen läßt, wenn man die Stromstärke in der Sendeantenne, die Höhen von Sende- und Empfangsantenne, die Wellenlänge der Wellen, die Entfernung zwischen Sender und Empfänger und den Widerstand des Empfängers kennt. *M. Reich* stellt sich die Aufgabe, die theoretisch abgeleiteten Formeln mit den Resultaten der Praxis zu vergleichen. Als Sendestation diente ihm dabei die Station für Marine und Heer in Göttingen, und zwar bestand hier die Antenne aus einer vertikalen Reuse, die in einer Höhe von 68 m mit einem horizontalen dreieckigen Schirm von 78 m Seitenlänge verbunden war. Die Antenne wurde an Erde angeschlossen mittels eines Streckmetallzylinders von 24 m Durchmesser, der ins Grundwasser versenkt war. Zur Bestimmung der Stromverteilung der Antenne, die mit tönenden Löschfunken erregt wurde, waren in die Antenne am Fußpunkt und am oberen Ende der Reuse Amperemeter eingeschaltet. Zunächst wurden Versuche auf kurze Entfernungen gemacht. Dabei diente als Empfangsstation eine in 7,1 km Entfernung aufgestellte T-Antenne von 13 m Höhe über dem Erdboden. Die so erhaltenen Empfangsstromstärken, die mit einem Duddellschen Thermogalvanometer gemessen wurden, stimmen bis auf etwa 15 % mit den nach der Theorie errechneten überein. Die Abweichung erklärt sich daraus, daß Sender und Empfänger nicht auf unendlich gut leitendem Boden standen und daß eventuell auch bei der relativ kleinen Entfernung bereits eine Absorption der Wellen eintritt. Die Versuche wurden dann bei großen Entfernungen fortgesetzt, und zwar diente als Empfangsstation eine Station in Köln. Die so in der Empfangsstation gemessenen Stromstärken weisen größere Abweichungen gegen die errechneten auf, da bei den größeren Entfernungen die Absorption der Wellen mehr ins Gewicht fällt. Der Größenordnung nach stimmen sie überein. Es zeigte sich bei den Versuchen, daß kleinere Wellen einer stärkeren

Absorption unterliegen als größere. Das ist eine der Praxis bekannte Tatsache. Ferner ist die absorbierte Energie am geringsten bei sehr feuchtem Boden, und bei sehr großer Trockenheit am größten. (*Physikal. Ztschr. XIV, p. 934, 1913.*)
P. Lg.

In der älteren spektroskopischen Literatur ist eine scharfe Grenze gezogen zwischen dem **Bogen-** und dem **Funkenspektrum**. Es hatte sich gezeigt, daß man ein vollkommen anderes Spektrum erhält, je nachdem man zwischen zwei Metallelektroden den Funken einer Leydener Flasche überschlagen ließ oder zwischen ihnen einen Lichtbogen entzündete. In einer Arbeit: *Über die elektrischen Bedingungen beim Übergang vom Bogen- zum Funkenspektrum* (*Freiberger Habilitationsschrift, 1913*) weist *P. Ludewig* nach, daß es zwischen diesen beiden Spektren eine kontinuierliche Reihe von Übergängen gibt. Die Arbeit knüpft an Versuche von *La Rosa* an, welcher zeigte, daß bei einem Lichtbogen, dem man einen Schwingungskreis aus Selbstinduktion und Kapazität parallel geschaltet hat, daß also beim tönenden Lichtbogen eine Veränderung der Spektren vom Bogen zum Funkenspektrum auftritt, je nach den Größen der eingeschalteten Selbstinduktion und Kapazität. Bei einem Vergleich der im Lichtbogen unter diesen Versuchsbedingungen fließenden, mit dem Oszillographen fixierten Kurvenformen findet *Ludewig*, daß der tönende Bogen dann Funkencharakter annimmt, wenn der im Bogen fließende Strom aus kurzen Stromstößen mit langen dazwischen liegenden Pausen besteht. Dieser Befund ließ es als aussichtsreich erscheinen, zu untersuchen, ob auch bei allen anderen Schaltungsarten, bei denen zwischen zwei Elektroden kurze Stromstöße übergehen, und die auf andere Weise als mit der Schaltung des tönenden Bogens oder der Leydener-Flaschen-Entladung zustande kommen, ebenfalls ein Funkenspektrum auftritt. Derartige Schaltungsmöglichkeiten werden in der Arbeit ausführlich beschrieben. Es zeigt sich bei allen diesen Versuchen, daß für das Zustandekommen des Funkenspektrums allein die Kurvenform des zwischen den Elektroden fließenden Stromes maßgebend ist. Der Verfasser zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse:

1. Das Auftreten des Funkenspektrums ist nicht an das Vorhandensein hoher Spannung gebunden.
2. Das Auftreten des Funkenspektrums ist nicht an das Vorhandensein von elektrischen Schwingungen gebunden.
3. Ein Funkenspektrum tritt dann auf, wenn die Stromkurve aus plötzlichen Stromstößen mit dazwischen liegenden, genügend langen Pausen besteht.
4. Die Dauer dieser Stromstöße muß kleiner sein als 10^{-4} sec.
5. Zwischen dem Funkenspektrum und dem Lichtbogenspektrum gibt es eine kontinuierliche Reihe von Übergängen, und zwar nähert man sich durch Verlängerung der Dauer der erwähnten Stromstöße mehr und mehr dem Lichtbogenspektrum.
6. Es ergibt sich daraus, daß das Funken- und Bogenspektrum nur insofern spezielle Stellungen in dieser Skala einnehmen, als sie die bis jetzt bekannten Endglieder dieser Kette bilden. Es ließe sich denken, daß bei geeigneten Versuchsbedingungen eine Verlängerung der Skala möglich ist.
P. Lg.

Neuer Kathodenstrahl - Vakuum - Ofen. Seitdem Moissan zuerst chemische und physikalische Vorgänge bei außerordentlich hohen Temperaturen untersucht hat, sind solchen Zwecken dienende Öfen wiederholt in Vorschlag gebracht worden. Da ein schnelles Kathodenstrahlbündel, welches auf Materie auftrifft, starke Wärmewirkungen erzeugt, lag die Idee eines Kathodenstrahl-Vakuum-Ofens nahe. In Anlehnung an frühere Ideen, denen noch Mängel anhafteten, hat nun *Erich Tiede* einen solchen Ofen hergestellt, der vorzügliche Ergebnisse liefert. Es stehen sich bei demselben Anode und Kathode, welche beide aus Aluminium bestehen, in einem senkrecht montierten, in der Mitte zu einer Kugel aufgeblasenen Quarzrohr gegenüber. Sowohl die Anode wie die darüber befindliche Kathode können durch fließendes Wasser gekühlt werden. Über die Anode in der Kugelerweiterung findet der Tiegel mit der zu bearbeitenden Substanz Platz. Ein Ansatz an der Kugel führt zu einer Hochvakuumpumpe. Verwendet wurde elektrische Energie mittels eines Induktors von 20 cm Schlagweite. Der Vorteil dieses Ofens besteht darin, daß er die Erhitzung von Leitern oder Nichtleitern auf beliebig extreme Temperatur gestattet. So werden Eisen, Nickel, Chrom, Platin augenblicklich geschmolzen, ebenso das schwer schmelzbare Tantal, ferner amorphes Bor, welches bisher nur ein einziges Mal (von *Weintraub*) zum Schmelzen gebracht worden ist. Bei dem verhältnismäßig einfachen Bau dieses Ofens kann man erwarten, daß er Anlaß zu vielen neuen Untersuchungen geben wird. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 46, 10, S. 2229 f.) —z.

Über die reale Existenz der Elektronen folgert *A. Joffé* auf Grund seiner Beobachtungen über den photoelektrischen Elementareffekt wichtige Schlüsse. Nachdem *Millikan* an größeren Flüssigkeitstropfen, welche durch mechanische Zerstäubung gebildet waren, nachgewiesen hat, daß die in ionisierter Luft sich ändernden Ladungen dieser Tropfen stets ganzzahlige Vielfache einer bestimmten elementaren Ladung sind, derjenigen nämlich von $4,772 \cdot 10^{-10}$ elektrostatischen Einheiten, geben *Joffés* Versuche an kleinen Metallteilchen ebenfalls einen anschaulichen einwandfreien Nachweis der Atomstruktur der Elektrizität. Hierbei wurde ein Metallstäubchen zwischen zwei wagrechte parallele Kondensatorplatten, deren Spannung scharf einstellbar ist, gebracht. Diese Spannung ist stets so einstellbar, daß die auf das geladene Stäubchen ausgeübte elektrische Kraft durch die Schwerkraft aufgehoben wird. In diesem Falle muß das Gewicht des Teilchens gleich dem Produkt aus Feldstärke und Ladung sein. Auf diese Weise hat man also eine elektrische Wage, mit welcher es möglich ist, das durch Mikroskop mit Okularteilung beobachtete Teilchen eine Stunde bis auf 1 mm dieser Teilung festzuhalten. Beginnt das Teilchen sich zu bewegen, so ist, wenn andere Einflüsse abgehalten werden, zu vermuten, daß die Abspaltung eines Elektrons stattfand. Ändert man jetzt die Spannung, so kann man das Teilchen wieder zum Stehen bringen usw. Hierbei müssen, wenn die Vermutung richtig ist, die der Reihe nach festgestellten Ladungen sich wie die ganzen Zahlen, und die entsprechenden Potentialunterschiede sich wie deren reziproke Werte $1: \frac{1}{2}: \frac{1}{3}: \frac{1}{4}: \dots$ verhalten. Dies ist nun durch die Versuche bestätigt worden.

Sehr wesentlich bei diesen Versuchen ist der Umstand, daß es sich um die Abgabe negativer Elektrizität, also eigentlicher Elektronen, handelt.

Über die sehr subtile Apparatur muß auf die Originalmitteilung verwiesen werden. Es sei nur bemerkt, daß der Kondensator sich in einem luftdichten messingenen Gehäuse mit 4 Fenstern befindet. Das schwebende Teilchen wird durch ein Fenster hindurch beleuchtet, während das entgegengesetzte dem Durchlaß eines ultravioletten Lichtbündels einer Quecksilberquarzlampe dient. Senkrecht zu diesen beiden Fenstern findet die Beobachtung mit Hilfe des bereits erwähnten Mikroskops statt. Durch dasselbe erblickt der Beobachter zunächst viele sich bewegende Teilchen, von denen eins ins Auge gefaßt und als Beobachtungsobjekt, wie angegeben, benutzt wird. (*Sitzungsberichte der Münchener Akademie* 1913, 1, S. 20 f.) —z.

Zur Theorie der elektrischen und chemischen Atomkräfte veröffentlicht *A. Byk* in den *Berichten der Deutschen Physikalischen Gesellschaft* 1913, 13, S. 524 f. Studien, die auf den naturwissenschaftlichen Experimentator, der abseits von philosophischer Spekulation steht, verblüffend wirken müssen. Die Gesetze der Elektronenschwingungen im Atom zeigen eine Ähnlichkeit mit den Keplerschen Gesetzen und führen auf die Frage nach einer Zentralkraft, die für kleine Elongationen harmonische Schwingungen mit einer endlichen Ionisierungsarbeit des Elektrons gestattet. *Bertrand* in den *Comptes Rendus* 77, 849, 1873 hat nun den Nachweis zu erbringen versucht, daß diese beiden Forderungen unerfüllbar sind, hierbei sich aber natürlich auf die bekannten Gesetze der Bewegungslehre gestützt, welche wiederum in der gewöhnlichen, euklidischen Geometrie begründet sind. Diese aber beruht auf der unbeweisbaren Hypothese, daß die Winkelsumme im Dreieck zwei Rechte beträgt. Diese Hypothese ist aber, nach *A. Byk*, bisher noch nicht geprüft an Dreiecken innerhalb eines einzelnen Atoms; und bei der Ausnahmestellung, welche die Atome hinsichtlich der mechanischen Gesetze einnehmen, kann eine Anwendung jener Hypothese auf die Atome zunächst nicht zugelassen werden. Unter der Annahme nun, daß im Innern eines Atoms nicht-euklidische Geometrie gilt, und zwar insbesondere die sogenannte hyperbolische, Lobatschewskische Geometrie, ergibt sich in der Tat die Erfüllung der beiden erwähnten Bedingungen für eine Zentralkraft. Es ist an dieser Stelle nicht möglich, auf die Anwendungen auf Physik und Chemie einzugehen, die sich a. a. O. noch an diese Betrachtung anschließen. Jedenfalls zeigt sich auf diesem Wege eine widerspruchslöse Übereinstimmung mit den Ergebnissen der modernen Forschung auf diesen Gebieten.

—z.

Woher stammt die Energie, welche beim Leuchten sogenannter Leuchtsteine (Luminophore) abgegeben wird? Diese Frage sucht *L. Vanino*, der sich schon seit längerer Zeit mit der Untersuchung derartiger Stoffe beschäftigt, in einer Mitteilung aus dem Chemischen Laboratorium der Münchener Akademie der Wissenschaften zu beantworten. Offenbar muß diese Energie, wenigstens teilweise, aus dem bei der Bestrahlung aufgenommenen Licht herrühren, aber einer Zwischenverwandlung unterworfen sein, bis sie als Phosphoreszenzlicht wieder zutage tritt. Aus Analogien anderer Lichtwirkungen liegt die Vermutung nahe, daß die Lichtbestrahlung die Leuchtmasse physikalisch verändert, und diese Veränderung bei Lichtabschluß wieder die umgekehrte Richtung einschlägt. *Vanino* verweist auf das Beispiel des Schwefels, der durch

Belichtung in den in Schwefelkohlenstoff unlöslichen Zustand übergeht, während sich Schwefel der letzteren Art im Dunkeln in gewöhnlichen monoklinen Schwefel rückverwandelt.

Ist die durch Belichtung gebildete Modifikation des Stoffes die energiereichere, so erklärt sich die Leuchtkraft belichteter Leuchtsteine, sobald man noch die Rolle berücksichtigt, welche die *wirksamen Beimengungen* in solchen Steinen, die nie fehlen dürfen, spielen. Diese Beimengungen können den Sensibilisatoren bei photochemischen Vorgängen an die Seite gestellt werden. *Vanino* nennt sie Refulgatoren; sie erleiden keine chemische Änderung, sondern sind nur Durchgangsposten für die Energie. Diese Annahme erklärt auch den Umstand, daß ganz geringe Mengen solcher Beimengungen das Material luminophor machen. (*Journal für praktische Chemie* 1913, 13—14, S. 77 f.)

—z.

Vermeidung des Siedeverzugs. Bei chemischen Arbeiten im Laboratorium können durch den Siedeverzug leicht Verluste entstehen, noch gefährlicher sind beim Übersäumen brennbarer Flüssigkeiten auftretende Entzündungen infolge dieser Erscheinung. Deshalb sind schon viele Vorschläge gemacht worden, um den Siedeverzug zu verhindern. Dr. *E. P. Häußler* gibt in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 26, 53, S. 400, ein sehr einfaches Mittel an, um den gedachten Zweck zu erreichen. Man drückt in das weichgemachte Ende eines Glasstabes einen Platindraht hinein und bricht ihn an der Stelle, wo er eingeschmolzen ist, ab. Dieses Siedestäbchen stellt man dann in das Becherglas ein, in welchem die betreffende Flüssigkeit zum Sieden erhitzt werden soll. Hierbei berührt das Stäbchen den Glasboden mit seiner Glasfassung, während aus dieser ein Restchen Platindraht herausragt. Zwecks handlicher Benutzung solcher Stäbchen macht man sie etwas länger, als die Höhe der Gläser ist, für welche sie benutzt werden sollen.

Die Wirkung der Stäbchen ist auch bei Flüssigkeiten, welche den Siedeverzug besonders häufig zeigen, eine vollkommene. In entsprechender Form können sie auch für Kolben verwendet werden.

—z.

Fixation des Luftstickstoffes mittels Borverbindungen. Das seit vielen Jahren angestrebte Ziel, den Stickstoff der Luft zu binden, ihn in Form von Düngemitteln praktisch zu verwenden und somit indirekt zur Bildung von Eiweiß heranzuziehen, ist ja in letzter Zeit in der Form verwirklicht worden, daß man ihn an Kalk bindet. Weitere Versuche scheinen nun aber zu ergeben, daß dieser Weg durchaus nicht der einzig gangbare ist. So haben Untersuchungen von *Arthur Stähler* und *John Jacob Elbert*, ausgeführt im Chemischen Institut der Universität Berlin, ergeben, daß die Bindung des Luftstickstoffes durch Borverbindungen gut durchführbar ist. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 46, 10, S. 2060 f.) Diese Bindung hat aber vor Bindungen des Stickstoffes an andere Körper ihre ganz besondere Bedeutung. Bisher wurde nämlich der Stickstoff in Form von Nitriden des Calciums sowie einiger verwandter Elemente in der Weise fixiert, daß Calciumoxyd (Kalk) oder verwandte Oxyde, gemengt mit Kohle, im elektrischen Flammbogen erhitzt wurden. Wirtschaftlich ist hierbei naturgemäß darauf zu achten, ein Nitrid mit hohem Gehalt in Stickstoff zu erhalten. *Bornitrid* hat aber den höchsten Stickstoffgehalt aller bekannten Nitride; es hat sich ferner als gut feuerbeständig bewährt und gestattet

unschwer eine Überführung in Cyanide und Stickoxyd. Als Ausgangsprodukte kommen hierbei meist in Frage die natürlich vorkommenden Stoffe Borax und Borsäure, die zunächst zu Bor oder Borid zu reduzieren sind, worauf eine Bindung an Stickstoff erfolgen kann. Benutzt man als Reduktionsmittel Kohle, so können beide Vorgänge vereinigt werden. So erhielt man aus einem Gemenge von Boroxyd, Kohle und Stickstoff bei einer Temperatur von 1500—1700° und unter gewöhnlichem Druck im elektrischen Widerstandsofen eine Ausbeute von höchstens 28 % Borstickstoff. Dieses verhältnismäßig geringe Ergebnis gab nun Veranlassung dazu, die Versuche bei erhöhtem Druck unter Benutzung eines besonderen elektrischen Druckofens zu wiederholen. In demselben wird die zu erheizende Masse in einem Graphittiegel untergebracht und dieser in ein Kohlenrohr gestellt, durch welches der Strom hindurchgeht. Das Gas wird durch ein Ventil eingelassen, so daß der Druck ablesbar und regulierbar bleibt. *Die Ausbeute an Borstickstoff war in diesem Falle überraschend groß, nämlich bis 85 %, bei einem angewandten Druck von 70 Atmosphären.* Wieweit diese zunächst im Laboratorium angestellten Versuche praktische Anwendung finden können, entzieht sich natürlich noch der Beurteilung. Beachtenswert sind sie wegen der hohen Ausbeute der Stickstoffverbindung auf jeden Fall.

—z.

Da die Salpeterlager Chiles in absehbarer Zeit erschöpft sein werden, wurde von vielen Chemikern mit Erfolg an der Herstellung eines **Stickstoffdüngemittels aus Luftstickstoff** gearbeitet. *Birkeland-Eyde, Schönherr* und andere oxydieren den Luftstickstoff unter Zuhilfenahme elektrischer Energie zu Stickoxyden, *Haber* vereinigt ihn mit Wasserstoff unter dem Einfluß katalytischer Substanzen zu Ammoniak. Vor kurzem hielt Dr. *O. Serpek* im Verein Österr. Chemiker einen Vortrag über das nach ihm benannte Verfahren zur Verwertung des atmosphärischen Stickstoffes. Das sogenannte *Serpek-Verfahren* beruht auf der Herstellung von Aluminiumnitrid (AlN) aus einem Tonerde- (bzw. Bauxit-) Kohle-Gemisch bei Anwesenheit von Stickstoff. Die Ausführung dieser Reaktion im Großbetriebe, die erst nach Überwindung zahlreicher Schwierigkeiten gelang, geschieht im elektrisch geheizten Drehofen bei 1800° C. Als Ofenfüllung eignet sich am besten das Nitrid selbst. Zusatz von Katalysatoren wie Eisen zur Tonerde und Verwendung eines Gemisches von Stickstoff und Wasserstoff begünstigen die Reaktion in dem Sinne, daß sie schon bei 1500° C. verläuft, oder daß sie, falls man höhere Temperaturen beibehält, in sehr kurzer Zeit beendet ist. Das erhaltene Aluminiumnitrid wird in Autoklaven mit Wasser unter Druck zersetzt, wobei sich Tonerde und Ammoniak bilden. Das Ammoniak wird abdestilliert und auf schwefelsaures Ammoniak oder auf Salpetersäure verarbeitet, während die Tonerde wieder in den Betrieb zurückkehrt.

O. F.

Künstliche Kohle. Während jede organische Substanz bei hinreichender Erhitzung unter teilweisem Luftabschluß „verkohlt“, d. h. eine kohlenstoffreichere Masse bildet unter Ausscheidung flüchtiger Stoffe, auf diese Weise also Massen entstehen, die als Holzkohle, Knochenkohle usw. bekannt sind, ist die Kohle im engeren Sinne das Produkt eines vieltausendjährigen Vorgangs: Braunkohle, Steinkohle, Anthrazit, Stoffe, die ziemlich scharf physikalisch

und chemisch charakterisiert sind. Bisher war es nicht bekannt, daß auch derartige Kohle sich in verhältnismäßig kurzer Zeit bilden kann und künstlich herstellen läßt. Prof. Dr.-Ing. *Emil Heuser* fand im Kondensraume eines Holzdämpfers des Fabrikbesitzers *Schuppeler* in Laakirchen in Oberösterreich eine schwarz gefärbte Masse unterhalb des Siebbodens, die wegen ihrer Härte sich nur mit dem Meißel entfernen ließ. Diese Ablagerung konnte nach Lage der Sache nur das Ergebnis eines höchstens siebenjährigen Bildungsvorganges sein. Es lag nahe, als organisches Substrat auf Ligninstoffe, Harz, Zucker und organische Säuren zu schließen, welche stets in geringer Menge im Dämpfwasser enthalten sind; diese Stoffe konnten möglicherweise die Laugenreste zu einer an organischen Stoffen reichen Masse umgewandelt haben. Aber dieser Schluß war irrig: bei näherer Untersuchung der schwarzen Substanz zeigte die Hauptmenge derselben alle wesentlichen Eigenschaften von *Braunkohle*, ein Teil näherte sich in seinen Eigenschaften einer anthrazitischen *Steinkohle*, während eine dritte Schicht heller war und noch *deutliche Holzfaserung* aufwies. Somit stammt diese künstliche Kohle aus den am Boden des Dämpfers liegenden Holzteilen, die durch das Dämpfen selbst mit luft-, d. h. sauerstoffhaltigem Dampf bei einem Druck von 5 Atmosphären ihre Faserform verloren hatten.

Durch diesen Befund wird die bereits früher von *Wislicenus* gemachte Annahme, daß das Dämpfen des Holzes eine beginnende Verkohlung darstellt, bestätigt. (*Zeitschrift für angewandte Chemie* 26, 53, S. 393 f.)

—z.

Vorgänge bei der Hefegärung. Während man im allgemeinen bei einer „Gärung“ immer an eine Zersetzung oder Umbildung von Zuckerstoffen denkt, sind neuerdings Vorgänge beobachtet worden, die sich bei Nichtzuckerstoffen abspielen, sonst aber, insbesondere was die Bildung von Alkohol betrifft, durchaus mit eigentlichen Gärungserscheinungen in Parallele zu stellen sind. *C. Neuberg* und *Joh. Kerl* nennen solche Vorgänge *zuckerfreie Gärungen* und haben den Nachweis geführt, daß letztere auf einem in der Hefe vorkommenden Ferment *Carboxylase* beruhen. Ein diese zuckerfreie Gärung besonders gut zeigender Stoff ist die *Brenztraubensäure*. Da bei Versuchen im kleinen die Alkoholbildung nicht deutlich zum Ausdruck kommt, so sind von *Neuberg* und *Kerl* Versuche im großen mit im Wasserbad heizbaren Gärbottichen im Berliner Institut für Gärungsgewerbe angestellt worden. Bei einer Gärdauer von 4 Tagen lieferten bei 28° 101 Liter Wasser mit 1 Kilogramm Brenztraubensäure und 22 Kilogramm Hefe 489 Gramm Alkohol, während bei Zusatz von 1,1 Kilogramm Glycerin zu der erwähnten Gärungsflüssigkeit eine Ausbeute von 626,1 Gramm Alkohol erzielt wurde. Diese Alkoholmengen übertreffen weit das durch Selbstgärung entstandene Quantum. Wahrscheinlich scheint das größere Ergebnis bei dem Zusatz von Glycerin nur auf seiner Eigenschaft als Enzym-Konservierungsmittel zu beruhen. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 46, 10, S. 2225 f.)

—z.

Agrikulturtechnische Mitteilungen.

Die Mißfarbe beregneter Gerste. Die Ursache dieser mangelhaften Farbe wurde von *Kraus*, *Zoebl*

und *Lintner* zu erklären versucht. Professor *E. Weinwurm* hat die Versuche *Zoebls* wiederholt, kann aber nicht der Ansicht dieses Forschers beipflichten, die geringe Menge Ammoniak in der Luft wäre die Ursache der Gelbfärbung beregneter Gerste. Dagegen hatte die Annahme *Lintners* viel Wahrscheinlichkeit für sich, daß die dunkle Farbe beregneter Gerste durch Oxydation gerbstoffartiger Verbindungen erzeugt werde. *Weinwurm* stellte nun fest, daß die Spelzen beregneter Gerste mehr von einer gerbstoffartigen Verbindung enthalten wie solche einer unter normalen Verhältnissen geernteten Gerste. Als Reagentien zum Nachweis dieser gerbstoffartigen Verbindung wurden nach den Angaben *Wills* Eisensulfat, Goldchloridchlornatrium- und zum Teil auch Eisenchloridlösung verwendet. Von jeder beregneten Gerste wurden lichte und dunkle Körner gesondert und außerdem zwei Gersten von tadelloser, sogenannter „weißer“ Farbe in die Untersuchung einbezogen. Die Versuche bestanden darin, daß 1. die so sortierten Gersten zwei Stunden in Wasser geweicht und hierauf in die Reagentien gegeben wurden, 2. die geweichten Körner wurden entspelzt und nur die Spelzen in die Lösungen getan; 3. um jeden Lösungsvorgang des Wassers im Korn auszuschließen, welches zwar nach *Reichard* den in der Samenhaut sitzenden Gerbstoff in einer bei gewöhnlicher Temperatur unlöslichen Form enthält, wurden die Gerstenkörner trocken entspelzt und dann mit obigen Reagentien behandelt. Bei allen diesen Versuchen färbten sich die mißfarbigen, dunkelgelben Körner oder Spelzen mit Eisenvitriol dunkel- bis schwarzbraun, während die lichten eine schwachbraune Färbung aufwiesen. Goldchloridchlornatrium erzeugte an den lichten Körnern oder deren Spelzen eine rötlichbraune, bei den dunkelgelben eine ins Violettbraun gehende Farbe. Eisenchlorid färbte die lichten Spelzen nicht oder schwach grün, die dunklen schmutzgrün. Die Färbungen nahmen mit der Dauer der Einwirkung des betreffenden Reagens zu. Dieselben wurden beobachtet: sofort nach dem Untertauchen der Körner oder deren Spelzen, nach zwei und nach 24 Stunden.

Die in den Gerstenspelzen enthaltene Gerbstoffverbindung ist in kaltem und heißem Wasser, in eben- solchem Methyl- und Äthylalkohol unlöslich.

Zur Erklärung der Bildung des Gerbstoffes zieht *Weinwurm* einerseits die Ansicht *Eulers* heran: „Die Produktion von Gerbstoffen ist sehr abhängig von der am Bildungsort herrschenden Zuckerkonzentration“, und jene von *G. Kraus*, daß die Bildung von Zucker und Gerbstoff irgendwie zusammenhänge, andererseits verweist er auf die Untersuchungen von *Farsky* und *Märcker*, welche in beregneter Gerste einen größeren Zuckergehalt (Maltose und Dextrose) gefunden haben, als in einem Teil derselben Gerste, welcher noch bei trockenem Wetter geerntet worden war.

Es möge noch erwähnt werden, daß *Euler* die Möglichkeit der Bildung von Gerbsäuren über Inosit nicht für ausgeschlossen hält. Tatsächlich hat *Geys* 1910 denselben in den Spelzen der Gerste nachgewiesen, welche Inosit in Verbindung mit Phosphorsäure in sehr geringer Menge im Phytin enthielt.

Die nächste Aufgabe war, nach der Oxydase zu suchen, mit deren Hilfe die Gerbstoffverbindung sich dunkel färbt und dadurch die Mißfarbe der Gerste erzeugt. *Weinwurm* konnte zwar in Spelzen und Schüppchen (lodicae) der Gersten mittels Guajakharz und Wasserstoffsuperoxyd eine Oxydase nachweisen. Aber

gerade in einer diesjährigen, tadellosen Gerste, die zur Prüfung vom Felde weggeholt wurde, fand sie sich in größter Menge vor. Diese Oxydase kann deshalb mit der Mißfarbe der Gerste in keinem Zusammenhang stehen.

Weinwurm kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu folgendem Schluß: Gerste, welche durch Regen während der Vegetation gelitten hat, besitzt einen größeren Gehalt einer Gerbstoffverbindung. Diese Verbindung gibt durch die Einwirkung des Sauerstoffes der Luft und der gleichzeitig herrschenden Feuchtigkeit zur Mißfarbe Anlaß. Tatsächlich war er imstande, von ausgesuchten lichten Körnern zweier der berechneten Gersten des Jahres 1912 ein Drittel in mißfarbige zu verwandeln, indem er dieselben im Laboratorium durch 3 Wochen zweimal täglich mit Wasser bestäubte. Die anfangs erwähnten „weißen“ Gersten von 1911, welche nur eine sehr geringe Menge der Gerbstoffverbindung enthielten, blieben bei jener Behandlung dieser Tatsache entsprechend unverändert. (*Zeitschrift für das gesamte Brauwesen*, 36. Jahrg., 1913, Nr. 32, 33.) W.

Die Einwirkung von Ammoniak auf die Keimfähigkeit der Gerste und auf Grünmalz. Den Einfluß von Ammoniakdämpfen auf Pflanzen haben bereits mehrere Forscher studiert. So stellten *Börmer*, *Haselhoff* und *König* kleine Bäume und Feldpflanzen, darunter auch Gerste, unter Glaslocken und leiteten durch dieselben einen Luftstrom, welcher vor Eintritt Ammoniakflüssigkeit verschiedener Konzentration durchstrich. Nach einer Stunde wurde der Ammoniakgehalt der Luft in der Glasglocke bestimmt. Sie schlossen aus ihren Versuchen, daß eine ammoniakhaltige Luft, deren Gehalt an Ammoniak den der gewöhnlichen Luft um ca. das 1000 fache übersteigt, schädlich für Bäume und Pflanzen wirkt. — *Soraucr* hat eine Reihe von Pflanzen bezüglich der Einwirkung von Ammoniak untersucht und bei Gerste gefunden, daß die absterbenden Blattspitzen weiß wurden. Einige Jahre später stellte er einen interessanten Fall von Ammoniakvergiftung an Azaleen fest, welche eine Berliner Gärtnerei aus Dresden bezogen hatte und die schwarzblättrig ankamen. In dem Eisenbahnwagon war vorher Zement transportiert worden, der freien Kalk enthielt, dann wurde er zum Transport von schwefelsaurem Ammoniak gebraucht, und zuletzt wurden die Azaleen in ihm verladen. Durch die Einwirkung des Kalkes auf das schwefelsaure Ammoniak entstand freies Ammoniak, welches die Pflanzen sehr schädigte. — *Landsten* stellte den ungünstigen Einfluß eines Luftgemisches von 1 Teil Ammoniak und 20 000 Teilen Luft auf die Keimung der Samen der Feuerbohne und Pferdebohne sowie auf das Wachstum junger Maiskeimlinge fest. — *Haselhoff* studierte im Jahre 1908 den Einfluß des Ammoniakgases auf die Keimung von Samen und auf wachsende Pflanzen. Aus dieser Arbeit hebt Professor *E. Weinwurm* speziell jenen Teil heraus, welcher Gerste betrifft. *Haselhoff* konstatierte die schädliche Wirkung des Ammoniaks auf deren Keimung, wenn 1 l Luft 3,87 mg desselben enthielt. Dann keimten in Filtrierpapier unter einer Glasglocke nach 10 Tagen bloß 41,5 % der Gerstenkörner. 4,64 mg und 6,20 mg Ammoniak zerstörten die Keimkraft völlig. Das feuchte Filtrierpapier hatte Ammoniak absorbiert, so daß die Gerstenkörner mehr einer Ammoniaklösung als Ammoniakgas ausgesetzt gewesen waren. *Haselhoff* wiederholte deshalb seine Versuche, indem er die Samen in Lehm-

und Sandböden in einen Trichter gab, dessen Rohr umgebogen war und welches nach Füllen mit Ätzammoniak verschlossen wurde. Die entweichenden Ammoniakdämpfe waren genötigt, durch den Boden zu streichen. 58 mg Ammoniak bewirkten, daß die Gerste nicht regelmäßig aufging und die jungen Pflänzchen sich dürrig entwickelten. Genannte Ammoniakmenge war der Gerste innerhalb 3 Wochen 6 mal zugeführt worden. Nach Mitteilung vorstehender Versuche und Ergebnisse kommt Professor *Weinwurm* auf die eigenen zu sprechen. Um den Einfluß von Ammoniakdämpfen auf die Keimfähigkeit der Gerste zu prüfen, wurden 4 mährische Gersten, und zwar 2 tadellose des Jahres 1911 und 2 berechnete des Jahres 1912 verwendet. Neben jedem Versuch mit Ammoniak wurde ein genau gleicher ohne dasselbe angeordnet. Die Gersten wurden durch eine Stunde in Brüner Leitungswasser geweicht, dann wurde das Wasser abgossen und die betreffende nasse Gerste in einer Schale unter eine Glasglocke gebracht, unter welche auch ein Glasschälchen geschoben wurde, welches die Ammoniakflüssigkeit enthielt, um durch deren Verdampfen die Luft der Glasglocke mit Ammoniakdämpfen anzureichern. Nach einer Stunde, während welcher alle vier Gersten eine tiefgelbe Farbe angenommen hatten, wurde die Glocke nur soviel gehoben, daß das Glasschälchen herausgezogen werden konnte, die Glocke selbst aber noch 4 Stunden über der Schale mit Gerste gelassen, so daß die Ammoniakdämpfe genügend Zeit hatten, einzuwirken. Hierauf wurden die Gersten drei Wochen an der Luft liegen gelassen und nach zwölfstündiger Weiche in feuchtem Filtrierpapier im Aubryschen Keimkasten zur Keimung gebracht.

Aus Titrationen der Ammoniakflüssigkeit im Schälchen vor und nach dem Versuch ergab sich, daß im Mittel 0,0220 g NH_3 in der Glasglocke zurückgeblieben waren. Dieses befand sich z. T. in der Luft der Glasglocke, z. T. war es von der feuchten Gerste absorbiert worden. Zur Verwendung gelangten stets 200 Körner. Über den Verlauf der zehntägigen Keimung der vier Gersten, welche vorher keine Behandlung mit Ammoniakdämpfen erfahren hatten, und solcher, die denselben ausgesetzt worden waren, geben der Arbeit beigefügte Tabellen Aufschluß. Betrachtet man die Keimungsergebnisse, so fällt auf, daß bei den Gersten des Jahres 1911 die Ammoniakbehandlung auf die Keimfähigkeit nur einen sehr geringen Einfluß geübt hatte. Es waren Gersten von prima Qualität gewesen. Die Gersten (III, IV) des Jahres 1912 waren stark beregnet worden, namentlich III war äußerst mißfarbig. Beide enthielten in geringer Menge braun- und schwarzspitzige Körner, doch keimten außer diesen auch andere mißfarbige Körner nach der Ammoniakbehandlung nicht. An den gekeimten fiel auf, daß viele nur den Blattkeim hervorbrachten, andere „spitzten“ höchstens oder zeigten kurze, bisweilen bloß zwei längere Wurzelkeime. Der Versuch, die nach dem siebenten Tage nicht gekeimten Körner im Glasrichter zur Keimung anzuregen, indem sie in denselben mehr Luft hatten als im Aubryschen Keimkasten, war wohl bei Gerste IV, wenig bei Gerste III von Erfolg. Die mit den Gersten III und IV ohne Ammoniak durchgeführten Parallelversuche ergaben nicht nur eine sehr gute Keimfähigkeit, sondern auch eine solche Keimungsenergie. Für die Untersuchung der Einwirkung von Ammoniakdämpfen auf Grünmalz wurden Grünmälze benutzt, welche aus denselben, für die früheren Versuche verwendeten Gersten hervorgegangen waren. Außerdem wurden zwei Grünmälze

einer Brünner Malzfabrik ebenfalls in die Untersuchung einbezogen. Sie geschah in ähnlicher Weise wie bei den Gersten unter Verwendung derselben Menge Ammoniak und der gleichen Gerätschaften. Eine Anfeuchtung des Grünmalzes fand nicht statt, so daß dieses Mal ausschließlich Ammoniakgas einwirkte. Stets wurde ein Parallelversuch ohne Ammoniak angestellt. Nach einer Stunde war an den beiden Grünmalzproben ein deutlicher Unterschied zu sehen, indem Körner und Wurzelkeime jener Proben, welche im Ammoniakgas gewesen waren, sich tiefgelb gefärbt hatten. Nach 24 stündigem Stehen an der Luft bräunten sich die Wurzelkeime, waren also sichtlich der Zersetzung anheimgefallen, während jene der Parallelprobe frisch aussahen. Die Titrationen der Ätzammoniakflüssigkeit vor und nach dem Versuch ergaben, daß im Durchschnitt 0,018 g Ammoniak fehlten. Dieses war fast ganz vom Grünmalz aufgenommen worden, denn die Luft der Glasglocke besaß nach der Versuchszeit einen eigentümlichen, nur schwach an Ammoniak erinnernden Geruch. Genannte Ammoniakmenge entsprach 0,46 % der Luft der Glocke und kann nach *Lehmann* nur bei Gewöhnung vom Menschen getragen werden. Es unterliegt keinem Zweifel, daß auch schwächere Konzentrationen das Wachstum des Grünmalzes aufheben. In Brauereien wird Ammoniak zum Betrieb der Kühlmaschine verwendet. Maschinenraum und Malztennen sind jedoch getrennte Baulichkeiten, so daß unter normalen Verhältnissen durch

Internationalen Mitteilungen für Bodenkunde (Bd. 11, Heft 5) ist folgendes zu entnehmen. Während man bisher glaubte, daß Stickstoffverluste bei Salpeterdüngung nur durch Auswaschung, Denitrifikation oder Nitrattfestlegung erfolgen, beobachtete *Vogel* noch eine andere Art durch rein chemische Wirkung ohne Anteilnahme von Mikroorganismen. Die Beobachtungen können als gesichert gelten, da eine ganze Reihe von Versuchen und Messungen durchgeführt wurden (s. die Tabelle). Die Versuchsanordnung war derart, daß 100 g Erde in flachen Porzellanschalen bei einer Schichthöhe von 3 mm unter einer Glasglocke mit den betr. Reagentien versetzt und dann mit kochendem, filtriertem Wasser ausgelaugt wurden; es wurde dabei darauf gesehen, daß der Wassergehalt der Versuchserde auf einem konstanten Niveau von etwa 20 % verblieb, da sonst die Reaktionen ausblieben, ebenso wie bei Verwendung tiefer Gefäße (*Erlenmeyer* usw.). Die Lauge färbte sich bei Zusatz von Diphenylaminschwefelsäure blau wegen der Anwesenheit von HNO_3 , d. h. Stickoxyde sind entwichen. Es ergibt sich aus der ganzen Versuchsanordnung, daß die schon nach kurzer Zeit eintretende Reaktion (Höhepunkt nach etwa drei bis vier Tagen) eine typische Oberflächenreaktion ist; der Verlust an zugesetztem NaNO_3 beträgt, wie auch aus der Tabelle ersichtlich, 70—80 %. Möglicherweise ist die ganze Reaktion durch Mitwirkung der an den Grenzflächen sich abspielenden kolloidchemischen Vorgänge zu erklären.

Schale Nr.	Behandlung	Ende des Versuchs wiedergefunden mg N			N-Verlust	Vom wieder- gefundenen (lösl.) N vorhanden als		Verlust vom zugeg. N	
		unlös.	lös.	Sa.		Organ. N mg	Nitr.-N mg	mg	%
1		67,53	12,89	80,42	26,15	3,25	9,64	23,25	70,7
2		68,01	22,53	90,54	16,03	4,46	18,07	14,82	45,0
3	100 g Erde +	68,73	18,92	87,65	18,92	6,87	12,05	20,84	68,3
4	10 ccm NaNO_3 -Lösung	67,77	18,92	86,69	19,88	1,45	17,46	15,42	46,9
5	N-Gehalt:	68,73	11,69	80,42	26,15	2,65	9,04	23,85	72,5
6	100 g Erde = 73,68 mg	68,49	24,94	93,43	13,14	3,86	21,08	11,81	35,9
7	10 ccm Lösung = 32,89 mg	68,73	20,12	88,85	17,72	2,05	18,07	14,82	45,0
8	Zus. 106,57 mg	68,97	32,17	101,14	5,43	3,25	29,92	2,97	9,0
9		69,46	22,53	91,99	14,58	3,25	19,28	13,61	41,4
10		68,73	31,57	100,30	6,27	3,25	28,32	4,57	13,9
11		68,49	18,92	86,81	19,76	3,25	15,07	17,82	54,2
12		68,01	32,17	100,18	6,39	3,25	28,92	3,97	12,1
13		67,77	19,52	87,29	19,28	3,25	16,27	16,62	50,5
14		69,22	—	—	—	3,25	—	—	—
15	100 g Erde + 0,9 g CaCO_3 +	68,40	29,76	98,16	8,41	2,05	27,71	5,18	15,7
16	10 ccm NaNO_3 -Lösung	67,92	29,16	96,45	10,12	3,86	25,30	7,59	23,1
17	N-Gehalt = 106,57 mg	68,01	18,92	86,93	19,64	3,86	15,06	17,83	54,2
18		68,49	28,56	97,05	4,52	3,25	25,31	7,58	23,1
19		67,29	17,11	84,40	22,17	3,25	13,86	19,03	57,9
20		68,73	13,50	82,23	24,34	3,25	10,25	22,64	68,8

einen Defekt ausströmendes Ammoniak nicht auf die Tennen gelangen kann. Ähnliches gilt auch für Rauchgase, welche durch ihren Ammoniakgehalt schädlich auf das Grünmalz wirken könnten. (*Zeitschr. f. d. gesamte Brauwesen*, 36. Jahrg., 1913, Nr. 29.) W.

Neue Beobachtungen über das Verhalten von Nitrat im Ackerboden teilte *Dr. J. Vogel* (Bromberg) auf der letzten Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Münster mit. Seinen Ausführungen in den

In erster Reihe sind diese neuen Beobachtungen natürlich in wissenschaftlicher Hinsicht interessant, da sie einen sehr willkommenen Beitrag zur Beleuchtung der chemischen Vorgänge im Ackerboden liefern, andererseits sind sie aber auch praktisch nicht ohne Bedeutung, da bei genügender Rücksichtnahme hierauf sich manche Fehlschläge bei der Salpeterdüngung verstehen und vermeiden lassen. Erwähnt möge noch werden, daß die von *Vogel* gefundenen N-Verluste bei allen Bodenarten nachgewiesen wurden. F.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

16. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Der Zuckerumsatz in der lebenden Zelle. Von *Prof. Dr. Carl Oppenheimer, Berlin-Grünwald*. S. 49.

Ueber eine alte Urzeugungstheorie in neuer Fassung. Von *Dr. Erwin Hirsch, Jena*. S. 52.

Ueber Gleichgewichte zwischen isomeren Stoffen. Von *Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.* S. 56.

Zur geologischen Erschließung der deutschen Kolonien in Afrika. Von *Privatdozent Dr. Edu. Hennig, Charlottenburg*. S. 61.

Abwehr des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien gegen die Angriffe seines Ausschußmitgliedes und wissenschaftlichen Mitarbeiters Prof. Dr. Steuer. S. 65.

Besprechungen. S. 66.

Astronomische Mitteilungen. S. 69.

Hygienische Mitteilungen. S. 70.

Technische Mitteilungen. S. 71.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Chemie der Zuckerindustrie.

Lehr- und Handbuch für Theoretiker und Praktiker.

Von

Ing. Oskar Wohryzek.

Chefchemiker.

Mit 17 Textfiguren.

In Leinwand gebunden Preis M. 20.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Im Sommer 1913 erschien:

Grundriß der Fermentmethoden

Ein Lehrbuch für Mediziner, Chemiker und Botaniker

Von Prof. Dr. Julius Wohlgemuth,

Assistent am Kgl. Pathologischen Institut der Universität Berlin.

Preis M. 10.—; in Leinwand gebunden M. 10.80.

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

In diesen Tagen erscheint:

Differentialdiagnose

anhand von 385 genau besprochenen Krankheitsfällen lehrbuchmäßig dargestellt

VON

Dr. Richard C. Cabot,

a. o. Professor der klinischen Medizin an der medizinischen Klinik der Harvard-Universität, Boston.

Deutsche Bearbeitung nach der zweiten Auflage des Originals von

Dr. H. Ziesché,

Primärarzt der inneren Abteilung des Josef-Krankenhauses zu Breslau.

Mit 199 Abbildungen.

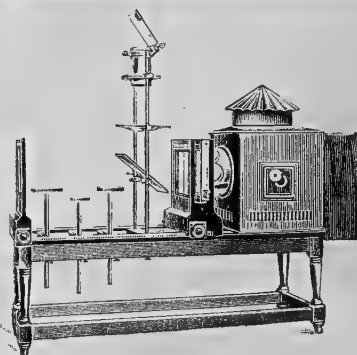
Preis M. 20.—; in Leinwand gebunden M. 21.60.

Neu! Neu! Neu!
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.



Projektions-Apparate
mit allem Zubehör

Laternbilder-Serien
aus allen Gebieten m. Vorträgen käuflich u. leihweise

Kataloge kostenlos

Unger & Hoffmann A.-G.
Dresden-A. 34

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite I–IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

16. Januar 1914.

Heft 3.

Der Zuckerumsatz in der lebenden Zelle.

Von Prof. Dr. Carl Oppenheimer,
Berlin-Grünwald.

Die hier in kurzen Worten wiederzugebenden neueren Untersuchungen über die Umsetzung der einfachsten Zuckerarten in den Zellen der verschiedenen Lebewesen sind nicht nur ganz allgemein vom physiologischen Standpunkt außerordentlich interessant, sondern führen uns auch einen beträchtlichen Schritt weiter auf dem seit einigen Jahrzehnten beschrittenen Wege der Anschauung, daß der Stoffwechsel bei allen lebenden Organismen in seinen wesentlichen Grundzügen völlig übereinstimmt, und daß die vorhandenen Unterschiede nur eine sekundäre Bedeutung besitzen.

Es ist noch nicht allzu lange her, daß man den drei Reichen der Lebewesen einen von Grund auf verschiedenen Chemismus ihres Protoplasmas zuschrieb. Um diese Vorstellungen auf ihre einfachste Formel zurückzuführen, so schrieb man den Tieren einen ganz vorwiegend spaltend-oxydativen Stoffwechsel zu, den Pflanzen umgekehrt einen synthetisch-reduktiven. Die Pflanze sollte so gut wie ausschließlich aus den einfachsten Grundstoffen, die ihr Luft und Boden darbieten, ihre komplizierten Zellbestandteile aufbauen, und das Tier nur die Funktion haben, diese komplizierten Stoffe durch Spaltung und Verbrennung mit Hilfe aufgenommenen Sauerstoffs wieder in jene einfachsten Bestandteile zurückzuzerlegen. Ganz abseits von dieser Zweiteilung in den tierischen und pflanzlichen Stoffwechsel stand nun aber jene außerordentlich komplizierte Gruppe von Stoffwechselercheinungen, die wir den niedersten Lebewesen, insbesondere den Pilzen und Bakterien zuschreiben müssen. Kurz gesagt, das Gebiet der *Gärungserscheinungen* im weitesten Sinne.

Die außerordentlich mannigfaltigen und allen möglichen Prinzipien folgenden chemischen Vorgänge in diesen einfachsten Organismen waren in dem Schema der Zweiteilung nicht unterzubringen und boten immer erneute Schwierigkeiten, so daß man an dieser natürlich sehr unvollkommenen Dreiteilung in pflanzlichen, tierischen und mikrobiellen Stoffwechsel festhalten mußte.

Es hat sich nun seit einer Reihe von Jahren gezeigt, daß überhaupt diese ganze prinzipielle Scheidung sich nicht aufrecht erhalten läßt. Zwar ist die Teilung in tierischen, also oxydativen, und pflanzlichen, also reduktiv-synthetischen Stoffwechsel dann berechtigt, wenn man

ihn nur zahlenmäßig betrachtet, also die Größe der Energieverschiebungen bei beiden großen Reichen allein betrachtet. Denn selbstverständlich überwiegt bei der Pflanze die synthetisch-reduktive Funktion, aus den einfachsten Stoffen des Bodens und der Luft ihre komplizierten Kohlehydrate, Eiweißkörper usw. usw. aufzubauen, bei weitem, während andererseits beim Tier der spaltend-oxydative Stoffwechsel, als dessen Endprodukte Kohlensäure, Wasser und Harnstoff entstehen, ebenso vorwiegend ist. Aber wir dürfen nicht verkennen, daß die Bedeutung der Zahl auch hier nicht überschätzt werden darf. Es können Stoffwechselvorgänge absolut lebensnotwendig und doch, an den umgesetzten Energiegrößen gemessen, zahlenmäßig unbedeutend sein.

Und in diesem Sinne läßt sich, wie gesagt, die Scheidung zwischen tierischem und pflanzlichem Stoffwechsel, wenn wir nur das Prinzipielle betrachten, durchaus nicht mehr aufrecht erhalten. Für das Tier sind seine zahlreichen synthetischen Vorgänge, in denen es sich sein eigenes Eiweiß jeder einzelnen Zelle, sein Glykogen, seine spezifischen Fette, und nicht zum mindesten auch seine spezifischen Lipoiden und Hormone aufbaut, genau ebenso wichtig, wie es für die Pflanze jene Energie liefernden Vorgänge sind, bei denen sie, genau wie die tierische Zelle, hochkomplizierte Stoffe unter Abbau und Oxydation zerlegt. Und schließlich tun auch die Mikroben nichts anderes, als daß sie zum Teil ihre Leibessubstanz in synthetischer und auch reduktiver Arbeit aufbauen und andererseits die zugeführten Nährstoffe in spaltend-oxydativem Stoffwechsel in die einfachsten Endprodukte überführen, um ihren Energiebedarf zu decken. Von der ganzen Unterscheidung bleiben also, wenn wir die prinzipiellen Dinge betrachten, überhaupt eigentlich nur zweierlei wichtige Reservatrechte für die Pflanze übrig. Erstens hat die grüne Pflanze ganz allein die Fähigkeit, mit Hilfe ihres Chlorophyllsystems die Kohlensäure der Luft zu Kohlehydraten zu assimilieren, und fernerhin herrschen in der Pflanze synthetische Kuppelungsvorgänge deswegen weit mehr als bei Tieren vor, weil die Pflanze über keine andere Möglichkeit verfügt, giftige Abbaustoffe ihres Stoffwechsels unschädlich zu machen. Das, was bei dem Tiere die Ausscheidung durch die Niere leistet, nämlich solche schädlichen Stoffe zu entgiften und zu eliminieren, kann bei der Pflanze nur dadurch geschehen, daß sie die osmotisch giftigen oder sonst giftigen Stoffe durch Synthese in unlösliche und ungiftige Produkte überführt, die sie dann in ihren Zellen ablagern kann. Daß

im übrigen Unterschiede sekundärer Art, aber nicht prinzipieller Natur selbstverständlich aufzufinden sind, braucht weiter keiner Erwähnung, macht aber im übrigen auch keinen durchgreifenden Unterschied zwischen den Organismen der drei Reiche aus, denn es ist ja heute eine festgestellte Tatsache, daß jede Art und womöglich jedes Individuum über einen ganz spezifischen Zellstoffwechsel verfügt.

Wir nähern uns also immer mehr der Überzeugung, daß die prinzipiell wichtigen Stoffwechselvorgänge in allen lebenden Zellen auf einer gemeinsamen Basis beruhen und sich nur, von dieser allgemeinen Basis ausgehend, durch Anpassung differenziert haben. Für diese Ansicht nun ist, wie bereits einleitend erwähnt, das Studium des *Umsatzes der einfachsten Zucker* in den lebenden Zellen von sehr großer Bedeutung, da sich hier zum großen Teil schon experimentell und mit Hilfe einiger gut gestützter Hypothesen ein Bild entrollen läßt, das eine fast völlige Übereinstimmung des Zuckerabbaues in den Zellen der Tiere, der Pflanzen und der Mikroben ergibt.

Nicht als ob etwa diese grundlegenden Ähnlichkeiten im Stoffwechsel sämtlicher lebenden Zellen nicht auch bei den übrigen chemischen Umsetzungen zu konstatieren wären. Bei den Eiweißkörpern wissen wir ebenfalls mit völliger Sicherheit, daß zum mindesten die ersten Vorgänge des Umsatzes der Eiweißkörper, nämlich ihre vollkommene Zerspaltung in Aminosäuren, und als zweiter Akt deren Desaminierung sich in allen lebenden Zellen prinzipiell gleichartig vollziehen. Ebenso scheint es auch bei dem Umsatz der Lipide und Nukleine zu sein, wenn wir darüber auch noch nicht überall genaue Vergleichskenntnisse besitzen. Der Umsatz der Zucker bietet nur deswegen das interessanteste Beispiel, weil gerade bei den Zuckern die früher geltende Ansicht für die Mikroorganismen einen total differenten Stoffwechsel von dem der höheren Tiere annahm. Denn die Gärungserscheinungen, die man, wie gesagt, früher vollkommen von dem Stoffwechsel der höheren Lebewesen absonderte, sind ja, prinzipiell betrachtet, nichts anderes, als Umsetzungen der einfacheren Kohlehydrate, wobei je nach den Bedingungen und der Art der Mikroben vor allen Dingen *Alkohol* und *Kohlensäure*, daneben aber auch noch andere Stoffe, wie *Milchsäure*, *Buttersäure* usw. usw. entstehen. Und außerdem ist insofern ihre Kenntnis ein durchaus zentrales Problem der Stoffwechsellehre, weil wir mit Sicherheit annehmen können, daß die Umsetzungen der Zucker die wichtigste Quelle für die Energieleistungen der lebenden Zelle sind; und es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß die vielfach verbreitete Meinung im Recht ist, daß überhaupt schließlich für die Leistung von Arbeitsenergie für die Zelle *nur* die Zucker selbst oder ähnliche, ihnen nahe stehende Stoffe in Betracht kommen, daß alle übrigen zu Energiezwecken verwendeten Nährstoffe, also die Fette und die stick-

stofffrei gemachten Bruchstücke der Eiweißkörper erst in präliminaren chemischen Umwandlungen in zuckerähnliche Stoffe übergehen müssen, ehe sie zu energetischen Leistungen der Zelle herangezogen werden können.

Es ist nun die Vereinigung des Problems, die Erkenntnis, daß die Zuckerzerstörung prinzipiell überall in ähnlichen Bahnen verläuft, von zwei so differenten Enden her zusammengekommen, daß man es vor wenigen Jahren noch nicht für möglich gehalten hätte. Auf der einen Seite hatte man sich schon seit langer Zeit intensiv mit dem Studium der Gärungserscheinungen beschäftigt und dabei eben konstatiert, daß auf Kosten der Kohlehydrate die verschiedenen Hefen, Bakterien, Schimmelpilze usw. eine außerordentlich große Zahl der verschiedenartigsten chemischen Substanzen unter den verschiedenartigsten chemischen Mischungen bilden können, so daß es fast unmöglich erschien, hier einigermaßen sichere Regeln für diese anscheinend unüberschbaren chemischen Umwandlungen zu finden. Freilich erkannte man dann doch natürlich sehr bald, daß in dem unübersichtlichen Rudel aller möglichen chemischen Stoffe doch immer drei Stoffe sozusagen als Leitfossilien hindurchgehen, nämlich Äthylalkohol, Kohlensäure und Milchsäure. Es mag wohl kaum irgendeine bakterielle oder Gärungsumwandlung geben, wo nicht zum mindesten zwei von diesen drei Hauptstoffen entstehen. So läßt sich denn für unsere prinzipielle Betrachtung das Problem der Gärungserscheinungen schon insofern etwas einengen, als wir im wesentlichen nur mit diesen drei Stoffen zu rechnen haben, alle übrigen in geringerer Menge und nur unter bestimmten Bedingungen entstehenden Stoffe als sekundär wichtig beiseite lassen können. Dies wird noch durch den Umstand unterstützt, daß man tatsächlich hat nachweisen können, daß einige der wichtigeren Nebenprodukte, die man früher als ebenfalls auf Kosten der Zucker gebildet sich vorstellte, nicht auf Kosten der einfachen Zucker, sondern anderer Stoffe, wie z. B. der abgebauten Eiweißkörper usw., entstehen. Dies gilt z. B. für die bekannten Fuselöle, die Nebenprodukte der Hefengärung, die aus den Aminosäuren durch sogenannte alkoholische Gärung der gilt z. B. für die bekannten Fuselöle, die Neben-sächlichkeiten wollen wir, wie gesagt, fortan ganz absehen und als die Hauptprodukte der mikrobiellen Gärung Alkohol, Kohlensäure und Milchsäure betrachten.

Von einer ganz anderen Seite her kam man zu dem Studium der Zuckerumsetzungen in der *tierischen* Zelle. Die Zuckerumsetzungen in der Zelle der höheren Pflanzen wollen wir zunächst noch beiseite lassen, da diese überhaupt früher sehr wenig untersucht worden sind und erst größeres Interesse erlangten, als überhaupt das Thema der Gleichartigkeit auf das Tapet gekommen war. Wir können hier schon vorausschicken, daß der Zuckerstoffwechsel der höheren Pflanzen-

zellen im wesentlichen dem der tierischen Zelle nahe kommt und sich nur durch einige wieder mehr den niederen Organismen verwandte Züge davon unterscheidet. Von dem Zuckerstoffwechsel der tierischen Zelle wußte man nun jahrzehntelang überhaupt nichts weiter, als daß der Zucker hier als Energielieferant dienen muß und bei diesem Prozeß schließlich in Kohlensäure und Wasser vollkommen verbrannt werden muß. Daneben hatte man noch einige unklare Vorstellungen von Nebenwegen, die sich beim Abbau der Zucker bisweilen einstellen können, wie z. B. die Entstehung der Glykuronsäure, deren Bildung im speziellen übrigens heute noch nicht aufgeklärt ist. Mit welchen Mitteln aber und auf welchen Wegen schließlich diese restlose Zertrümmerung des Traubenzuckermoleküles in der Zelle erreicht wird, davon hatte man auch nicht die geringste Vorstellung. Den ersten Schritt in dieses unbekannte Land tat in den siebziger Jahren der große französische Physiologe *Claude Bernard*, der die Beobachtung machte, daß frisches Blut Zucker enthält, daß dieser aber nach einigen Stunden unter der Einwirkung einer zuckerzerstörenden Kraft des Blutes verschwindet. Hier hatte man zum ersten Male die Möglichkeit vor sich gesehen, dem Abbau des Zuckers in einer vitalen Flüssigkeit, aber doch losgetrennt von den Geheimnissen der lebenden Zelle zu beobachten. Diese Entdeckung, an die man so große Hoffnungen geknüpft hatte, blieb aber trotzdem noch fast ein Menschenalter hindurch steril. Zwar war man schnell bei der Hand, die zuckerzerstörende Kraft des Blutes als ein Ferment, als das *glykolytische Ferment* zu bezeichnen, und hatte es sogar in vor-schneller Verallgemeinerung den oxydierenden Fermenten der Körperzellen gleich gestellt, aber es erwies sich als unmöglich, irgend etwas Näheres über die Herkunft dieses Fermentes, über die Art und Weise, wie es den Zucker angreift, und über die chemischen Produkte, die es aus dem Zucker bildet, herauszubekommen. Die sehr große Arbeitssumme, die in den achtziger und neunziger Jahren an das glykolytische Ferment verschwendet wurde, brachte im Grunde genommen nichts weiter heraus, als daß es jedenfalls wohl mit den oxydierenden Fermenten des Körpers, mit den echten Oxydasen nichts zu schaffen hat.

Dieses Problem konnte erst gefördert werden, als nunmehr von der anderen Seite her, von der Gärungslehre, ein gewaltiger Anstoß erfolgte. Es war die folgenschwere Entdeckung *Eduard Buchners* (1897), daß die Hefezelle nicht auf Grund eines geheimnisvollen vitalen Mechanismus die Zucker in Alkohol und Kohlensäure umsetzt, sondern daß sie zu diesem Zwecke ein Ferment produziert, die sogenannte *Zymase Buchners*, welche durch Anwendung besonderer Technik aus der lebensfrischen Zelle herauszubekommen ist, dann losgetrennt von dieser lebenden Zelle wie jedes andere lösliche Ferment seine spezifische Wirkung entfaltet. Die theoretische Bedeutung

dieser Entdeckung war eine ungeheure. Denn, wenn es ein Ferment ist, das die Zerlegung von Zucker in Alkohol und Kohlensäure bewirkt, so war es natürlich viel eher wahrscheinlich, daß auch andere Zellen eine solche ähnliche Leistung durch ein Ferment bewirken könnten, als es vorher angesehen werden mußte, wo man diese Tätigkeit der Hefezelle allein zuzuschreiben hatte. Es wurde nunmehr eifrig auch in den verschiedenen Organen tierischer Körper und im Blute nach Fermenten gesucht, ähnlich der *Buchnerschen Zymase*, nach Fermenten, welche entweder wirklich Alkohol und Kohlensäure bilden, oder wenigstens den zuerst von *Buchner* angenommenen Zwischenstoff, die Milchsäure, aus dem Zucker erzeugen können. Denn daß die Milchsäure als solche ständig im Tierkörper vorkommt, und namentlich nach Muskelarbeit in den Muskeln nachzuweisen ist, ist eine längst bekannte Tatsache. Und es lag nahe, diese Milchsäurebildung auf die Kohlehydrate zu beziehen, wenngleich ein absolut exakter Beweis dafür, daß die Milchsäure aus Kohlehydraten und nicht aus den Eiweißabbauprodukten entstehe, damals nicht geführt werden konnte. Bei dieser Flut von mühseligen Arbeiten, die sich über die neunziger Jahre erstreckten, ist relativ bis auf die allerjüngste Zeit außerordentlich wenig herausgekommen. Außer experimentellen und theoretischen Schwierigkeiten trug noch zur weiteren Komplikation der Fragestellung bei, daß sich in die Erörterung über den normalen Zuckerabbau in der lebenden tierischen Zelle unvermeidlich die Diskussion der *Störungen* des Zuckerabbaus bei der Zuckerkrankheit und bei dem dieser Krankheit ähnlichen Zustande nach Entfernung der Bauchspeicheldrüse einmengen mußte. So wurde denn in dieser Zeit von den zahlreichen sich aufdrängenden Fragen auch nicht eine einzige wirklich restlos und zur Zufriedenheit gelöst. Diese Fragen sind, wenn wir alle Nebendinge weglassen, folgende:

1. Gibt es überhaupt in den lebenden Zellen das sogenannte glykolytische Ferment, das also Zucker irgendwie angreift und zum Abbau vorbereitet?
2. Welche chemischen Stoffe entstehen bei der Wirkung dieses supponierten Fermentes?
3. Gelingt es, dieses Ferment mit irgend einer Methode aus der lebenden oder überlebenden Zelle herauszubekommen und in rein chemischer Wirkung zu demonstrieren?
4. Welcher Art sind die Störungen, die sich beim natürlichen Diabetes und nach der Exstirpation des Pankreas herausbilden?
5. In welcher Art wirkt das Pankreas regulierend auf die Zuckerverbrennung in den Zellen anderer Organe ein?

Alle diese Fragen blieben zunächst vollkommen in der Schwebe, bis es wieder einmal einem Forscher gelang, einen neuen, frischen Zug in die Diskussion zu bringen. Dieser ging von der Untersuchung des Zuckerabbaues in der Zelle höherer

Pflanzen aus, die damit zum erstenmal wirksam in die Debatte eingriff. *Julius Stoklasa* gelang es nämlich, aus den Zellen höherer Pflanzen durch ein Verfahren, das dem Buchnerschen im Prinzip durchaus analog war, ein Ferment zu gewinnen und in reiner Form zu erhalten, das nunmehr genau dieselben Wirkungen entfaltet, wie es die Buchnersche Hefenzymase tut, also aus zugesetztem Traubenzucker Alkohol und Kohlensäure und daneben in reichlicher Menge Milchsäure bildet. Die Stoklasaschen Befunde für höhere Pflanzen sind außerordentlich oft nachgeprüft und in vollem Umfange bestätigt worden. Es unterliegt danach gar keinem Zweifel mehr, daß die Zelle höherer Pflanzen ein Ferment besitzt, das ganz analog der Hefenzymase arbeitet und das die Pflanzenzelle bei Abschluß des atmosphärischen Sauerstoffes auch tatsächlich aus zugesetztem oder in ihr enthaltenem Zucker Milchsäure, Alkohol und Kohlensäure bildet, also die typischen Repräsentanten des mikrobiellen Stoffwechsels reproduziert.

Stoklasa hatte dann auch dieselben Versuche auf tierische Organe ausgedehnt und genau dieselben Ergebnisse bekommen. Nach seiner Darlegung enthalten also auch alle tierischen Zellen genau dasselbe Ferment, das Alkohol und Kohlensäure sowie Milchsäure bildet und diese Stoffe bei Luftabschluß aus Zucker erzeugen kann. Indessen konnten diese Resultate *Stoklasas*, soweit sie die tierischen Zellen betreffen, von den allermeisten Forschern nicht bestätigt werden und sind jedenfalls nicht so schlagend, daß damit nun das Problem des Zuckerumsatzes in der tierischen Zelle auch nur insoweit gelöst erscheinen könnte, als man wenigstens das Ferment besitzt, das diese Umwandlung vollzieht. Auch danach blieb also immer noch das Wesen der Glykolyse und die Bedeutung des Pankreas für alle diese Vorgänge vollkommen in Dunkel gehüllt. Aber selbst wenn man die Existenz dieses Fermentes zugab und zugab, daß es auch in tierischen Zellen vorhanden wäre, so blieb damit immer noch das Haupt- und Kernproblem unangegriffen, auf welchem chemischen Wege denn nun eigentlich der Traubenzucker schließlich in Milchsäure, Alkohol und Kohlensäure übergeht. Das einzige, was man in dieser Hinsicht mit einiger Sicherheit bereits hatte konstatieren können, war die Tatsache, daß die gewöhnlichen, oxydierenden Fermente der tierischen und pflanzlichen Zelle, die sogenannten *Oxydasen*, den Traubenzucker absolut nicht angreifen, daß also jedenfalls der erste Akt dieses Vorganges keine Oxydation sein konnte, sondern ein Vorgang ganz anderer Art.

Um schließlich diesem Zentralproblem zu Leibe zu gehen, mußte die Hilfe wiederum von der Untersuchung der Gärungserscheinungen ausgehen. *Buchner* hat sofort nach der Entdeckung seiner Zymase im Verlaufe seiner Untersuchungen die Vermutung ausgesprochen, daß die Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure

nicht in der einfachen Form vor sich gehen könne, wie es die alte Formel



ausdrückt, sondern daß hier vielmehr eine kombinierte, in mehreren Etappen verlaufende chemische Reaktion vor sich gehen müßte, daß also, um es anders auszudrücken, zwischen dem Zucker einerseits und dem Alkohol, der Kohlensäure andererseits bestimmte Zwischenprodukte auf dem Wege liegen müssen, die es nun aufzudecken galt. Bei der zweifellosen Rolle, welche die Milchsäurebildung sowohl in mikrobiellen Prozessen, wie auch im Abbau in der Zelle der Tiere und Pflanzen spielt, war es selbstverständlich das Naheiegendste, zunächst auf sie als supponierten Zwischenkörper zurückzugreifen. In der Tat haben *Buchner* und nach ihm *Stoklasa* zunächst die Milchsäure als Zwischenprodukt aufgestellt und den Vorgang also derartig beschrieben, daß die Zymase aus zwei Fermenten bestehen sollte, von denen das eine, die eigentliche Zymase, den Zucker zunächst in Milchsäure überführen sollte, während ein zweites, mit verschiedenen Namen benanntes Ferment nunmehr die Milchsäure weiter in Alkohol und Kohlensäure spalten sollte. Indessen brach diese Vermutung bald in sich zusammen, als *Buchner* selbst und andere nachweisen konnten, daß die Milchsäure von lebenden Hefen absolut unangreifbar ist, daß sie also als Zwischenprodukt nicht in Betracht kommen kann. Man suchte deshalb nach anderen Stoffen, die dem Zucker insofern chemisch nahe stehen, als man sie sich ohne gedankliche und experimentelle Schwierigkeiten als aus dem Zucker durch Abbau entstehend vorstellen konnte. Als solche Stoffe boten sich ohne weiteres drei dar, die in nahen genetischen Beziehungen zum Traubenzucker stehen:

Glycerinaldehyd $CH_2OH \cdot CHOH \cdot CH_2O$,
Dioxyaceton $CH_2OH \cdot CO \cdot CH_2OH$ und
Methylglyoxal $CH_3 \cdot CO \cdot CHO$.

Indessen ergab zunächst auch die Untersuchung dieser Stoffe nichts Entscheidendes. Man konnte sich bei allen dreien nicht darüber klar werden; ob sie wirklich von der lebenden Hefe angegriffen und weiter verändert werden können, resp. ob diese Veränderung tatsächlich einer Spaltung des Zuckers gleich kommt, oder ob hier ganz andere, zum Teil rückläufig synthetische chemische Prozesse intervenieren. Trotz eifrigster chemischer Untersuchung rückte also die Frage der Zwischenprodukte, die sich bei der Zymasewirkung einstellen, nur wenig vom Fleck.

(Schluß folgt.)

Über eine alte Urzeugungstheorie in neuer Fassung.

Von Dr. Erwin Hirsch,

Assistent am Zoologischen Institut Jena.

Eine kürzlich in Paris bei *Rousset* erschienene Schrift von Dr. H. Grasset, betitelt: „Étude historique

et critique sur les Générations spontanées et l'Hétérogénie" veranlaßt die folgenden Ausführungen; denn es ist eine Arbeit, die bei der wissenschaftlichen Einkleidung der darin behandelten Fragen nicht unbeachtet bleiben darf und doch den schärfsten Widerspruch hervorrufen muß.

Es handelt sich, wie der Titel besagt, um das Problem der Entstehung des Lebens. *Grasset* definiert zunächst drei Entstehungsmöglichkeiten: 1. die Abiogenese, Archebiose oder Urzeugung, das ist die Entstehung belebter Substanz ohne Eltern aus vorher unbelebter, anorganischer Materie; 2. die Heterogenie oder Erzeugung von Leben ohne Eltern aus vorher bestehender, lebender organischer Substanz, und 3. die Homogenese, die Elterzeugung, also Entstehung des Lebens auf rein geschlechtlichem Wege; diese letzte kommt bei unseren Betrachtungen nicht in Frage.

Es sei von vornherein bemerkt, daß der Ausdruck „Hétérogénie“ zum mindesten sehr unglücklich gewählt ist, da heute die Bezeichnung „Heterogenie“ etwas ganz anderes besagt; ja, man kann sogar sagen, daß seine Anwendung unberechtigt ist, wie wir in folgendem zeigen werden. *Grasset* gibt an, der Ausdruck stamme von *Burdach*. Wir finden bei *Burdach*¹⁾ in der Tat den Ausdruck: Generatio heterogenea. Er steht dort aber in der gleichen Reihe mit der Generatio spontanea, aequivoca und andern Ausdrücken für den Begriff Urzeugung. Diese definiert *Burdach* als „Entstehung eines lebenden Wesens, welche nicht von Individuen derselben Art (und) Stoff [und]“²⁾ Anlaß nimmt, vielmehr von Körpern anderer Art ausgeht und durch das Zusammenwirken anderer Verhältnisse veranlaßt wird. Sie ist die Entstehung eines neuen, elternlosen Wesens, also eine ursprüngliche Zeugung oder eine Schöpfung.“ Die Unterscheidung, die *Grasset* zwischen Urzeugung und „Hétérogénie“ macht, findet sich also bei *Burdach* nicht. Wir müssen daher feststellen, daß im Sinne der Grassetschen Definition eine Priorität *Burdachs* nicht besteht. Der heute in der Zoologie gebräuchliche Ausdruck „Heterogenie“ für eine bestimmte Art des Generationswechsels stammt von *Leuckart*. In seinem Artikel „Zeugung“ in *Wagners* Handwörterbuch der Physiologie (Bd. IV 1853) faßt er zwei verschiedene Arten des Generationswechsels unter der Bezeichnung „Metagenesis“ zusammen. Einer Arbeit von *Taschenberg*³⁾ entnehmen wir, daß *Leuckart* in seinen Vorlesungen bereits den Ausdruck „Heterogenesis“ in dem jetzt gebräuchlichen Sinne verwandte; es liegt auf der Hand, daß er nur als Gegenstück zu der Bezeichnung „Metagenesis“ geprägt wurde und mit der alten Anschauung über Generatio heterogenea nichts zu tun hat. Einen anderen Begriff legte *Kölliker*⁴⁾ dem Ausdruck zugrunde: Im Gegensatz zu der Darwinschen Lehre stellte er die Theorie der „heterogenen Zeugung“ auf, die besagt, „daß unter dem Einflusse eines allgemeinen Entwicklungsgesetzes die Geschöpfe aus von ihnen gezeugten Keimen andere abweichende hervorbringen“. Von den verschiedenen Definitionen des Wortes hat sich nur die Leuckartsche Form erhalten und so gut eingebürgert, daß gar keine

Veranlassung dazu vorliegt, von ihr wieder abzugehen, um so mehr, als *Grasset*, wie wir gezeigt haben, nicht einmal eine Priorität für *Burdach* in Anspruch nehmen kann. Dieser Versuch, eine von seiner ursprünglichen Bedeutung neu abgeleitete zur Geltung zu bringen, kann daher nur auf das schärfste bekämpft werden. Wenn wir bei der weiteren Betrachtung diese Bezeichnung trotzdem anwenden, geschieht das einmal nur, um einen Unterschied gegen den Begriff „Urzeugung“ zu gewinnen, und dann, weil es nicht lohnend erscheint, für diese wohl etwas zweifelhafte Theorie einen neuen Ausdruck zu prägen.

Folgen wir nun dem französischen Forscher in der Entwicklungsgeschichte dieses Problems der Entstehung des Lebens, so finden wir, daß er selber keinen scharfen Unterschied zwischen den beiden Modi gemacht hat, und später, wo eine wirkliche Urzeugungslehre neben die Theorie der „Hétérogénie“ trat, behandelt er nur die letztere. Wir finden bei den alten Ägyptern, bei denen *Grasset* seine Darstellungen beginnt, sowie bei allen späteren Philosophen bis *Aristoteles* noch einen unverfälschten Glauben an die Urzeugung; die Vorstellungen sind freilich noch sehr naiv. So lehrte *Aristoteles* z. B., daß Insekten, Fische, ja selbst Amphibien aus dem Schlamm entstehen könnten. Freilich unterlegte er dieser Theorie einen philosophischen Gedanken, der sie von älteren und z. T. auch von jüngeren Urzeugungslehren unterscheidet und nach seiner Auffassung in gewisser Weise als logisches Postulat erscheinen läßt¹⁾. Diesem Glauben wurde hauptsächlich durch Untersuchungen von *Redi*²⁾ und *Swammerdam*³⁾ über die Entstehung der Insekten ein Ende bereitet. Aber damit wurde die Meinung, der selbst *Swammerdam* noch anhing, nicht erschüttert, daß die Eingeweidewürmer aus den tierischen Körpern oder sogar aus deren Leichen entstehen könnten. Es dürfte dies wohl das krassste Beispiel für eine „Hétérogénie“ im Sinne *Grassets* darstellen. Die Erkenntnis eines *Harvey*, die sich in dem bekannten Axiom: „omne vivum ex ovo“ zusammenfaßt, machte eine derartige Auffassung zum mindesten zweifelhaft.

Mit der Entdeckung des Mikroskops nahm die Zoologie einen gewaltigen Aufschwung. *Leeuwenhoek* beschrieb als erster die Infusorien, und je besser sie bekannt wurden, um so mehr gewann an ihnen die Theorie der Urzeugung, oder sagen wir nach der Definition *Grassets* der „Hétérogénie“ neuen Boden. So traten *Needham*, *Buffon* und *Oken* für diese Auffassung ein. *Spallanzani* und andere widerlegten sie durch exakte Versuche, indem sie zeigten, daß bei Luftabschluß und nach „Reinigung durch Feuer“ (*Spallanzani*⁴⁾) keine Infusorien zur Entwicklung kämen. Die Meinungsverschiedenheiten über diesen Punkt blieben noch ein Jahrhundert lang bestehen; man faßte diese Entwicklungsmöglichkeit lediglich biologisch auf und stritt darüber auch nur, wie über ein biologisches Phänomen. Dagegen wurde für die sogenannten Entozoen (Entoparasiten) erst im 19. Jahrhundert durch die Untersuchungen von *Siebold*, *Leuckart* und *Küchenmeister* die Gültigkeit des Harveyschen Satzes dargestellt.

¹⁾ *Burdach*, K. F., Die Physiologie als Erfahrungswissenschaft, Leipzig 1826, Bd. I, § 7.

²⁾ Das Wort „und“ steht im Original an falscher Stelle.

³⁾ *Taschenberg*, O., Historische Entwicklung der Lehre von der Parthenogenesis. Abhdlg. d. natf. Ges. Halle Bd. XVII, 1892. (S. 412, Fußnote 1.)

⁴⁾ *Kölliker*, A. v., Über die Darwinsche Schöpfungstheorie. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. XIV, 1864.

¹⁾ Vgl. dazu: *Rádl*, E., Geschichte der Biologischen Theorien, Bd. I, Leipzig 1913.

²⁾ *Redi*, F., Esperienze intorno alla generazione degli insetti. Florenz 1668.

³⁾ *Swammerdam*, Biblia naturae sive historia insectorum. . . . Leyden 1737, deutsch Leipzig 1752.

⁴⁾ Zitiert nach *Grasset*.

Je weiter die „Heterogenisten“ durch die mikroskopischen Studien aus ihren Stellungen verdrängt wurden, um so kleiner wurden die Objekte, die sie zum Beweise für ihre Anschauungen mit Beschlag belegten. Ausgangs der fünfziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nahm der Kampf noch einmal größeren Umfang an, als *Pouchet* behauptete, Bakterien und andere Mikroorganismen, so z. B. Hefepilze, künstlich erzeugen zu können. Die Akademie zu Paris setzte einen Preis auf die Klärung dieses Problems und *Pasteur* lieferte den strikten Gegenbeweis. Durch seine Methode der Sterilisierung konnte nun auch für die Protozoen die alte Urzeugungslehre vollständig widerlegt werden.

Bis zu diesem Punkte, also etwa dem ersten Drittel, wird man dem Buch, das eine historisch-kritische Studie darstellen soll, diese Bezeichnung nicht absprechen können und es auch als wissenschaftlich gelten lassen. Jedoch von hier an ist die Darstellung, zunächst des Streites zwischen *Pasteur* auf der einen und *Pouchet* mit seiner Schule auf der andern Seite, und fernerhin auch die Besprechung der modernen Anschauungen über das vorliegende Problem, in einer Weise tendenziös gehalten, zugunsten der heterogenistischen Richtung, daß die Arbeit jegliches Anrecht auf Wissenschaftlichkeit verliert; denn von einer wissenschaftlichen Kritik müssen wir die größtmögliche Objektivität verlangen.

Die Gestalt *Pasteurs* erscheint nach der Schilderung *Grassets* im ungünstigsten Lichte, *Pasteur* selber als ein Heißsporn und Grobian, ja fast als Ignorant, die Akademie als eine voreingenommene Zensurbehörde, die nur im Sinne einmal gefaßter, dem Kreis ihrer Mitglieder entstammender Meinungen urteilt. So wird ihr z. B. zum Vorwurf gemacht, sie habe eine wissenschaftliche Kommission zur Entscheidung in dem Streit zwischen *Pasteur* und *Pouchet* von vornherein so zusammengesetzt, daß das Urteil zugunsten des Akademiemitgliedes *Pasteur* ausfallen mußte. Interessant ist ein Schlaglicht, das auf die Macht und die Intoleranz des Klerus in den letzten Jahren des Kaiserreichs geworfen wird, jedoch könnte hier vielleicht auch der Einwand der Parteilichkeit des Darstellers gemacht werden.

Des weiteren schildert uns *Grasset* in großer Breite alle Phasen dieses etwa 1½ Jahrzehnte in Frankreich währenden Kampfes, den wir nicht näher verfolgen wollen. Keine Zeile dieser „historisch-kritischen Studie“ macht es uns verständlich, weswegen die Fortschritte, die die deutsche Forschung in der Frage der Urzeugung in der Zwischenzeit gemacht hatte, in Frankreich so völlig übersehen werden konnten. In Deutschland hatte *Remak*¹⁾ bereits 1852 die Meinung ausgesprochen, daß alle Zellen durch Teilung voneinander abstammten, und hatte den Satz „omne vivum ex vivo“ auch auf die Gewebelehre bezogen. Er leugnete damit die ältere Auffassung von der freien Zellbildung aus einem ungeformten Keimstoff (die Cytoblastentheorie von *Schleiden*), die noch von *Schwann* vertreten wurde, und ebenfalls eine Urzeugungstheorie darstellt. Den Todesstoß gab dieser Lehre vollends *Virchows* Zellulärpathologie²⁾, die im Jahre 1858 erschien. Das ihr entnommene Schlagwort: „omnis cellula e cellula“ wurde zur Arbeitshypothese und zum

Angelpunkt aller unserer Anschauungen, seien sie histologisch oder entwicklungsgeschichtlich.

Mit Hilfe der fortschreitenden Technik hat sich der Satz in vollstem Umfange bestätigen lassen, so daß wir getrost aussprechen können, daß nirgends innerhalb der Grenzen unseres Wissens eine Urzeugung stattfindet; stets läßt sich das Individuum in seiner Gesamtheit von einem andern, oder in seinen Elementen, den Zellen, von einer einzigen Zelle, dem Ei, ableiten. So hat uns auch die Protistenforschung ergeben, daß jede Amöbe, die in einer Infusion auftritt, aus einer, von einer anderen Amöbe gebildeten, Cyste stammt, daß Bakterien in Sporenform im Staube leben, bis sie auf einen günstigen Nährboden fallen und dort sich entwickeln.

Diesen Anschauungen, die freilich mit keinem Wort erwähnt werden, stellt *Grasset* eine Theorie eines sonst nicht eben sehr bekannten französischen Forschers namens *Béchamp* gegenüber. Dieser lehrte, das „Microzyma“ sei der Elementarbestandteil, und aus diesen kleinsten Partikeln setzen sich die Zellen und die Gewebe zusammen. Die „Microzymata“ sollen auch imstande sein, im lebenden wie im toten Gewebe Alkohol zu erzeugen, würden also auch für die Gärungserscheinungen verantwortlich gemacht werden können. Dabei sollen sie auch die Fähigkeit haben, nach dem Zerfall einer Zelle in anderer Kombination zur Bildung einer neuen Zelle, sei es nun ein Bakterium oder ein Infusor, zusammenzutreten. *Grasset* faßt diese „Microzymata“ als „molécule vivante“ und führt darauf die „Hétérogénie“ zurück.

Allerdings scheint nach der neueren Forschung der Histologen, die von der Teilkörperlehre *Wiesners* ausgegangen ist, die Zelle in der Tat aus kleinsten Elementen, den Protomeren, wie sie *Heidenhain*¹⁾ nennt, zusammengesetzt zu sein. Jedoch stellen die Histologen diese Protomeren ebenso wie die Zellen, die aus ihnen aufgebaut werden, unter das Axiom: „omne vivum ex vivo“.

Gerade in dieser Auffassung liegt der einschneidende Unterschied gegen die Ansicht *Béchamps* nach der Darstellung *Grassets*. In einer ausführlicheren Darlegung seiner Protomerentheorie stellt *Heidenhain*²⁾ fest, daß die Protomeren zur lebendigen Masse gehören und deren Eigenschaften teilen. Für uns kommen hier als hauptsächlichste Charakteristika derselben der Stoffwechsel und die Fortpflanzung in Betracht.

Der Stoffwechsel besteht aus Aufbau und Abbau der Substanz, die Substanz stirbt. Nach *Béchamp* (*Grasset*) müßte sie unsterblich sein, wenn wir die etwas verschwommene Schilderung *Grassets* richtig verstanden haben. Ein zweites wichtiges Moment ist die Fortpflanzung und, was mit ihr untrennbar verbunden ist, die Vererbung; jedes Protomer vererbt also seinen Formwert und kann nicht, wie nach *Béchamp*, einmal eine Gewbezelle und das andere Mal ein Bakter aufbauen.

Wenn *Béchamp* seine „Microzymata“ nur als „molécule vivante“ aufgefaßt wissen will, und wenn sie, wie *Grasset* schreibt, „je nach den umgebenden Bedingungen — im günstigen Falle — Veranlassung geben können zur Entstehung der Zellen, der Leukozyten, —

¹⁾ *Remak*, Über extrazelluläre Entstehung tierischer Zellen und über Vermehrung derselben durch Teilung. Müllers Arch. 1852.

²⁾ *Virchow*, R., Die Zellulärpathologie in ihrer Begründung auf physiologische und pathologische Gewebelehre. Berlin 1858.

¹⁾ *Heidenhain*, M., Über Zwillings-, Drillings- und Vierlingsbildungen der Dünndarmzotten, ein Beitrag zur Teilkörperlehre. Anat. Anz. Bd. 40, 1912.

²⁾ *Heidenhain*, M., Plasma und Zelle. Handb. d. Anat. d. Menschen, herausgegeben von K. v. Bardeleben. Jena 1907 und 1911.

im andern Falle — der Entwicklung der Microzymata zu Bakterien“, dann stellt diese Theorie nur einen etwas verschleierte Rückfall in die alte, längst überwundene Schleidensche Cytoblastemtheorie dar. Sollen die „Microzymata“ aber als lebende Elementar-Struktur-Teile aufgefaßt werden, so müssen wir nach den Forderungen, die wir heute zur Erfüllung des Begriffes „lebend“ an die Substanz stellen, von ihnen erwarten, daß sie den einmal angenommenen Formwert auch auf die durch Teilung aus ihnen hervorgegangenen „Microzymata“ vererben. Sie können aber dann nicht einmal Leukozyten und das andere Mal Bakterien bilden.

Wir dürfen wohl annehmen, mit diesen Ausführungen die Hauptstütze der „Hétérogénie“ Grassets abgetan zu haben.

Nun streift Grasset auch Versuche, die er selbst angestellt hat, um zu beweisen, daß nach Sterilisierung und trotz Luftabschlusses z. B. in Früchten eine Gärung stattfinden kann. Allerdings wird von diesen Versuchen nur nebenbei erzählt, und es ist nicht zu sehen, ob Grasset großes Gewicht auf sie legt, aber sollte er es tun, so muß doch darauf hingewiesen werden, daß er bei seiner Schilderung dem Einwand, nicht sorgfältig steril genug gearbeitet zu haben, ausgesetzt bleibt. Je weiter die von Pasteur begründeten und von R. Koch verbesserten Methoden der Bakteriologie ausgebaut werden, um so mehr kommen wir zu der Erkenntnis von der Richtigkeit der Grundlagen für diesen Forschungszweig.

An dieser Stelle müssen wir auch der Untersuchungen eines englischen Forschers Bastian¹⁾ gedenken. Er ist neben Béchamp der Kronzeuge der Grassetschen Ideen, und von ihm ist auch die Definition des Begriffes „Hétérogénie“ übernommen. Die Bastiansche Arbeit ist mit Mikrophotogrammen ausgestattet und schildert uns in 22 Kapiteln (außer einigen anderen allgemeineren Inhalts) die verschiedensten Beobachtungen über Umwandlungen, so z. B. von Rotatorieneiern in Ciliaten und viele andere mehr! Man steht diesen Darstellungen auf Grund unserer heutigen Anschauungen so verständnislos gegenüber, daß man versucht sein könnte, sie gänzlich außer acht zu lassen. Jedoch hat Bastian, wie jeder andere, der eine Arbeit über ein wissenschaftliches Problem veröffentlicht, auch ein Recht darauf, wissenschaftlich abgefertigt zu werden.

Wir dürfen ihm daher auch nicht ohne weiteres den Vorwurf machen, er habe falsch gesehen oder sich geirrt, wenn er z. B. eine größere Protoplasmamasse für ein Rotatorienei hielt. Zur Kritik der Bastianschen Ergebnisse müssen wir fragen, sind sie auf normale biologische oder anormale pathologische Erscheinungen zurückzuführen?

Wollte man sagen, solche Umwandlungen finden nicht täglich statt und seien nur bei bestimmten Zuständen möglich, so müßten wir sie für pathologisch halten, oder uns zum mindesten wundern, warum nur Bastian sie in solcher Fülle beobachtet hat, während andere Forscher, und es haben doch in den letzten Jahren sicher sehr viele solches Material unter dem Mikroskop gehabt, nie etwas Ähnliches berichteten.

Wenn wir die Resultate Bastians auf pathologische

¹⁾ Bastian, Ch., Studies in Heterogenesis. Teil I und II, London 1901, Teil III und IV, London 1903.

Es ist das derselbe Bastian, der seinerzeit behauptete, die krankheitserregenden Bakterien entstünden im Körper selbst, und von Lister durch die Methode der Antisepsis widerlegt wurde.

Zustände seiner Ausgangsobjekte zurückführen, so läßt sich in einer Infektion, sei es nun der Rotatorieneier oder der Algenfäden, eine Erklärung für deren Umwandlung in Amöben oder Ciliaten wahrscheinlich machen. Ist ein solcher Zustand des Ausgangsmaterials aber ausgeschlossen — gäben also mit andern Worten die Abbildungen tatsächlich Stadien einer normalen und biologischen Entwicklung —, so müßten sich die Befunde experimentell bestätigen lassen; das ist bisher noch nicht geschehen, ja, Freunde seiner Auffassung haben, wie selbst Grasset bemerkt, dem englischen Forscher technische Fehler vorgeworfen. Und einen schweren Fehler glauben auch wir ihm nachweisen zu können; denn nirgends ist ein Hinweis darauf zu finden, daß durch längere Zuchten sich das Ausgangsmaterial als normal und einwandfrei ergeben hat, nicht einmal die Herkunft der Rotatorieneier ist genau bekannt, und Kontrollversuche fehlen gänzlich!

Wir werden also auch von dieser Seite keine Erschütterung unserer histologischen und entwicklungsgeschichtlichen Anschauungen zu befürchten haben.

Nachdem wir so, wie wir glauben, die Hauptstützen der Grassetschen Anschauungen widerlegt haben, kommen wir zu der Frage, wie sich der französische Autor zur modernen Urzeugungslehre stellt. Gar nicht, muß leider die Antwort lauten! Denn diese Theorie, die so eng mit dem Thema Grassets zusammenhängt, wie er ja auch im Titel bemerkt hat, wird überhaupt nicht erörtert. Der Schöpfer der heutigen Urzeugungslehre, Haeckel, wird in diesem Zusammenhang nur in einer Zeile erwähnt; von Darwin wird gesagt, daß er sich über dies Problem nie geäußert habe, aber da er die Bezeichnung „Archebiose“ von dem vorhererwähnten Bastian übernommen habe, sei er wohl „Heterogenist“ gewesen! Es scheint aus diesen Zeilen hervorzugehen, daß Grasset keinen scharfen Unterschied mehr zwischen Urzeugung (Abiogenese nach Haeckel) und seiner „Hétérogénie“ macht, das ist aber ein Fehler, denn wie eingangs gezeigt, definiert er ja beide Begriffe ganz klar als zwei verschiedene. Diesen Unterschied in seiner gesamten Schärfe hier noch einmal hervorzuheben, erscheint mir höchst wesentlich, um keine Meinungsverschiedenheiten aufkommen zu lassen, und den Versuch Grassets, beide zu identifizieren, nachdrücklich zurückzuweisen.

Haeckel zeigt uns, wie bei unserer heutigen Betrachtung der Entwicklung des Organismenreiches die Annahme der Urzeugung eine logische Notwendigkeit sei, und Nägeli sprach den bekannten Satz aus: „Die Urzeugung leugnen, heißt, das Wunder verkünden.“ Dabei entstand nach der Ansicht Haeckels im Moment der Urzeugung aus der vorhandenen anorganischen Materie nur eine indifferente Plasmamasse, ohne irgendwelche Strukturen, die nur alle Eigenschaften der lebenden Substanz in sich vereinigte. Er nannte diese einfachsten Plasmamassen „Moneren“, und aus ihnen entwickelten sich nun in ununterbrochener Folge die Zelle und die verschiedenen Organismen.

Dieser Urzeugungsprozeß, einerlei, ob er sich jetzt noch vollzieht oder sich nur einmal im Verlauf der Erdgeschichte abgespielt hat, bedeutet für uns ein logisches Postulat zum Abschluß unserer Weltanschauung auf der Grundlage der Deszendenztheorie. Danach entsteht die lebende Substanz ohne Eltern aus anorganischer, vorher nicht belebter Materie, und hierin besteht der schroffe Gegensatz zu den Auffassungen Grassets, der die Entstehung neuen Lebens aus vorher belebter gewesener organischer Materie glaubhaft machen will.

Es könnte hier die Frage entstehen, ob wir denn überhaupt berechtigt sind, auf Grund unserer theoretischen Anschauungen über die Zelle die Möglichkeit der Entstehung des Lebens auf dem Wege, wie ihn *Grasset* und *Bastian* angeben, zu leugnen. Ist es nicht vielleicht nur eine Bequemlichkeit von uns, diese Meinungen von der Hand zu weisen, um nicht die Grundlagen unserer Forschung von Grund aus umwälzen zu müssen? Darauf kann man antworten, daß wir so lange an einer Theorie festhalten müssen, bis uns der Gegenbeweis geliefert wird. Hier handelt es sich um Anschauungen, die seit Jahrzehnten keine Erschütterungen erlitten haben oder ernstlichem Zweifel ausgesetzt worden sind, die durch jede neue Beobachtung von neuem bestärkt und bestätigt wurden, die so befruchtend auf alle Forschungswege gewirkt haben, daß es erst eines ganz besonderen Beweises bedarf, um das Vertrauen zu unserer Zelltheorie zu erschüttern.

Dieser Gegenbeweis ist bisher nicht gelungen. *Grasset* kann wegen der unwissenschaftlichen Darstellung seiner Versuche ohne Protokolle und andere genauere Angaben keinen Anspruch darauf machen, einen solchen geliefert zu haben. Über die Versuche *Bastians* haben wir bereits gesprochen. Wir kommen also zu dem Schluß, daß bisher noch keine Stütze für die Theorie, die *Grasset* entwickelt, gefunden worden ist.

Wie steht es nun mit der künstlichen Darstellung lebender Wesen überhaupt, der *Grasset* einen eigenen Abschnitt gewidmet hat? Darauf müssen wir antworten, daß, so viele Versuche angestellt und Resultate daraus beschrieben sind, noch niemals etwas geschaffen worden ist, was sich nach den Definitionen der Physiologie als lebende Substanz ansprechen ließe. Man könnte die Erzeugnisse vielleicht eher als gelungene Nachahmungen kennzeichnen, die uns auf das beste demonstrieren, wie sehr die einfachsten Lebensäußerungen der Zelle von physikalischen Gesetzen abhängig sind. Aber warum soll es deswegen nicht möglich sein, in der Tat einmal lebende Substanz künstlich zu erzeugen? Wir wollen uns dieser Auffassung gar nicht verschließen und eine solche Darstellung würde unsere Anschauungen über die Zelle in ihrer entwicklungsgeschichtlichen Natur in keiner Weise berühren. Es würden damit vielleicht nur ähnliche Bedingungen wiederholt werden, wie sie bei der Entstehung des Lebens bestanden haben. Den Ausgangspunkt zu der Darstellung würde wohl ein chemisch-physikalischer Prozeß bilden, und wenn dabei, was allerdings nicht zu erwarten ist, organische Bestandteile vorher belebt gewesener Materie zur Benutzung kommen sollten, so würde das noch in keiner Weise die Anschauungen *Grassets* bestätigen; denn es handelt sich dann nur um die chemischen Bestandteile dieser Substanz und nicht um die feineren histologischen, denn diese sind ja dann bereits abgestorben.

Es sei gestattet, zum Schluß noch einige Bemerkungen über das Buch von *Grasset* zu machen. Außerlich haben wir ihm den Mangel an Übersichtlichkeit vorzuwerfen; es sind 189 Druckseiten mit nur einer Unterbrechung durch eine Überschrift zu einem neuen Kapitel auf Seite 182 hintereinander gedruckt. Ein Inhaltsverzeichnis, ein Register der zitierten Autoren oder gar ein Literaturverzeichnis vermissen wir. Versuche, von ihm zitierte Stellen im Original wiederzufinden, scheiterten vielfach an der ungenauen Anführung des Werkes. Von manchem Verfasser, wie z. B. von dem eingangs erwähnten *Burdach* ist weder der genaue Name (es gab bekanntlich mehrere Autoren

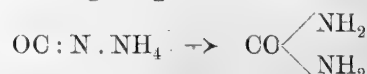
Burdach) noch das Werk, auf das sich *Grasset* stützt, angegeben.

Etwas Anderes muß leider gesagt werden, das ist die Tatsache, daß der deutschen Wissenschaft nicht die Beachtung geschenkt wird, die sie verdient. Wir bemerkten bereits die Vernachlässigung der Haeckelschen Urzeugungstheorie. Außerdem finden wir leider an verschiedenen Stellen Bemerkungen über deutsche Arbeiten, die uns die sonst gerühmte Höflichkeit des Franzosen völlig vermissen lassen. Die freilich etwas geschraubte Ausdrucksweise unserer Gelehrten im Anfang des vorigen Jahrhunderts, besonders wo es sich um mehr philosophische Probleme handelt, wird als die „unverdauliche Prosa der deutschen Wissenschaft“ bezeichnet. Es kommt *Grasset* gar nicht darauf an, die Placidulen *Haeckels*, die Bioblasten *Altmanns*, die Biophoren *Hertwigs* und die Plasomen *Wiesners* kritiklos alle zusammen in einen Topf zu werfen und alle diese Theorien „élucubrations cérébrales“ zu nennen. Ein derartiges Vorgehen kann aber dem wissenschaftlichen Wert der Schrift nur Abbruch tun; und in streng wissenschaftlichen Werken unserer westlichen Nachbarn werden wir niemals derart gehässigen Bemerkungen begegnen.

Über Gleichgewichte zwischen isomeren Stoffen.

Von Privatdozent Dr. Werner Mecklenburg,
Clausthal i. H.

Die Möglichkeit einer Systematik der etwa 150 000 Verbindungen, die die organische Chemie kennen gelehrt hat und deren Anzahl noch tagtäglich wächst, ohne daß sich ein Ende des Wachstums bisher bemerkbar machte, liegt in der Entwicklung der Strukturchemie. Die Strukturchemie gibt ein Bild vom Aufbau der Moleküle aus den Atomen, indem sie auf Grund des chemischen Verhaltens der Stoffe und unter Berücksichtigung der bekannten Vorstellungen über die Wertigkeit der Elemente jedem einzelnen Atom einen bestimmten festen Platz im molekularen Verbands zuweist. Als erforderlich hatte sich diese spezialisierte Anschauung erwiesen, weil das Verhalten eines Stoffes durch Art und Anzahl der sein Molekül zusammensetzenden Atome allein nicht eindeutig bestimmt ist. Hatte sich doch schon im Jahre 1823 aus den Untersuchungen von *Liebig* und *Wöhler* ergeben, daß die beiden chemisch durchaus verschiedenen Verbindungen Knallsäure und Cyansäure die gleiche chemische Zusammensetzung haben: das Molekül der beiden Stoffe besteht aus je einem Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoff- und Stickstoffatom; und die berühmte, von *Wöhler* im Jahre 1828 durchgeführte Synthese des Harnstoffs aus isocyansaurem Ammonium beruht in letzter Linie, wie die Formulierung des Vorganges zeigt, auf einer — allerdings nicht direkt erfolgenden — Umlagerung des Moleküls:



Stoffe, die die gleiche prozentische Zusammensetzung haben, werden isomere Stoffe genannt;

haben sie wie etwa der gewöhnliche Acetaldehyd C_2H_4O und der aus ihm leicht „durch Polymerisation“ entstehende Paraldehyd $C_6H_{12}O_3$ zwar gleiche prozentische Zusammensetzung, aber ein verschiedenes Molekulargewicht, so stehen sie im Verhältnis der Polymerie zueinander; haben sie schließlich nicht nur gleiche prozentische Zusammensetzung, sondern auch gleiches Molekulargewicht, so spricht man von Isomerie im engeren Sinne oder auch wohl von Metamerie. Das Auftreten isomerer Stoffe bildet in der organischen Chemie nicht nur keine Ausnahme, sondern ist im Gegenteil sogar außerordentlich häufig, so häufig, daß ein bekannter Historiker der Chemie die Aufklärung von Isomerieerscheinungen als eine Hauptaufgabe der wissenschaftlichen Chemie bezeichnen konnte.

Als Voraussetzung für die Strukturchemie im allgemeinen und für die Lehre von der Isomerie im besonderen dient die Vorstellung, daß die chemischen Moleküle, wenn auch nicht absolut stabil, so doch in hohem Maße stabil seien, jedenfalls stabil genug, um die spontane gegenseitige Umwandlung isomerer Stoffe auszuschließen. Für die große Mehrzahl der Fälle trifft diese Voraussetzung in der Tat zu: Die Tendenz zu gegenseitiger Umwandlung ist bei den isomeren Stoffen in der Regel so gering, daß sowohl die theoretische als auch die präparative Chemie von ihr absehen können. Daneben kommen aber auch Fälle vor, bei denen die Umwandlung des einen Isomeren in das andere leicht, ja bisweilen sogar übermäßig leicht eintritt, und gerade diese Fälle sind es, die in neuerer Zeit besondere Wichtigkeit erlangt haben.

Zu einem tieferen Verständnis der hier in Betracht kommenden Erscheinungen gelangt man wohl am raschesten, wenn man die Geschwindigkeit der gegenseitigen Umwandlung isomerer Stoffe ins Auge faßt. Dies soll im folgenden geschehen, nur seien zunächst einige Bemerkungen über die Reaktionsgeschwindigkeit im allgemeinen vorausgeschickt.

Unter der Geschwindigkeit einer chemischen Reaktion versteht man die Anzahl der Moleküle, die sich im Sinne der chemischen Reaktionsgleichung in einem Kubikzentimeter des reagierenden Systems während einer Sekunde umsetzen. Für homogene Systeme, also für homogene Schmelzen, für Lösungen und für Gasmische läßt sich die Reaktionsgeschwindigkeit nach einfachen Grundgesetzen leicht berechnen. In dem wohl häufigsten Falle, daß ein Stoff A mit einem zweiten Stoffe B unter Bildung eines dritten und vielleicht auch vierten Stoffes C und D reagiert



ergibt sie sich nach der Gleichung

$$v = [A][B] \cdot k_1$$

in der v die Reaktionsgeschwindigkeit, $[A]$ die Molekularkonzentration des Stoffes A im Augenblicke der Umsetzung, d. h. die Anzahl von Mole-

külen (oder Ionen) A in der Raumeinheit des reagierenden Systems, $[B]$ die Molekularkonzentration des Stoffes B und k_1 eine Konstante ist.

Ist die Gleichung umkehrbar — und nur von umkehrbaren Gleichungen soll hier gesprochen werden —



so ist die Geschwindigkeit v' der Gegenreaktion in ganz entsprechender Weise durch die Gleichung

$$v' = [C][D] \cdot k_2$$

gegeben, in der die Bezeichnungen analoge Bedeutung wie vorher haben. Bringen wir also in einem geeigneten Lösungsmittel die beiden Molekülararten A und B zusammen, so wird die Reaktion mit einer den Molekularkonzentrationen entsprechenden Geschwindigkeit beginnen. Mit fortschreitender Reaktion werden die beiden Molekülararten verbraucht, ihre Konzentration nimmt ab, und damit sinkt auch die Reaktionsgeschwindigkeit v . Gleichzeitig entstehen durch die Reaktion die Molekülararten C und D , die Gegenreaktion



beginnt und ihre Geschwindigkeit v' nimmt mit dem Fortschritte der Reaktion



dauernd zu. In jedem Augenblick wird also die wirkliche Geschwindigkeit V der Reaktion



gleich ihrer eigenen Geschwindigkeit v minus der Geschwindigkeit v' der Gegenreaktion sein:

$$V = v - v'.$$

Von besonderem Interesse ist der Fall

$$V = 0 \text{ oder } v = v',$$

denn dann ist das System im Gleichgewicht, d. h. es verändert sich im Laufe der Zeit nicht mehr. Voraussetzung für das Gleichgewicht ist — das geht ja aus der Gleichung hervor — nicht die, daß sich in dem System überhaupt keine chemischen Vorgänge mehr abspielen, sondern vielmehr nur die, daß

$$v = v'$$

ist, d. h. daß die Geschwindigkeit der Reaktion gerade gleich der Geschwindigkeit der Gegenreaktion ist: das Gleichgewicht ist nicht statisch, es ist dynamisch.

Setzen wir in die letzte Gleichung die Werte von v und v' ein, so erhalten wir die bekannte Gleichgewichtsbedingung

$$v = [A][B]k_1 = [C][D]k_2 = v'$$

$$\text{oder } \frac{[A][B]}{[C][D]} = \frac{k_2}{k_1} = K.$$

Für Reaktionen nach dem Schema

- 1) $A + A \rightleftharpoons C + D$ oder 2) $A \rightleftharpoons C + D$,
- 2) $A \rightleftharpoons C + D$,
- 3) $A \rightleftharpoons C$ usw.

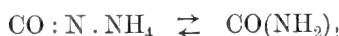
gelten, wie aus den oben gemachten Darlegungen hervorgeht, die Geschwindigkeitsbeziehungen

- 1) $v = [A][A]k_1 = [A]^2k_1$ und $v' = [C][D]k_2$
- 2) $v = [A]k_1$ und $v' = [C][D]k_2$,
- 3) $v = [A]k_1$ und $v' = [C]k_2$ usw.

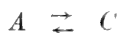
und die Gleichgewichtsbedingungen

- 1) $\frac{[A]^2}{[C][D]} = \frac{k_2}{k_1}$,
- 2) $\frac{[A]}{[C][D]} = \frac{k_2}{k_1}$, 3) $\frac{[A]}{[C]} = \frac{k_2}{k_1}$ usw.

Man könnte nun meinen, daß die gegenseitige Umwandlung eigentlich isomerer Stoffe, z. B. die Umwandlung von Ammoniumisocyanat in Harnstoff und die ebenfalls eintretende umgekehrte Umwandlung von Harnstoff in Ammoniumisocyanat



dem einfachen Schema



und dessen Gesetzmäßigkeit gehorchen müsse. Diese einfache Annahme braucht indessen, wie eine Reihe von Erfahrungen gelehrt haben, keineswegs immer zuzutreffen, im Gegenteil scheinen manche Moleküle mehr zu Zerfallsreaktionen nach dem Schema



als zu einfacher intramolekularer Umlagerung, zu einer Atomverschiebung im Innern des Moleküls zu neigen. So verläuft gerade die klassische Umwandlung des Ammoniumisocyanats in Harnstoff tatsächlich nicht nach der bisher benutzten Gleichung



sondern hat sich bei genauerer Untersuchung als eine zwischen den Ionen des Ammoniumisocyanats verlaufende Reaktion erwiesen:



Würde die Synthese des Harnstoffs nämlich „monomolekular“ nach dem Schema



verlaufen, so wäre ihre Geschwindigkeit v durch die Gleichung

$$v = [\text{CO:N.NH}_4] \cdot k_1$$

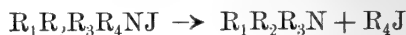
gegeben, tatsächlich aber verläuft die Reaktion „bimolekular“ mit der Geschwindigkeit

$$v = [\text{CO:N}^-][\text{NH}_4^+]k_1$$

und wird zum Beispiel durch Erhöhung der Konzentration des Ammoniumions NH_4^+ , d. h. durch

¹⁾ Von der Geschwindigkeit der Gegenreaktion können wir, zumal bei Beginn der Reaktion absehen, denn im Gleichgewicht sind — in einer 0,1 molaren wässrigen Lösung bei Zimmertemperatur — 95 % Harnstoff neben nur 5 % Ammoniumisocyanat vorhanden.

Hinzufügung von Ammoniumsulfat zu der Isocyanatlösung erreicht werden kann, stark und in dem von der Theorie vorhergesehenen Maße beschleunigt. In ähnlicher Weise läßt sich zeigen, daß bei der Autorazemisation optisch-aktiver Ammoniumjodide zunächst eine Spaltung des Ammoniumsalzes in tertiäres Amin und Halogenalkyl nach der Gleichung¹⁾



eintritt, und dann in einer zweiten Reaktion die beiden Spaltungsprodukte zu dem optischen Antipoden des ursprünglichen Ammoniumjodids zusammentreten. Immerhin bilden derartige unregelmäßige Reaktionen doch wohl Ausnahmen, für die Mehrzahl der Fälle dürfte der häufig auch durch besondere Untersuchungen erwiesene einfache Reaktionsmechanismus



gültig sein.

Eine Systematik der Umwandlung isomerer Stoffe läßt sich nun auf die relative und die absolute Geschwindigkeit der beiden entgegengesetzten Reaktionen gründen, und zwar wollen wir unseren Betrachtungen das einfache Reaktionsschema



zugrunde legen. Für Fälle, die sich diesem Schema nicht fügen, gelten analoge, aus den anderen Schematis leicht ableitbare Überlegungen.

Die Reaktion



muß stets zu einem durch die Bedingung

$$\frac{[A]}{[C]} = \frac{k_2}{k_1} = K$$

definierten Gleichgewichte führen. Die Lage des Gleichgewichtes, d. h. die Konzentration der beiden Moleküllarten A und C im Gleichgewichte, hängt allein von dem Zahlenverhältnis der beiden Konstanten k_1 und k_2 ab: Im Gleichgewicht ist die Konzentration der beiden Moleküllarten A und C den Konstanten k_1 und k_2 umgekehrt proportional. Danach erscheinen grundsätzlich zwei Grenzfälle als möglich: die beiden Konstanten sind einander gleich, oder sie sind voneinander sehr verschieden. Sind die beiden Konstanten gleich, so ist

$$[A] = [C],$$

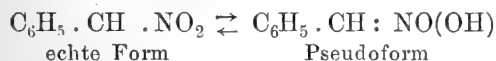
d. h. im Gleichgewicht sind beide Isomere in gleicher Konzentration vorhanden, ein Fall, der z. B. bei optischen Isomeren zutrifft. Sind sie sehr verschieden, ist z. B. die eine 1000 mal größer als die andere, so ist

$$[A] = 1000 [C],$$

d. h. im Gleichgewicht ist die Konzentration des einen Isomeren 1000 mal größer als die des anderen. Bei sehr großer Verschiedenheit der Kon-

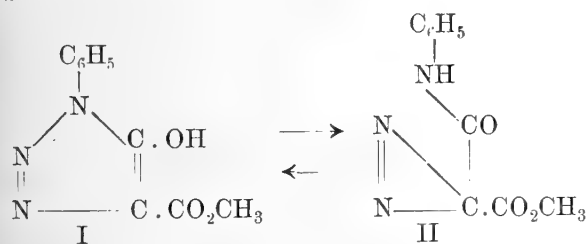
¹⁾ $\text{R}_1, \text{R}_2, \text{R}_3$ und R_4 sollen Alkylgruppen ($\text{CH}_3, \text{C}_2\text{H}_5$ usw.) sein.

stanten kann die Gleichgewichtskonzentration des einen Isomeren so klein sein, daß sich seine Gegenwart analytisch ohne weiteres überhaupt nicht mehr nachweisen läßt: man hat scheinbar nur das eine Isomere in reiner Form vor sich. Man spricht in Fällen dieser Art von Pseudomerie und unterscheidet das in der Hauptmenge vorhandene Isomere als echte Form von dem anderen Isomeren als der Pseudoform. Als Beispiel sei das Phenylnitromethan angeführt, dessen beide isomere Formen in dem Gleichgewicht



stehen. Das echte Phenylnitromethan ist ein Öl von neutraler Reaktion; unter der Einwirkung von Alkalien geht es in die Pseudoform, eine kristallisierte Substanz von ausgesprochen saurer Reaktion über, die sich in dem Alkali auflöst und sich, wenn sie aus der alkalischen Lösung durch Säurezusatz abgeschieden wird, beim Aufbewahren spontan wieder in die ölige Form umwandelt. Auch die Indikatoren der Alkali- und Acidimetrie sind pseudomere Stoffe.

Kommen für die Feststellung der Lage des Gleichgewichts nur die relativen Umwandlungsgeschwindigkeiten in Frage, da das Gleichgewicht ja nur durch das Geschwindigkeitsverhältnis bestimmt wird, so ist die absolute Reaktionsgeschwindigkeit um so wichtiger für das Problem der präparativen Isolierung der beiden Isomeren. Die absoluten Geschwindigkeiten können sehr verschiedene Werte haben. Bei den Indikatoren geht die durch Veränderung des Lösungsmittels, durch den Übergang von der sauren zur alkalischen Reaktion oder den umgekehrten Übergang bewirkte Isomerisierung momentan vor sich: Ein Farbstoff kann nur dann als Indikator Verwendung finden, wenn er momentan anspricht. In dem Gleichgewicht zwischen dem Phenylxytriazolkarbonsäuremethylester I und dem Diazomalonsäuremethylesteranilid II



dauert die Oszillationsperiode, d. h. die Zeit, welche im Durchschnitt vergeht, bis ein Molekül die Umwandlung Triazol \rightarrow Esteranilid \rightarrow Triazol erlitten hat, etwa 20 Tage, und optisch aktive Kohlenstoffverbindungen brauchen Jahre, um durch Autorazemierung inaktiv zu werden.

Auch hier lassen sich darnach zwei Grenzfälle unterscheiden: Entweder ist die Geschwindigkeit, mit der sich das Gleichgewicht einstellt, unendlich klein, oder sie ist unendlich groß. Im ersten Falle liegt die eigentliche Isomerie vor; die beiden

isomeren Moleküle erscheinen vollkommen beständig, eine gegenseitige Umwandlung findet nicht statt. Ganz anders ist die Sachlage im Falle unendlich großer Umwandlungsgeschwindigkeit: Entfernt man auf irgend eine Weise das eine Isomere aus dem Gemisch beider, so stellt sich in dem System das so gestörte Gleichgewicht durch Neubildung der entfernten Komponente auf Kosten der zurückbleibenden Komponente augenblicklich wieder her, so daß man neue Mengen der zu entfernenden Komponente aus dem System herausziehen kann. Dies kann man so lange fortsetzen, als von dem immer im Gleichgewicht beharrenden Gemisch überhaupt etwas vorhanden ist, d. h. das Gemisch verhält sich so, als ob es nur aus der einen Komponente in reiner Form bestände. Entfernt man in einer zweiten Versuchsreihe an Stelle des ersten das zweite Isomere, so verhält sich das Gemisch so, als ob es nur aus dieser zweiten Komponente in reiner Form bestände. Als Beispiel sei der Acetessigester angeführt, der sowohl in der Ketoform



als auch in der Enolform



reagieren kann. Der Acetessigester entspricht nach seinem Verhalten zwei Stoffen von verschiedener Konstitution, dem Enolester und dem Ketoester, und alle Versuche, ihm die eine oder die andere Konstitution allein zuzuschreiben, mußten, wie es in der Tat auch der Fall gewesen ist, fehlschlagen. Die experimentelle Tatsache, daß ein Stoff gleichzeitig die Reaktionen zweier verschiedenen konstituierter Moleküle aufweisen kann, wird ganz hypothesenfrei als Tautomerie, und die Erklärung dieser experimentellen Tatsache durch die Annahme eines Gemisches zweier in einem sich momentan einstellenden Gleichgewicht befindlicher Isomere als Desmotropie bezeichnet.

Wie die Geschwindigkeit aller chemischen Vorgänge, ist auch die Isomerisierungsgeschwindigkeit in hohem Maße eine Funktion der Versuchsbedingungen. Durch Änderung der Versuchsbedingungen kann in einem homogenen Gemisch isomerer Stoffe sowohl die Lage des Gleichgewichts als auch die Geschwindigkeit seiner Einstellung verändert werden. So hängen sowohl die Lage als auch die Einstellungsgeschwindigkeit des Gleichgewichtes zwischen Isomeren von der Natur des Lösungsmittels ab, in dem die Isomerisierung vor sich geht, während die Temperatur bei der geringen Wärmetönung, die mit der Isomerisierung verbunden zu sein pflegt, weniger die Lage des Gleichgewichts als seine Einstellungsgeschwindigkeit beeinflusst. In der Regel wird die Geschwindigkeit chemischer Reaktionen durch eine Temperaturerhöhung von 10° C. verdoppelt, durch eine Temperaturerhöhung von 20° C. vervierfacht, durch eine Temperaturerhöhung von 30° C. verachtfacht usw., und durch Temperaturerniedrigungen in entsprechendem Maße herabgesetzt.

Grundsätzlich muß man also durch genügende Temperaturerniedrigung von der echten Tautomerie, die ja durch große Isomerisierungsgeschwindigkeit gekennzeichnet ist, über alle möglichen Zwischenphasen zu der durch äußerst geringe Isomerisierungsgeschwindigkeit charakterisierten echten Isomerie, und umgekehrt durch genügende Temperaturerhöhung von echter Isomerie zu echter Tautomerie gelangen. In der Tat hat denn auch die Erfahrung gezeigt, daß der tautomere Acetessigester bei sehr niedriger Temperatur in beiden tautomeren Formen, der Ketoform und der Enolform isoliert und in ihnen auch festgehalten werden kann; beim Erwärmen auf Zimmertemperatur aber bildet sich aus beiden Formen dasselbe tautomere Gemisch, das zu 7,4 % aus der Enolform und zu 92,6 % aus der Ketoform besteht. Andererseits genügt in vielen Fällen kurzes Erwärmen, um optisch-aktive Verbindungen, die bei niedriger Temperatur ganz beständig erscheinen, innerhalb verhältnismäßig kurzer Zeit zu racemisieren.

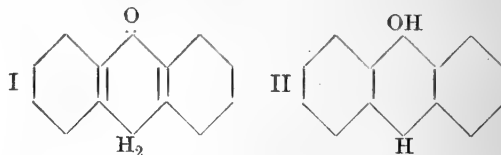
In ähnlicher Weise wie Temperaturerniedrigung wirken natürlich alle Faktoren, die eine Verminderung der Isomerisierungsgeschwindigkeit bewirken. So dürften im Gegensatz zu flüssigen und gasförmigen Systemen kristallisierte Stoffe, deren Reaktionsfähigkeit ja im allgemeinen recht gering ist, meist reine chemische Individuen von eindeutig definierbarer Konstitution darstellen.

Die Methoden, die zur experimentellen Untersuchung der Gleichgewichte isomerer Stoffe dienen sollen, müssen der Individualität des zu untersuchenden Systems sorgfältig angepaßt werden. In Systemen mit geringer Isomerisierungsgeschwindigkeit wird man in vielen Fällen durch rasch ausführbare Methoden der analytischen Chemie zum Ziele kommen, sofern nur die Methode selbst so eingerichtet werden kann, daß sie den Isomerisierungsprozeß oder den bereits erreichten Gleichgewichtszustand nicht stört und damit die Ergebnisse des Versuches entstellt. So kann man z. B. bisweilen die Umlagerung einer neutralen Verbindung in ihr sauer reagierendes Isomeres durch Titration verfolgen. Zweckmäßiger und von allgemeinerer Anwendbarkeit sind in der Regel physikalische Methoden, wie etwa die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit des Systems, seines spezifischen Gewichtes, seines optischen Drehungsvermögens, seines Absorptions- und Lichtbrechungsvermögens usw., weil ihre Anwendung in der großen Mehrzahl der Fälle den Zustand des Systems nicht beeinflusst. Auf Einzelheiten soll hier aber, so interessant sie auch bisweilen sind, nicht eingegangen werden.

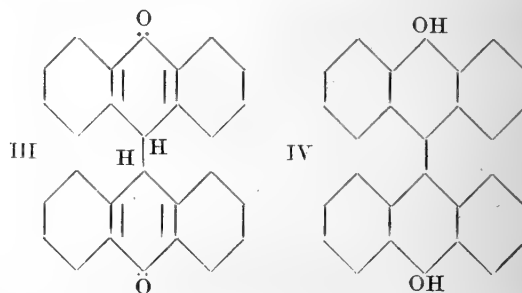
Zum Schluß seien noch einige wenige Worte über die Beziehungen zwischen der chemischen Konstitution der Stoffe und den Isomerisationsvorgängen gesagt. Wie schon die Betrachtung der in diesem Aufsatz angeführten Beispiele zeigt, handelt es sich bei der Isomerisierung um den Platzwechsel eines Substituenten, meist eines

Wasserstoffatoms, innerhalb des molekularen Verbandes. Nun weisen zahlreiche Beobachtungen auf die Annahme hin, daß die Moleküle keineswegs so starre Gebilde sind, wie sie nach der Darstellung ihrer Konstitution durch die Formeln der Strukturchemie erscheinen, sondern daß die einzelnen Atome und Atomgruppen vielmehr Schwingungen um ihre in den Konstitutionsformeln festgelegten Haftstellen ausführen, Schwingungen, deren nähere Erforschung vielleicht eine der wichtigsten, wenn nicht die wichtigste Aufgabe der Strukturchemie der näheren Zukunft sein wird. Die Lebhaftigkeit dieser Schwingungen und die ihr parallel gehende Reaktionstendenz im allgemeinen und Isomerisierungstendenz im besonderen wird einerseits von der Art des schwingenden Komplexes und seiner Bindung im Molekül, andererseits von den Versuchsbedingungen abhängen.

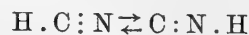
In demselben Molekül wird der Substituent um so lebhafter schwingen, je weniger fest er an seiner Haftstelle im Molekül haftet, und je leichter er ist. So sind Anthron I und Anthranol II Desmotropisomere



während sich die entsprechenden Verbindungen III und IV der Dianthracenreihe



bei denen das fragliche Wasserstoffatom viel fester gebunden ist, nur schwer ineinander umwandeln lassen. Ersetzt man ferner in tautomeren Verbindungen das leichte Wasserstoffatom durch einen schwereren Substituenten, so lassen sich in der Mehrzahl der Fälle die den beiden tautomeren Formen des Stammkörpers entsprechenden Substitutionsprodukte als beständige Isomere erhalten. Als ein Beispiel unter vielen sei die Blausäure angeführt, von deren beiden in dem Gleichgewichte



stehenden Formen sich bei Ersatz des Wasserstoffatoms durch die Äthylgruppe das Äthylcyanid $\text{C}_2\text{H}_5 \cdot \text{C} : \text{N}$ und das ihm isomere Äthylcarbylamin $\text{C} : \text{N} \cdot \text{C}_2\text{H}_5$ ableiten.

Der Einfluß der Versuchsbedingungen auf die Isomerisation ist bereits erörtert worden: Alle Umstände, die, wie Temperaturerniedrigung oder die Einfügung der Moleküle in das Raumgitter

eines Kristalls, die Lebhaftigkeit der Schwingungen herabdrücken, erschweren die Isomerisierung und wirken daher auf die Isomeren stabilisierend. Die bereits erwähnte Isolierung der beiden tautomeren Erscheinungsformen des Acetessigesters bei niedriger Temperatur dient als Beispiel für den Temperatureinfluß, und auch die Erfahrung, daß sich bei der Kristallisation aus amorphen Gemischen tautomerer Stoffe, also aus Lösungen oder Schmelzen, die schwerer lösliche Form als reines chemisches Individuum abscheidet, weist auf die Brauchbarkeit der Schwingungshypothese in ihrer Anwendung auf den vorliegenden Fall hin.

(Zu weiterer Informierung über das Problem der Gleichgewichte zwischen Isomeren sei auf zwei vor kurzem erschienene, auch bei der Niederschrift dieses Aufsatzes mehrfach benutzte, ausgezeichnete Sammelreferate hingewiesen:

O. Dimroth, Isomerie, Handwörterbuch der Naturwissenschaften Bd. V, S. 581 bis 606; Jena 1913, Verlag von Gustav Fischer.

Alfr. Oppé, Tautomerie und Desmotropie, Jahrbuch d. Radioakt. u. Elektronik Bd. X, Seite 368 bis 405; 1913.

In diesen beiden Arbeiten finden sich die zu weiterem Studium des Gegenstandes erforderlichen Literaturnachweise.)

Zur geologischen Erschließung der deutschen Kolonien in Afrika.

Von Privatdozent Dr. Edw. Hennig, Charlottenburg.

Die Bevorzugung des Ausdrucks „Schutzgebiet“ anstatt „Kolonie“ ist vom sprachlichen Standpunkt aus gewiß zu billigen. Inhaltlich aber entspricht das Fremdwort einem erheblich reicheren, positiveren Begriffe, an dem das deutsche Volk nur festhalten mag. Bedenkt man die natürlichen Bedingungen, die unsere afrikanischen Besitzungen stellen, und die Kürze der Zeit seit ihrer Einverleibung ins Deutsche Reich, so ist in diesem positiven Sinne des „Pflegens“ wahrhaft Erstaunliches auch bereits geleistet worden: Geordnete, festorganisierte Staatswesen stehen an Stelle eines anarchischen, sich selbst zerfleischenden Chaos, und mit bewunderungswürdiger Sicherheit und Ruhe hält eine Handvoll Landesfremder alle Fäden in der Hand. Und dennoch müssen wir uns auch bei ehrlichster Anerkennung des Geschaffenen vor der Vorstellung bewahren, daß dies koloniale Kind des Reiches nunmehr sozusagen aller Erziehungspflicht entwachsen sei, daß sein weiteres Gedeihen wie das Wachstum eines menschlichen Individuums sich schon „von selber“ einstellen werde. Jedes Abwarten ist ein Stagnieren, vor allem, wenn konkurrierende Völker wie die Engländer und Franzosen rastlos voranschreiten, und auch von einem Schutzgebiete gilt das „Erwirb es, um es zu besitzen!“ Nun

kann von einem tatenlosen Zuschauen des Deutschtums weder vor, noch während, noch nach der Besitzergreifung unserer afrikanischen Kolonien in wissenschaftlicher und anderer Hinsicht irgendwie die Rede sein, und doch fehlt es in gewissen Dingen, zum Teil auch in der wissenschaftlichen Erschließung, noch an etwas Notwendigem: der staatlichen Initiative.

Zu einer intensiven Befruchtung und Ausnutzung einer Kolonie bedarf es selbstverständlich der Methode, und diese Methode muß mit einer Wurzel Fuß fassen in der Kenntnis des Landes und seiner Bewohner, d. h. in der Naturwissenschaft. Die Mutter aber, von der alle Geschöpfe Kraft und Nahrung beziehen, von der alle im höchsten Maße abhängen, ist die Erde. Ohne ihr Verständnis sind die anderen Faktoren nicht restlos zu erforschen. Es kommt hinzu, daß wir selbst in ihr die größten Quellen des Reichtums finden und daß gerade Kolonien in erster Linie nach ihrem Gehalt an Bodenschätzen gewertet zu werden pflegen. Die Erforschung der Erde sollte darum gerade in den Kolonien einen hervorragenden Platz einnehmen. Der privaten Forschung, so eifrig und vorbildlich sie sich gerade seitens der Deutschen in den verschiedensten afrikanischen Ländern betätigt hat, sind doch bei der großen Entfernung und den für den Einzelnen unrationell hohen Kosten ziemlich enge Schranken gesetzt. Und doch hat man ihr bisher in unseren Schutzgebieten noch die Hauptrolle zugewiesen. Solange noch große, ganz oder nahezu unausgefüllte Lücken die besser bekannt gewordenen Gebiete trennen, kann selbst deren volle Bewertung nicht erfolgen. Es ist aber nicht Sache beispielsweise einer Erwerbsgesellschaft — und solche haben natürlich hauptsächlich den Anstoß und die Mittel zu Spezialbearbeitungen bestimmter Gebiete gegeben —, auch außerhalb ihrer Ländereien intensive Durchforschungen vornehmen zu lassen. Ein jeder fegt vor der eigenen Tür. Was darüber ist, ist unbedingt Aufgabe der Allgemeinheit, der Öffentlichkeit. Nur von ihr kann die Organisation kommen.

Es ist durchaus verständlich, wenn die einzelnen Gouvernements zunächst ebenfalls die unmittelbar praktische Geologie — denn praktisch ist im letzten Grunde eben jede geologische Erkundung — durchaus in den Vordergrund stellen. Aber damit wird jene öffentliche Aufgabe nicht gelöst, sondern die Regierung bleibt auf diese Weise nur eine von den vielen Auftraggeberinnen für Spezialgebiete. Nun haben sich die betreffenden, hier und da angestellten Regierungsgeologen zumeist genötigt gesehen, die jeweils erforderliche breitere Basis nach Möglichkeit selbst zu schaffen. Dadurch ist immerhin ein gut Teil zur Ausfüllung der Lücken beigetragen worden. Auch die in den verkehrsmittelarmen Ländern oft langwierigen Zugänge nach den zu untersuchenden Landstrecken haben geologischen Routenaufnahmen geliefert, die einem

allerersten Bedürfnis genügen können. Um nur ein Beispiel zu nennen, haben in Ostafrika die Reisen *Bornhardts* von 1895—97 ein Netz über große Teile der Kolonie gespannt und uns das klassische Werk über die „Geologie und Oberflächengestaltung von Deutsch-Ostafrika“ als kostbare Frucht geschenkt. Von Togo konnte *Koert* nach mehrjähriger amtlicher Tätigkeit eine geologische Übersicht der ganzen Kolonie aus eigener Anschauung entwerfen.

Das ändert indessen nichts an der Feststellung, daß *die gestellten Aufgaben an sich unzureichend* gewesen sind und ohne eine systematische Weiterführung mit einem kurz-sichtigen Raubbau Ähnlichkeit haben, der nur den sofortigen Nutzen im Auge hat. Den *rein praktischen Zwecken* widmen sich ohnehin Prospektoren und Gesellschaften. Bis zu gewissem Grade könnte also gerade der Staat diese Mühen und Kosten sparen. Die Arbeitsteilung weist ihm vielmehr alle Arbeit zu, die ohne sein Zutun größtenteils ungetan bleiben muß und doch auch nötig ist. Das ist aber in unserem Falle eine *gleichmäßig über das Land hin verteilte geologische Aufnahme*. Nur auf einigermaßen einheitlicher Grundlage lassen sich erfolgreich weiterreichende Probleme, auch solche praktischer Natur, behandeln. Die Geologie jedes — großen wie kleinen — Gebietes steht in Abhängigkeit von der des Nachbargebiets und bleibt so lange mißverständlich, bis unbekanntes Nachbargebiet eben nicht mehr vorliegt. Der größere oder geringere Maßstab der erforderlichen Kartierung ist dabei ohne große Bedeutung und wird von äußeren Umständen abhängen. Es ist aber ganz selbstverständlich, daß die eine Geologenstelle, die jede Kolonie zu vergeben hat und die obendrein fast überall nicht dauernd besetzt gewesen ist, für die in Betracht kommenden Gebiete nicht annähernd genügen kann.

Einige Angaben mögen beleuchten, wie die englischen Kolonien in Afrika in diesen Dingen vorgegangen sind, und den Engländern sagen wir ja gern nach, daß sie recht praktische Kolonialpolitiker sind. Ägypten wurde kurz vor Beginn der deutschen Festsetzung in Afrika, nämlich 1882, okkupiert. Bekanntlich ist es noch heut nicht rein-englischer Besitz. Dennoch ging man schon 1896 daran, eine Geological Survey, Landesanstalt, wie wir sagen würden, zu errichten, „und zwar in erster Linie für Zwecke der Landesverwaltung und zur Orientierung der Behörden über die physische Natur des Landes, Beschaffenheit und Ausdehnung nutzbarer oder auch schädlicher Mineralien und Gebirgsarten usw. für den Fall späterer Konzessionserteilung u. dergl.“ (*Blanckenhorn*, Zeitschr. deutsch. geol. Ges. 1900, S. 22). Also nichts weniger als eine rein akademische Institution, aber ein organisiertes, nicht an Zufallsfunde geknüpftes Unternehmen. „Fünf gleichzeitig ausgesandte, an verschiedenen Stellen arbeitende Expeditionen,

mit je einem Feldgeologen als Chef und einem Feldmesser als Assistent“ wurden nach *Blanckenhorn* mit der Aufgabe betraut, die also in sehr verständiger Weise die geologische Aufnahme mit der topographischen vereinigte, aber in der ersteren den Hauptzweck sah. Es sei betont, daß es sich nicht um reiche Gegenden handelte, sondern daß auch die wichtigsten Wüstengebiete Ägyptens zum Arbeitsfelde zählten! Dem bald sich geltend machenden Bedürfnisse nach einer paläontologischen Hilfe Rechnung tragend, zog man durch unseres Altmeisters *Zittel* Vermittlung bald einen deutschen Mitarbeiter, nämlich *Blanckenhorn*, hinzu. Hatten doch anfangs deutsche Gelehrte wohl den hervorragendsten Anteil an der Entdeckung und geologischen Erforschung des ganzen, nunmehr zwischen England, Frankreich und Italien aufgeteilten Nordafrika genommen! Die erste grundlegende Arbeit sollte nach dem Plane der Regierung in drei Jahren beendet sein. Es handelte sich also zunächst nicht um eine dauernde Einrichtung. Doch muß man nach den Ergebnissen jener ersten, sehr kurz bemessenen Zeit doch wohl den hohen Wert solcher Eroberung wissenschaftlicher Art empfunden haben, denn die Anstalt ist nunmehr, ohne je ganz unterbrochen worden zu sein, eine dauernde geworden!

Vorausgegangen war das Beispiel Südafrikas. Freilich lagen dort mächtige Anreize zur geologischen Durchforschung seit langem vor: In den Jahren von 1870 bis 1891 wurden die wichtigsten diamantführenden Blaugrundvorkommen entdeckt, 1884 erfolgte die Entdeckung der primären Goldlagerstätten von Barberton, 2 Jahre später die Gründung von Johannesburg am Witwatersrand, dessen Reichtum jene weit überstieg. 1895 war die Goldproduktion Australiens bereits überholt, diejenige der Vereinigten Staaten nahezu erreicht und Transvaal so in kürzester Zeit zur zweiten Stelle aufgerückt. Das war bekanntlich ein Signal zu dem Einfall *Jamesons* im nächsten Jahre. Es mag auch bei Gründung der *Geological Survey of South Africa* eine Rolle gespielt haben und noch offensichtlicher bei der in Johannesburg selbst erfolgten Gründung der Geological Society of South-Africa. Beide fanden schon 1895 statt. 2 Jahre später folgte die *Geological Survey of Transvaal*, an deren Arbeiten *Molengraaff* den Hauptanteil hatte. Eine dritte Geological Survey erhielten *Natal und Zululand* 1899, d. h. nur 20 Jahre nach Unterwerfung der ungewöhnlich starken Zulureiche. In den Jahren 1902, 1904 und 1907 gab sie 3 Reports heraus, die damit zunächst abgeschlossen zu sein scheinen. Die Survey des Kaplandes läßt jährlich Reports erscheinen, in denen eine Fülle des Wissenswerten vereinigt ist. Daß in Grahamstown in Natal nicht nur ein Albany Museum, sondern auch ein Rhodes University College besteht, dürfte den, der nur unsere Kolonien kennt, auch ein wenig verblüffen. Viel bewundernswerter und erstaunlicher aber ist die Tatsache, daß selbst die Stadt

Buluwayo in *Rhodesia*, dem 1899 aus dem Nichts im Handumdrehen geschaffenen Lande, bereits wenige Jahre nach ihrer Gründung ein naturhistorisches Museum mit eigenen, an Ort und Stelle gedruckten Veröffentlichungen besaß. Mit solchen wohlausgestatteten Zentralen und Stützpunkten im Lande läßt sich's naturgemäß ganz anders geologisch arbeiten, als in unsern Kolonien, wo Sammlungen und Bibliothek nahezu völlig fehlen. Und doch sind die für diese Zwecke in Südafrika verwandten Geldmittel nichts weniger als reich zu nennen.

Keine Aufwendungen dagegen werden von den Franzosen gescheut, um ihr gewaltiges, unendlich schwer zu bezwingendes Reich in Nordwestafrika zu einem wahren Kulturbesitz zu gestalten. Haben sie doch von dem, nächst Marokko, geologisch vielleicht kompliziertesten Teile Afrikas, dem gebirgigen Algerien, eine vollständige geologische Karte schon 1876 herausgebracht — in dem Jahre, in welchem *Stanley* den Kongo hinunterfuhr! Diese Karte lag 1900 in dritter, technisch fast unübertrefflicher Ausgabe vor. Rühmend hervorzuheben ist die wissenschaftliche Mitarbeit der französischen Offiziere, die bei ihren schweren Aufträgen noch Zeit finden, die ersten geologischen Erkundungen von Gebieten zu machen, die zuvor von Europäern noch kaum betreten wurden! Unabsehbar ist die Reihe der geologischen Veröffentlichungen über das französische Kolonialreich.

In dieser Umgebung, in der Nachbarschaft des gleichfalls gut bekannten englischen Nigeria, sind Togo und Kamerun leider noch als vollkommen rückständig hinsichtlich der geologischen Erforschung zu bezeichnen. Muß doch die Feststellung erfolgen, daß Togo außer durch *Koert* in den nunmehr 30 Jahren deutscher Herrschaft von keinem deutschen Geologen besucht worden ist!

Vergleicht man die beklagenswerten Zustände in den portugiesischen Kolonien mit denen in unseren deutschen Schutzgebieten genauer, so ist man immer wieder verblüfft, zu sehen, wie unendlich verschiedenwertig die Leistungen zweier Völker gleichen Kulturkreises sein können. Selbst dem Eingeborenen ist der Unterschied ganz offenbar. Soweit überhaupt wissenschaftliche Erforschung vorliegt, ist sie fast ausschließlich von Engländern, Deutschen und Franzosen angebahnt und durchgeführt worden. Ehrlicher Stolz und echte Bewunderung gegenüber dem, was unsere Kulturpioniere unter den gleichen Bedingungen vollbracht haben, darf uns jedoch nicht blenden: Stehen wir nicht angesichts der zielbewußten Arbeit der Franzosen, der so selbstverständlichen Energie der Engländer in solchen kolonialen Dingen ganz ähnlich wiederum um einige Stufen tiefer als sie? Welche unserer Kolonien zeigte auch nur Ansätze einer systematischen geologischen Aufnahme? Wo gibt es Museen, Universitäten, wissenschaftliche Gesellschaften aller Art, die ihre ständigen Veröffent-

lichungen im Lande selbst erscheinen lassen? Ein starker Lichtpunkt in der großen Einöde sei nicht verschwiegen: das vorbildlich organisierte und angelegte Landwirtschaftliche Institut Amani, eine Sehenswürdigkeit des Tanga-Bezirks in Deutsch-Ostafrika. Auch die meteorologischen Beobachtungsnetze und die drei Erdbeben-Registrierapparate in Kiautschou, Apia und Dar-essalam seien angeführt. Das ändert aber noch nicht allzu viel an dem grundlegenden Gegensatz, daß wir Deutschen uns — oft genug zum Vor- teile gegenüber gerade den Engländern! — in vorzüglicher Weise den jeweiligen Landesverhältnissen anzupassen wissen, daß aber die Engländer jedes Land zwingen, sich ihnen anzupassen, überall sozusagen Europa mit sich tragen. Nordamerika, Australien, Indien, Südafrika, auch Ägypten, erhalten englischen Sport, europäische Städte, europäischen Wirtschaftsbetrieb und als festeste Verankerung eben auch europäisch-gründliche und organisierte Wissenschaft. *Der im Lande gewonnene wissenschaftliche Rohstoff kann im Lande selbst verarbeitet werden.* Daß das auch in deutschen Kolonien keine Unmöglichkeit ist, beweist ja das genannte Institut in Amani aufs beste. Alle Naturwissenschaft kann auf die Dauer so wenig wie die Verwaltung der Schutzgebiete selbst auf die große Entfernung hin von der Heimat aus betrieben werden. Am wenigsten aber läßt sich vielleicht das Studium des geologischen Baus auf einmaligen, verhältnismäßig kurzfristigen und dadurch unverhältnismäßig teuren Expeditionen sowie ohne genügendes Personal in gleichmäßiger und ausreichender Weise durchführen.

So ist denn nicht nur das Bild des geologischen Aufbaus des gesamten Kontinents ein äußerst ungleichmäßiges — die Unterschiede zwischen den einzelnen politisch geteilten Ländern wären noch unendlich viel schroffer und schädlicher, wäre nicht die Wissenschaft schon zu einer Zeit vorangegangen, als die Aufteilung noch längst nicht begonnen hatte! — sondern auch innerhalb unserer deutschen Kolonien sind vorzüglich erkundete und geologisch ganz oder nahezu völlig unbekannte Strecken bunt und regellos durcheinandergewürfelt. Wenn in *Hans Meyers* prächtigem Kompendium „Das deutsche Kolonialreich“ geologische Karten von allen vier afrikanischen Schutzgebieten mitgeteilt werden konnten, so darf das über diesen tatsächlichen Zustand nicht hinwegtäuschen. Nach dem, was wir wissen, kann recht wohl innerhalb gewisser Wahrscheinlichkeitsgrenzen vermutet und kartographisch dargestellt werden, was anderweitig zu erwarten ist. Das scheinbar einheitliche geologische Bild enthält also in Wirklichkeit sicheres Wissen und bloße Hypothese gar oft dicht nebeneinander.

Die Zahl der hinausziehenden Expeditionen, auch solcher, die nicht geologische Studien zunächst als Ziel haben, aber doch auch nach dieser

Richtung mancherlei Wissenswertes auf so jungfräulichem Boden ernten, ist dauernd im Wachsen begriffen. So haben uns denn in allen unseren afrikanischen Kolonien die letzten Jahre höchst erfreuliche Fortschritte in der geologischen Erforschung gebracht. Es seien hier kurz die wichtig erscheinenden zusammengestellt, aber nochmals darauf hingewiesen, daß auch eine beliebig lange Fortsetzung dieser erfreulichen Entwicklung eine *im Ganzen methodische* geologische Landesaufnahme nicht zu ersetzen vermag und jedenfalls ganz erheblich unökonomisch genannt zu werden verdient.

Eine vortreffliche, noch heute mit viel Nutzen zu verwertende Grundlage war das Werk *Stromers von Reichenbach*, der im Jahre 1896, also 12 Jahre nach der Besitzergreifung afrikanischer Länder durch das Deutsche Reich, alles bis dahin aus Reisewerken bekannt Gewordene auf *Zittels* Anregung hin in seiner „Geologie der deutschen Schutzgebiete in Afrika“ zusammenfaßte und sogar schon damals geologische Karten für Deutsch-Ostafrika, Deutsch-Südwestafrika und Kamerun in den Hauptzügen entwerfen konnte. Togo war geologisch trotz der verlockenden Nachbarschaft der Goldküste noch fast ganz unbekannt. Seitdem sind etwa folgende hauptsächliche Fortschritte zu verzeichnen:

In Togo waren zunächst einem bayerischen Offiziere, Freiherrn *von Seefried*, Aufsammlungen von Gesteinsproben aller Art als Ausbeute mehrjähriger Reisen im Lande zu danken. München trat sie indes mit anerkennenswerter Selbstlosigkeit an Berlin ab, als sich dort reicheres Material allmählich zusammenfand, vor allem aber, weil eine volle Verwertung derartiger Sammlungen in geologischen Dingen nicht möglich ist ohne sachverständige Beobachtung an Ort und Stelle selbst. Diese war *Koert* vergönnt, der in den Jahren 1904–08 im Auftrage des Gouvernements zu praktischen Zwecken das Land bereiste.

In Kamerun erzielte *Esch* 1897 insofern den ersten größeren Erfolg, als es ihm gelang, interessante und zahlreiche Fossilien der Kreide und des Tertiärs aus diesem bis dahin stratigraphisch fast völlig dunklen Lande heimzubringen. Als Regierungsgeologe war *Guillemin* 1905 bis 1907 tätig und seine „Beiträge zur Geologie von Kamerun“ bringen namhafte Aufklärungen über weite Gebiete der Kolonie. Interessant waren insbesondere seine Feststellungen über das Auftreten von Kohle und Salzquellen am Croß-Fluß und über fischführende Schiefer und Kreide am Mamfe-Bach. Sein Nachfolger *Mann* setzte 1908 bis 1910 das Werk der Erforschung fort und entdeckte ein stratigraphisch höchst wichtiges, gleichfalls mesozoische Fischreste enthaltendes Gestein weit im Innern, nämlich bei Ssorauil in Adamaua, wo man bisher höchstens paläozoische Sedimente vermutet hatte. Zurzeit ist eine geologische Expedition der Herren *Elbert* und *Lange* in Neukamerun tätig.

Zahlreich sind die in Deutsch-Südwest vorgenommenen Erkundungen, das sich immer mehr als ein echter Bestandteil des an Bodenschätzen so reichen Südafrika zu erkennen gegeben hat. Für das Gouvernement waren hier die Herren *Herrmann*, *Ränge* und *Lotz* tätig, deren jeder wichtige Beiträge zur Geologie des Schutzgebietes, insbesondere auch zur Erkenntnis der Natur der Diamantenlagerstätten geliefert hat. Von *Ränge* haben wir eine schöne geologische Karte des ganzen Südens der Kolonie erhalten. Wichtige Fossilfundstellen wurden im Innern des Landes in den Karrooschichten und längs der Südküste in bisher unbekannt gebliebenen Tertiärschichten entdeckt, interessant war auch die Auffindung von Ablagerungen der permischen Eiszeit Südafrikas im deutschen Gebiete. Des weiteren sind kartographische Aufnahmen des geologischen Baus im Auftrage von Privatgesellschaften an verschiedenen Stellen der Kolonie geschaffen worden, so im Kaokofeld durch *Kuntz* 1911 (für die Kaoko-Land- und Minengesellschaft), im Hererolande, und zwar am Erongo durch *Cloos*, im Bastard- und Khanas-Hottentotten-Lande durch *Rimann* 1910 (für die Hanseatische Minengesellschaft). Wertvolle Beobachtungen teilte auch *L. Schultze* von seiner vorwiegend anderen Zielen gewidmeten Forschungsreise durch das Namaland und die Kalahari mit, vor allem aber *Passarge* in seiner umfassenden Monographie über die in den Osten der Kolonie hineingreifende Kalahari.

Groß ist endlich die Zahl der Reisen und Ergebnisse in Deutsch-Ostafrika gewesen. Die wichtigsten ersten Entdeckungen verdanken wir englischen Forschungsreisenden aus der Zeit vor der Aufteilung. Wie schon erwähnt, bereiste *Bornhardt* für das Gouvernement von 1895 bis 1897 den ganzen Osten und die Südhälfte der Kolonie mit glänzendem Erfolge. Der Aufbau dieses gewaltigen Gebietes tritt in seinem vorbildlich abgefaßten Berichte bereits klar in die Erscheinung. Über die große Verbreitung mesozoischer Ablagerungen auch fern von der Küste erfuhren wir daraus zum ersten Male. *Dantz* setzte in den folgenden Jahren sein Werk fort und besichtigte auch den Norden teilweise. Wir verdanken ihm eine zusammenfassende Übersichtskarte. Erst jetzt ist die amtliche Geologenstelle nach leider langem Zwischenraum durch *Scholz* besetzt worden. Doch wurde inzwischen auf mancherlei Expeditionen emsig weiter an dem großen Werke der geologischen Erschließung gearbeitet. Die *Glauning-Kohlschütter*sche Pendexpedition von 1899/1900 brachte Aufklärung über tektonische Fragen. *Jaeger* und *Uhlig* widmeten sich 1905 bis 1907 der Erforschung der Vulkan- und Grabengebiete des Nordens, von ersterem ist soeben eine die größte Lücke ausfüllende umfassende Darstellung des abflußlosen Gebietes und der Riesenkrater mit geologischer Karte in glänzender Ausstattung erschienen, eine landeskundliche Monographie, der hoffentlich die beiden anderen aus dem gleichen

Wettbewerb hervorgegangenen Arbeiten, nämlich von *Werth* über das Küstenland und von Fräulein *Frey* über den Nyassa und sein Reich bald nachfolgen werden. *Tornau* hat über das von der letzten Strecke der Zentralbahn zu durchquerende Gebiet zwischen Tabora und Ujiji berichtet. *Vageler* hat bodenkundliche Untersuchungen in der Mkatta- und in der Wemberesteppe im amtlichen Auftrage angestellt. Sein Begleiter auf der zweiten Reise *Meyer* und *Obst* vom Kolonialinstitut in Hamburg haben die Tafelberglandschaften und den ostafrikanischen Graben nordwärts von der Bahnstrecke erforscht und geschildert. *Koert* hat interessante Einzelbeiträge für die Umgebung des Hafenortes Tanga und der Versuchsstation Amani im Usambaragebirge geliefert. *Hans Meyer* bereiste das Land zwischen Tanganyika und Victoriasee, und die Expedition des *Herzogs von Mecklenburg* berührte mit der Erforschung des Kivusees und seiner Vulkanumrahmung den äußersten Nordwesten der Kolonie. *Fraas* durchzog 1907 größere Strecken in verschiedenen Teilen des Landes und brachte neben anderen reichen Sammlungen dank einem kühn durchgeführten Entschlusse die erste Kunde von der Sattlerschen Entdeckung gewaltiger Riesensaurier am Tendaguru. Die daraufhin ausgerüstete Tendaguru-Expedition, die von 1909 bis 1912 für das Berliner Naturkundemuseum paläontologische Ausgrabungen auf jene Dinosaurier im südlichen Küstenhinterlande vornahm, konnte gleichzeitig bei dem Aufenthalte von vier Geologen (*Janensch, von Staff, Hennig, Reck*) in begrenztem Gebiete und während mehrerer Jahre mancherlei Neues zur Morphogenie, Stratigraphie und Tektonik des Arbeitsgebietes, wie auch des Landes längs der Zentralbahn und am Fuße des Ulugurugebirges bis zum Rufiji hin beitragen. Eine morphologische und eine geologische Karte der Bezirke Lindi und Kilwa gingen bisher daraus hervor. Zurzeit ist *Reck* auch in anderen Teilen, speziell im Norden der Kolonie zwischen Tanga und dem Victoria-see geologisch tätig. Erfreulicherweise soll auf der Ausstellung in Daressalam zur Eröffnung der zum Tanganyika führenden Bahn im Jahre 1914 nicht nur der Bergbau, sondern anscheinend auch Geologie und Paläontologie des weiten Landes in gewissen Grenzen zur Geltung kommen.

Es wäre eine würdige Gedenkfeier, wenn ein bleibendes Institut daraus hervorginge, und Deutsch-Ostafrika darin auch den anderen deutschen Schutzgebieten mit gutem Beispiel voranginge. Die Eroberung eines Kulturvolkes wie Deutschland muß unbedingt auch eine wissenschaftliche und zwar eine nicht-private sein. Englands und auch Frankreichs Vorsprung in dieser und so mancher andern Beziehung ist groß genug. Lassen wir ihn wenigstens nicht dauernd sich noch vergrößern!

Abwehr des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien gegen die Angriffe seines Ausschußmitgliedes und wissenschaftlichen Mitarbeiters Prof. Dr. Steuer.

In seinem in dieser Zeitschrift, Jahrgang I, Nr. 47 und 48, Ende November abgedruckten Vortrag über „Ziele und Wege biologischer Mittelmeerforschung“ hat Herr Prof. *Steuer* den Adriaverein auf das schwerste angegriffen. Er hat dabei, eine Reihe von Aufgaben, so vor allem die hydrographischen, welche letztere der Verein mit großem Erfolg bearbeitet hat, wie wir unter Hinweis auf die ausgezeichneten Untersuchungen von *A. Merz* und *A. Grand* sagen dürfen, unerwähnt lassend, die Tätigkeit des Vereins ausschließlich unter dem Gesichtswinkel der Planktonforschung betrachtet. Insbesondere sucht er durch die Tabelle S. 1173 den Eindruck zu erwecken, als wenn in Österreich im Vergleich zum Deutschen Reich die ganze Planktonforschung darniederläge. Er gibt in dieser Tabelle eine Übersicht über die Bearbeitung des auf 28 Forschungsfahrten in der Adria gesammelten Planktonmaterials; als Muster stellt er die Bearbeitung des Materials der Deutschen Planktonexpedition im Atlantischen Ozean hin; dann fügt er eine Liste der Bearbeiter der einzelnen Gruppen des Planktons von den Virchowfahrten in der Adria und von der Polaexpedition der Wiener Akademie der Wissenschaften in der Adria hinzu und gibt hierauf für die Bearbeitung des Materials der „Argo“- und „Adria“-Fahrten des Adriavereins zwei große Kolonnen, so in der Tat durchaus den Eindruck erweckend, als wenn von seiten des Adriavereins nichts für die Bearbeitung des Planktonmaterials geschehe. Dieser Eindruck entsteht dadurch, daß Herr *Steuer* in jener Tabelle in illoyaler Weise einerseits willkürlich Material gruppiert, andererseits eine Reihe wichtiger Tatsachen überhaupt verschweigt.

1. Herr *Steuer* vergleicht die Bearbeitung des Materials der deutschen Expedition in den Atlantischen Ozean von 1889 mit der Bearbeitung des Planktons der erst vor wenigen Jahren (1904—1910) erfolgten Fahrten der „Argo“ und „Adria“ des Adriavereins. Daß in 24 Jahren ein Material ganz anders bearbeitet werden kann als in wenigen Jahren, liegt auf der Hand.

2. Herr *Steuer* rechnet die Bearbeitung des Planktons der kurz dauernden und wenig ausgedehnten Fahrten des „Virchow“ in der Adria dem Deutschen Reich zu, obwohl von den 10 Bearbeitern 7 Österreicher sind.

3. Herr *Steuer* verschweigt in der Tabelle, daß seit 1911 der Adriaverein 10 große Fahrten mit dem kleinen Kriegsschiff „Najade“ ausgeführt hat, die durch ihre Dauer (bis September 1913 27 Wochen) ihre Erstreckung über die ganze Adria und den großen wissenschaftlichen Stab, der teilnahm, die „Argo“- und „Adria“-Fahrten an Bedeutung um ein Vielfaches übertreffen.

4. Herr *Steuer* verschweigt, daß das Phytoplankton der „Najade“-Fahrten in voller Bearbeitung ist und bereits eine Reihe von Publikationen darüber vorliegen.

5. Herr *Steuer* verschweigt, daß der Adriaverein vor 2 Jahren ihn, Herrn *Steuer* selbst, mit der Bearbeitung des Zooplanktons der „Najade“-Fahrten betraut und zugleich den Leiter der biologischen Arbeiten des

Adriavereins, Herrn Prof. Dr. C. I. Cori in Triest, beauftragt hat, das gesamte Material Herrn Professor *Steuer* zur Verfügung zu stellen, ferner, daß der Verein Herrn *Steuer* vor Jahresfrist in den Ausschuß gewählt hat, um ihm so die weitgehendste Möglichkeit der Mitarbeit zu gewähren.

6. Herr *Steuer* verschweigt, daß die Bearbeitung des Zooplanktonmaterials der „Najade“-Fahrten in der Tat auch schon vollkommen im Gange ist. Herr *Steuer* hat dem Verein als bereits in Tätigkeit getretene Bearbeiter einzelner Tiergruppen die folgenden Herren bezeichnet:

Professor *Brehm* (Eger),
Kalkschmidt (Innsbruck),
 Prof. *Kwiatkowski* (Lemberg),
 Dr. C. *Lehnhofer* (Innsbruck),
 Fr. *Valerie Neppi* (Triest),
 Dr. O. *Pesta* (Wien),
 Dr. V. *Pietschmann* (Wien),
 Prof. Dr. A. *Steuer* (Innsbruck),
Übel (Innsbruck).

7. Herr *Steuer* verschweigt, daß ihm der Ausschuß auch die Bearbeitung des Zooplanktons der „Argo“- und „Adria“-Fahrten übertragen hat, daß aber Herr *Steuer* dieses Material von der Bearbeitung ausgeschlossen hat, wodurch er selbst dazu beitrug, für die „Argo“- und „Adria“-Fahrten die weißen Kolonnen in seiner Tabelle zu schaffen.

8. Herr *Steuer* verschweigt, daß er bei der Mai- und der Augustfahrt 1912 als Mitarbeiter, bei der März- und Maifahrt 1913 als Stellvertreter des Leiters der biologischen Arbeiten auf der „Najade“ mitgefahren ist, und daß seine Wünsche beim biologischen Programm dieser und der späteren Fahrten voll berücksichtigt worden sind.

Leider ergab sich infolge der Unverträglichkeit des Herrn *Steuer* die Unmöglichkeit, ihn zu weiteren Fahrten heranzuziehen; ein entsprechendes Ansuchen des Herrn *Steuer* mußte in der Ausschußsitzung des Adriavereins am 4. Juli 1913 abgelehnt werden. Gewissermaßen als Antwort auf diese Ablehnung hat Herr *Steuer* im September 1913 vor der Naturforscherversammlung in Wien den in dieser Zeitschrift abgedruckten Vortrag gehalten. Er hat auch nicht versäumt, wie er selbst zugegeben hat, diesen Vortrag, in dem er durch Verschweigen der von uns oben aufgeführten Tatsachen direkt ein verschobenes Bild von der Tätigkeit des Adriavereins zu geben sucht, dem österreichischen Ministerium für Kultus und Unterricht einzusenden, das den Adriaverein subventioniert.

Wir überlassen die Beurteilung der Handlungsweise des Herrn *Steuer*, der selbst Ausschußmitglied des Vereins ist, dem geeigneten Leser.

Wien, 20. Dezember 1913.

Im Auftrage des Ausschusses des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Forschung der Adria in Wien:

J. v. Wiesner,
 Obmann-Stellvertreter.

Besprechungen.

Kleinpeter, Hans, Der Phänomenalismus. Eine naturwissenschaftliche Weltanschauung. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1913. VII, 285 S. Preis geh. M. 5,40, geb. M. 6,20.

Der Verfasser will in dieser Schrift vor allem für die Anschauungen *Machs*, als dessen Anhänger er

schon früher bekannt geworden ist, von neuem eintreten. Er sieht in *Mach* nicht nur einen Naturphilosophen und Erkenntniskritiker, dem die neuere Philosophie wie die exakte Naturerkenntnis wichtige Anregungen, bedeutsame neue Gesichtspunkte, vor allem wertvolle heuristische Prinzipien der fortschreitenden Forschung verdankt, sondern auch den Begründer und mindestens den ersten Wegbereiter einer neuen *Weltanschauung* — eben des Phänomenalismus. Dieser ist freilich nicht nur durch *Mach* vertreten, sondern wird, außer durch Vertreter positiver Wissenschaften, auch durch eine Reihe philosophischer Namen repräsentiert wie *Nietzsche*, *Avenarius* und seine Schule, *Schuppe* und die immanente Philosophie und die Vertreter des Pragmatismus, *Dewey* und *Schiller*. Indessen bilden doch, wie man deutlich sieht, die Grundanschauungen *Machs* wie den Ausgangspunkt, so auch nach wie vor für den Verfasser den Mittelpunkt der phänomenalistischen Weltanschauung, an dem diese sich der Hauptsache nach orientiert.

Von dieser phänomenalistischen Weltanschauung glaubt der Verfasser sagen zu dürfen, daß sie, systematisch gefaßt, an systematischer Geschlossenheit hinter keinem philosophischen System zurückstehe. Hierfür sucht er dann vor allem den Nachweis zu erbringen. Und demnach bildet es die Aufgabe seines Buches, „diese Gedankenrichtung (des Phänomenalismus) näher zu charakterisieren, den logisch-systematischen Aufbau ihrer Gedankenwelt klarzustellen und einen Überblick über ihre gegenwärtige Verbreitung sowie auch eine Beleuchtung ihrer Stellung zu anderen geläufigen Auffassungsweisen der Gegenwart zu geben“.

Die Kriterien der phänomenalistischen Weltanschauung, wie *Kleinpeter* sie darstellt, sind zunächst rein negativ: sie will das einheitliche Weltbild nicht auf logisch-deduktivem Wege ableiten — alle derartigen Versuche, auch der mit gewissen Einschränkungen und kritisch-behutsam unternommene *Kants*, seien gescheitert; sie will überhaupt auch auf jede logische Ableitung verzichten — denn eine logisch begründete Philosophie sei unmöglich; ja sie verzichtet auch auf allgemein und notwendig gültige Wahrheiten überhaupt — denn etwas Derartiges gebe es nicht, „weder auf dem Gebiete der Philosophie, noch auf dem der Mathematik oder mathematischen Physik“. — Statt dessen will nun der Phänomenalismus lediglich relative Wahrheiten zu geben versuchen, indem er das Beispiel der exakten Wissenschaften nachahmt. Wie diese nimmt er also seinen Ausgangspunkt im Individuum, genauer im individuellen Erlebnis, noch genauer in dem individuellen Erlebnis, dem noch keinerlei willkürliche Zutat beigemischt, das vom Willen noch in nichts verändert, erst recht also noch nicht „logisiert“ worden ist — wir nennen es die *Empfindung*. Nur dies ist nach Ansicht des Verfassers der richtige Begriff der Erfahrung — nicht der Kantische, in dem die Erfahrung bereits zur Theorie gesteigert ist. Von den Empfindungen in diesem Sinne sind zu unterscheiden die Vorstellungen: jene allein sind allem Willen entrückt, diese von ihm beeinflusst, jene können also nur erlebt, nicht mitgeteilt und übermittelt werden wie diese, die Empfindungen allein sind also, wie es schon *Locke*, der Vater des englischen Empirismus, aussprach, das allein Reale, weil das allein Gegebene, die Vorstellungen dagegen erscheinen als sekundäre Produkte der Empfindungen, mit denen der Geist frei schalten, die er auch beliebig kombinieren kann. Die Freiheit der Vorstellungswelt ist daher für die phänomenalistische

Anschauungsweise ebenso charakteristisch wie die Gebundenheit der Empfindungswelt.

Daraus ergibt sich nun also zunächst, daß dem Phänomenalismus zufolge (und hierin liegt eine gewisse Übereinstimmung mit *Kant*) uns niemals Dinge, Objekte gegeben, also in diesem Sinne auch keine Realitäten, sondern nur Phänomene sein können, die nicht Grundlage, sondern Zwischenglieder unserer Erkenntnis sind. Es folgt ferner, daß, was wir Erkenntnis nennen, im Grunde nichts ist als eine Art Kombinatorik, vergleichbar (auch der Verfasser zieht diesen Vergleich wiederholt heran) dem Schachspiel, nur daß nicht Figuren, sondern Vorstellungen kombiniert werden, auf jenen mannigfaltigen, zahlreiche Modifikationen zulassenden Wegen und Etappen, welche durch die Ausdrücke Begriffe, Urteile, Schlüsse, Beweise, Axiome, Theorien, Hypothesen usw. bezeichnet werden. Es folgt sodann natürlich, daß es für den Phänomenalismus eine Wahrheit im allgemeinen, unbedingten, und erst recht im absoluten Sinne, nicht gibt; es gibt nur relative Wahrheiten. Was die — zunächst rein subjektiven — Urteile, die einzelne Menschen aussprechen zu sollen meinen, zu solchen relativen Wahrheiten stempelt, sie in diesem Sinne also, und auch immer nur vorübergehend, verifiziert, ist ein doppeltes Kriterium, ein theoretisches und ein praktisches: ein Urteil bezeichnen wir als wahr, wenn es durch die Empfindung, in diesem Sinne also durch Erfahrung, bestätigt wird; aber auch dann, wenn es, obschon eine solche Bestätigung durch Erfahrung fehlt, unseren praktischen Bedürfnissen und Interessen entgegenkommt, unsere menschlichen Entwicklungen, seien es individuelle oder allgemeine, zu fördern verheißt. So mündet der Phänomenalismus zuletzt unmittelbar in den *Pragmatismus*, der von diesem Gesichtspunkte, daß die Praxis über den Wert der Theorien zu entscheiden habe, seinen Ausgangspunkt nimmt. —

Diese Gedanken, die ja in den letzten Jahrzehnten vielfach, namentlich in der Philosophie und den theoretischen Naturwissenschaften, diskutiert worden sind, umschreiben etwa das, was der Verfasser als Weltanschauung des Phänomenalismus bezeichnet. Und es ist sicher ein Verdienst seiner Schrift, das Gesamtgebiet der hierher gehörigen Vorstellungen und Gedankengänge einmal möglichst klar umgrenzt und in deutlichem Zusammenhang, auch mit den geschichtlichen Prämissen, in durchsichtiger Darstellung vor Augen geführt zu haben. (Leider stören nicht selten überflüssige Wiederholungen und noch häufiger zahlreiche Druckfehler.) Ob es aber der vorliegenden Schrift gelungen ist, die hohe Bedeutung, um nicht zu sagen unbedingte Überlegenheit, des Phänomenalismus als Weltanschauung wirklich zu demonstrieren und in diesem Sinne dafür zu werben, ist eine ganz andere Frage. Mir scheint sie durchaus zu verneinen, und der phänomenalistischen Gedankenrichtung, die innerhalb gewisser Grenzen als heuristisches Prinzip sehr wertvoll sein kann und auch bereits geworden ist, scheint mir zu einer Weltanschauung, auch im Sinne des Verfassers, so gut wie alles zu fehlen. Das näher zu begründen, ist natürlich hier nicht der Ort. Aber ich möchte doch beiläufig darauf hinweisen, daß die vom Verfasser vorgetragene Anschauungsweise gerade in den wichtigsten Punkten sich selbst aufhebt. So verwirft der Verfasser jede Art axiomatischer Urteile wie das *a priori* — und er führt doch dann das Axiom ein, die Empfindung sei das allein schlechthin Gegebene und Reale; er perhorresziert das logisch-de-

duktive Verfahren — und seine ganze Darstellung ist nichts anderes als ein solches deduktiv-logisches Verfahren; er verdammt keinen Begriff so entschieden wie die Kategorie der Substanz — und er macht dann doch, da ja natürlich auch er diesem Begriffe nicht entrinnen kann, den Begriff der reinen Empfindung zur Substanz und damit zum tragenden Begriff seiner Weltanschauung; ja selbst unter dem Gesichtswinkel des Pragmatismus muß man schließlich fragen: wenn es wahr ist, was dieser behauptet, daß der praktische Wert, zuhöchst also, wie der Verfasser selbst sagt, die Kraft der Lebensförderung es ist, die über den Wert einer Theorie zuletzt entscheidet — welcher Wert kann dann wohl einer Anschauungsweise beigemessen werden, die, wie der Phänomenalismus, dem Menschen alle Aussichten benimmt, ihn in stärkster Weise bedrückt, und ihn mit der kümmerlichen Aussicht entläßt, vielleicht auf dem Schachbrett subjektiver Hypothesen ein paar Kombinationen mehr gewinnen, aber niemals aus dem castalischen Quell der Wahrheit auch nur *einen* Trunk schöpfen zu können?

Schließlich ist es aber auch keineswegs richtig, daß, wie der Verfasser meint, von den verschiedensten Seiten her die geistigen Hauptströmungen sich im Konvergenzpunkte der phänomenalistischen Weltanschauung sammeln. Er interpretiert dabei zum mindesten weit mehr in die einzelnen Zeiterscheinungen hinein, als bei objektiver Prüfung zulässig ist. Er findet die phänomenalistische Anschauungsweise nicht nur — ganz oder teilweise — bei Philosophen der Jetztzeit, sondern vor allem auch bei einer Reihe hervorragender Naturforscher vertreten, namentlich solchen, die sich mit den erkenntnistheoretischen und methodologischen Grundfragen der Naturforschung, oder wenigstens einzelner ihrer Zweige beschäftigt haben. Er nennt in dieser Hinsicht, außer *Mach* selbst und dem ihm nahestehenden *Stallo*, z. B. *Maxwell* (den er ganz für den Phänomenalismus in Anspruch nimmt), ferner *Faraday*, *Lord Kelvin*, *Hertz*, *Verworn*, *Zichen*, *Clifford* u. a. Aber selbst bei namhaftesten Vertretern der Mathematik, ferner der Psychologie, ja sogar der Ethik (*Clifford*, *Menger*, *Nietzsche*) findet er sie wieder. Allein er übersieht dabei, daß es sich hier doch überall (auch bei *Mach* selbst) um vorsichtig tastende Versuche in erkenntniskritischer Richtung, nicht aber um eine neue Weltanschauung handelt. Am wenigsten berechtigt ist es, *Goethe* als Eideshelfer zu zitieren, ja ihn geradezu als Prototyp phänomenalistischer Denkweise hinzustellen. Dazu geben die paar Zitate, die der Verfasser beibringt, keinerlei Anlaß — *Goethe* ist stets überzeugter Anhänger *Spinozas* geblieben, späterhin auch von *Plato* nachhaltig beeinflusst worden, also den beiden Denkern zugehörig, die nach Ansicht des Verfassers dem Phänomenalismus diametral entgegen stehen. Dagegen kann für letzteren mit besserem Recht *Nietzsche* in Anspruch genommen werden — selbst zur Theorie vom Übermenschen führen, wie der Verf. zeigt, deutliche Verbindungsfäden hinüber. Überhaupt scheint mir nach dieser Seite hin, in dem Aufspüren und Darlegen solcher Beziehungen unter einheitlichem Gesichtspunkte, ein Hauptwert der vorliegenden Schrift zu liegen, die schon um dessentwillen vielfache Anregungen bringt, daher auch von denen, die mit den positiven Ergebnissen keineswegs übereinstimmen, gelesen zu werden verdient.

M. Kronenberg, Berlin.

Kotten, Elisabeth, Goethes Urphänomen und die platonische Idee. Gießen, Alfred Töpelmann, 1913. IV, 132 S. Preis M. 4,20.

Die große, zum Teil bahnbrechende Bedeutung *Goethes* für die moderne Naturerkenntnis ist innerhalb der zünftigen Naturforschung jahrzehntelang ganz verkannt, meist geradezu mißachtet und mit wenigen Ausnahmen (zu denen z. B. *Helmholtz* gehört) als eine Art von Dilettantismus geringschätzig beiseite geschoben worden. Umgekehrt haben aber auch die allermeisten von denen, die sich mit *Goethes* Lebenswerk im ganzen beschäftigten und auseinandersetzen, gerade seiner umfangreichen naturwissenschaftlichen Forschungsarbeit, teils mit Unkenntnis und Mißverstehen, mehr noch mit Verlegenheit gegenüber gestanden. Nach beiden Seiten ist nun in unseren Tagen schon seit geraumer Zeit eine gründliche Wandlung eingetreten, und wir besitzen bereits eine, noch nicht umfangreiche, aber, was mehr wert ist, fast durchweg sehr aufschlußreiche Literatur, welche das Thema *Goethes* Naturerkenntnis zunächst erst einmal in gründlichen Einzeluntersuchungen von verschiedenen Seiten her zu beleuchten sucht.

Einen wertvollen Beitrag dieser Art stellt auch die vorliegende Schrift dar — wertvoll vor allem durch die gründliche Beherrschung des weithin zerstreuten Materials und die schlichte Sachlichkeit der gerade dadurch fesselnden Darstellung. Sie will den Begriff des Urphänomens klären helfen — einen der wichtigsten, wenn nicht vielleicht den wichtigsten, Begriff der Goetheschen Naturerkenntnis, zugleich einen der schwierigsten. In ihm kommen, wie in einem Kristallisationspunkt, die verschiedenen eigentümlichen Seiten Goethescher Naturforschung und Naturerkenntnis besonders prägnant zum Ausdruck. *Goethes* Art, die Naturerscheinungen zu betrachten und zu erforschen, unterscheidet sich ja vor allem dadurch von anderen, daß sie eine geniale Synthese darstellt von analytischer und synthetischer, empiristisch-anschaulicher und ideell-philosophischer, rein verstandesmäßiger und induktiver Betrachtungsweise. Auf alles dies deutet der von *Goethe* geschaffene Ausdruck „Urphänomen“ einheitlich hin. Er spricht sich darüber in der Farbenlehre einmal mit den Worten aus: „Das, was wir in der Erscheinung gewahr werden, sind meistens nur Fälle, welche sich mit einiger Aufmerksamkeit unter allgemeine empirische Rubriken bringen lassen. Diese subordinieren sich abermals unter wissenschaftliche Rubriken, welche weiter hinaufdeuten, wobei uns gewisse unerläßliche Bedingungen des Erscheinenden näher bekannt werden. Von nun an fügt sich alles nach und nach unter höhere Regeln und Gesetze, die sich aber nicht durch Worte und Hypothesen dem Verstande, sondern gleichfalls durch Phänomene dem Anschauen offenbaren. Wir nennen sie Urphänomene, weil nichts in der Erscheinung über ihnen liegt, sie aber dagegen völlig geeignet sind, daß man stufenweise, wie wir vorhin hinaufgestiegen, von ihnen herab bis zu dem gemeinsten Falle der täglichen Erfahrung niedersteigen kann.“

Indessen mit solchen und ähnlichen nur sehr spärlich auftretenden Erklärungen und Umschreibungen — Definitionen in strengerem Sinne waren am wenigsten *Goethes* Sache — ist natürlich die Sache selbst noch wenig aufgeheilt. Dazu ist es durchaus unerläßlich, *Goethes* ganze Geistesart zu verstehen, sie kongenial zu begreifen; und eine wichtige Vorbedingung hierfür ist es wiederum, daß man die historischen Prämissen kennt, die Vorbilder, an die *Goethes* Anschauungsweise

unmittelbar anknüpfte, und die zeitgenössischen Einflüsse, welche dabei mitwirkten. In diesem Sinne sucht auch die Verfasserin *Goethes* Naturanschauung und seine Konzeption des Urphänomens zu begreifen, und sie kommt dabei zu dem Ergebnis, welches sie zu erweisen sucht, daß dieser Begriff, wiewohl in eigenartiger Weise von *Goethe* selbst gebildet und entwickelt, doch unmittelbar anknüpft an die *Platonische Idee*, mit ihr im wesentlichen konform ist und durch sie auch direkt beeinflusst wurde.

Diese Grundthese ist zweifellos richtig — und doch auch wieder nicht richtig. Richtig ist sie nur, wenn man von der Entwicklung der Anschauungen *Goethes* absieht und nur auf die Zeit der Vollendung hinblickt. Denn da tritt die innere Verwandtschaft von Urphänomen und Platonischer Idee nicht nur für den unbefangenen Beobachter deutlich genug zutage, sondern es ist auch von *Goethe* selbst direkt und indirekt in mannigfaltigen Wendungen darauf hingedeutet worden, weil er selbst diese Verwandtschaft deutlich genug empfand. Aber ursprünglich war weder das eine noch das andere der Fall. Auch der Begriff des Urphänomens ist, wie die Naturanschauung *Goethes* überhaupt, entstanden im engsten Anschluß an den spinozistischen Begriff der Substanz, allgemein an die Philosophie *Spinozas*, wie sie ihm auch durch *Lessing* und ganz besonders durch *Herder* nahegebracht worden war. Erst späterhin, unter der Einwirkung *Schillers*, und sodann namentlich *Schellings*, wandelte sich der Begriff allmählich im Sinne einer immer stärkeren Übereinstimmung mit der Platonischen Idee, ohne daß doch deshalb die ursprüngliche spinozistische Anschauungsweise jemals verlassen worden wäre¹⁾.

Sieht man aber hiervon und von dem Mangel einer chronologisch-entwicklungsgeschichtlichen Untersuchung ab, so wird man es jedenfalls mit Dank begrüßen dürfen, daß in der vorliegenden Schrift die enge Verwandtschaft und Übereinstimmung *Goethes* mit der ganzen Geistesart *Platos* kräftig betont und in deutlicher Weise aufgewiesen wird. Es ist das um so dankenswerter, als gerade neuerdings mehrfach anti-platonische Richtungen der Naturphilosophie, -ismen und -aner der verschiedensten Art (seltsamerweise sogar die reinen Phänomenalisten) an dem weiten Goetheschen Mantel eifrig zupfen und sich bemühen, den großen Namen für sich in Anspruch zu nehmen.

M. Kronenberg, Berlin.

Siegel, Carl, Geschichte der deutschen Naturphilosophie. Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H., 1913. XV, 390 S. 8°. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,—.

Den Gegenstand der Naturphilosophie und ihre Stellung zur Naturwissenschaft bezeichnet der Verfasser dadurch, daß er der Naturphilosophie eine besondere wissenschaftliche Disziplin einräumt, „die bewußt neben und nach der Naturwissenschaft auftritt, nicht nur möglich nach, sondern notwendig neben ihr, gefordert von ihr als unentbehrliche Ergänzung“ (Vorwort Seite VI). Es wird also nicht von der Naturphilosophie an Stelle der exakten Wissenschaft gehandelt, z. B. von Ähnlichem, wie es die Spekulationen der jonischen Naturphilosophen enthalten. Auch die Vertreter der Überzeugung, daß sich auf ausschließlich naturwissenschaftlicher Basis eine umfassende Weltan-

¹⁾ Damit erledigen sich auch die Ausführungen auf Seite 110 f. über die Darstellung in Band II meiner „Geschichte des deutschen Idealismus“ (München, 1912, C. H. Beckscher Verlag).

schauung in befriedigender Weise aufbauen lasse, haben keine Berücksichtigung gefunden. „Wer aus dem Bannkreis der Naturwissenschaft nicht heraustritt, kann zu einer Naturphilosophie sich nicht erheben. Die Philosophie muß entweder der Naturwissenschaft kritisch gegenüberstehen, ihre Voraussetzungen, Methoden und Ziele herausheben und prüfen, oder aber den Versuch unternehmen, die Einsicht in die Natur von anderer Seite als auf dem eigentlich naturwissenschaftlichen Wege, etwa durch Heranziehung der inneren Erfahrung zu fördern: im ersten Falle ist sie erkenntniskritisch, im anderen metaphysisch gerichtet.“ (Seite 283.)

Nach einem Überblick über die Anfänge der Naturphilosophie in Deutschland (*Kopernikus, Nikolaus von Cusa, Paracelsus von Hohenheim, Agrippa von Nettesheim, Jakob Böhme*) und über *Keplers* Naturanschauung widmet sich der Verfasser der ausführlicheren Darstellung der selbständigen Systeme oder der Ansätze zu solchen. Von *Leibniz* stammen die Ideen, die für die Naturphilosophie weiterhin grundlegend werden. Seine dynamistische Philosophie hat sich als erste mit der eben entstandenen exakten Naturwissenschaft auseinanderzusetzen. Seine Ablehnung des Atomismus und sein Energetismus haben bis in die Gegenwart ihre Bedeutung behalten.

Kants Kritizismus gilt es, die strenge Naturwissenschaft zu fundieren. „Seine Naturphilosophie ist in erster Linie Philosophie der Naturwissenschaft. Nur daneben und darüber hinaus deutet er — jedoch mit aller Reserve und Betonung des Hypothetischen — die Grundlinien einer Naturphilosophie als einer Metaphysik der Natur an.“ (Seite 118.) Ihm folgt *J. Fr. Fries* in der scharfen Auseinanderhaltung der beiden Seiten der Naturphilosophie, der kritischen und der metaphysischen.

Die romantische Schule will der Schärfe des kritischen Verstandes die Tiefe des Gefühls und die Weite der Phantasie entgegensetzen. „Der Verstand ist objektiv, analysiert und geht auf die Mannigfaltigkeit, das Gefühl subjektiv und führt zu Einheit und Ganzheit: Subjektivität, Einheit und Totalität werden zum Lösungswort.“ (Seite 131.) Um *Goethe* scharen sich die Vertreter solcher Anschauungen. *Herder* vertritt sie schon früher, und in *Schelling* finden sie ihren systematischen Begründer. An die Stelle der scharfen Grenzbestimmungen und des allseitigen Abwägens der kritischen Philosophie tritt die Einfühlung, das Schauen und Ahnen großer Zusammenhänge und neuer Analogien. Die Betrachtung *Schopenhauers* schließt der Verfasser an die der Romantiker, womit dieser, der sich als der allein würdige Nachfolger *Kants* gefühlt hat, nicht einverstanden sein würde. Allein auch für ihn ist das Objekt seiner Philosophie nicht die Wissenschaft von der Natur, sondern die Natur selbst. Wo sie sich auf dem Wege der äußeren Beobachtung nicht restlos aufschließen läßt, da schlägt er den Weg der inneren Erfahrung ein, um zur Einsicht zu gelangen.

Herbarts logisch-konstruktive Naturphilosophie und *Feuerbachs* Anthropologismus treten der romantischen Philosophie entgegen. Der Bruch des letzteren mit dem spekulativen Idealismus kommt zu jenen Momenten hinzu, die in den dreißiger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts die Geister in die gleiche Richtung der Opposition gegen die bisher gepflegten ideellen Bestrebungen drängen. Die Materialisten *Vogt, Büchner* und *Moleschott* suchen ihre Anschauungen den weitesten Kreisen zugänglich zu machen, wobei freilich das eigentlich Philosophische sehr in den Hintergrund tritt.

Lotze und *Fechner* opponieren gegen zwei Fronten, die romantische Naturphilosophie einerseits und den Materialismus andererseits. Sie stehen bereits an der Wende zur Philosophie der Gegenwart.

Die modernen Strömungen werden eingeleitet durch das Zurückgehen auf *Kant*. Der Positivismus wird gepflegt. Zugleich bemüht man sich um eine wissenschaftliche Erkenntnistheorie. Der Darwinismus übt eine nachhaltige Wirkung aus und ruft vor allem mannigfache Gegenwirkungen hervor, die den Neovitalismus in seinen verschiedenen Formen erscheinen lassen.

Das vorliegende Werk ist kein Lehrbuch, sondern eine Geschichte der Ideen mit den Nachweisen der Quellen, aber doch für jeden, der philosophisch einigermaßen geschult und mit den Elementen der Mathematik und Physik vertraut ist, leicht lesbar. Von treffenden Bemerkungen, die da und dort gemacht werden, sei als Beispiel die über die Bedeutung metaphysischer Ideen für die wissenschaftliche Forschung (Seite 9 und 14) erwähnt. *Kepler* mußte an dem allgemeinen Gravitationsgesetz vorbeigehen, weil er der Sonne, die er als Abbild Gott-Vaters ansieht, unmöglich die gleiche Kraft zuschreiben konnte, wie sie der Erde und den irdischen Körpern zukommt. Ein gutes Urteil zeigt der Verfasser in der richtiggestellten des Verhältnisses früherer Denker zu der darwinistischen Lehre von der Entwicklung der Organismen. Weder *Kant* (Seite 107), noch die Romantiker, vor allem auch *Goethe* (Seite 177) nicht, dürfen als Vorläufer des Darwinismus hingestellt werden, der einer durchaus andersartigen Betrachtungsweise huldigt.

Die großen Leitlinien der Vergangenheit der Naturphilosophie bis zur Schwelle der Gegenwart sind hier übersichtlich gezeichnet. Wie die modernen Ideen in dieser Vergangenheit wurzelnd sich gestalten, wird der Inhalt einer in Aussicht gestellten Arbeit des Verfassers sein, die mit großem Interesse zu erwarten ist.

J. Schaezel, Jena.

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer Komet ist am 17. Dezember vorigen Jahres auf der argentinischen Sternwarte La Plata von dem Astronomen *Delavan* entdeckt worden und konnte inzwischen auch auf anderen Sternwarten beobachtet werden. Dieser neue Komet 1913 f ist bisher nur ein teleskopischer, da seine Helligkeit nicht unter der 10. Größenklasse liegt; er zeigt auch nur eine verwaschene Nebelhülle, bisher ohne Schweifentwicklung. Da dieser sporadische Komet auf seiner parabolischen Bahn jedoch der Sonne immer noch näher kommt, bis er etwa zu Beginn des Monats März in Sonnennähe sein wird, steigert sich seine Helligkeit und auch die Möglichkeit einer Schweifentwicklung liegt vor. Die Position des neuen Kometen wird Anfang Januar folgende sein: in Rektaszension 2^h 53^m und in Deklination — 4° 20'; kurz vor 9 Uhr abends kann der Komet gegenwärtig in seiner Kulmination beobachtet werden.

Einen neuen veränderlichen Stern hat nach Mitteilung in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4702 *A. Brun* auf der Sternwarte Le Breuil gefunden, der um drei Größenklassen variabel ist und zu dem Typus II der Einteilung nach *Pickering* gehört. Es ist dies der Stern 76°, 784 der Bonner Durchmusterung im Sternbilde des Cepheus, der als veränderlicher Stern die Bezeichnung 29. 1913 Cephei erhalten hat

und dessen Position für 1900 die folgende ist: 20 h 13 m in Rektaszension und + 76° 52' in Deklination.

Eine Ephemeride der Polarissima (polnächster Stern am nördlichen Himmel, nur 10,7 Bogenminuten vom nördlichen Himmelspol abstehend, während der nördliche Polarstern noch 69 Bogenminuten Polabstand hat) gibt, für fundamentale Arbeiten an größeren Meridiankreisen bestimmt, L. Courvoisier (Berlin) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4702.

Erdachsenschwankung und jährliche Strahlenbrechung der Erdatmosphäre. In Nr. 4702 der *Astronomischen Nachrichten* weist der amerikanische Astronom F. E. Roß nach, daß die von L. Courvoisier (Berlin) entdeckte jährliche Strahlenbrechung, die systematische Abweichungen der Sternpositionen mit sich bringt, auch in einem bestimmten Betrage sich bei der Schwankung der Erdachse geltend macht, und zwar in dem zuerst von Kimura gefundenen ganz kleinen Gliede der Breitenvariation, für das eine befriedigende Erklärung bisher noch nicht vorlag. Nimmt man an, daß ein Teil der bisher noch nicht aufgeklärten Unregelmäßigkeiten bei der Polbewegung durch eine mit der Strahlenbrechung im Sinne der scheinbaren Sonnenbewegung am Himmel zusammenhängende Verschiebung des Zeniths am Beobachtungsorte ihre Erklärung findet, und wendet man in diesem Sinne die von Courvoisier gefundenen Beträge der jährlichen Strahlenbrechung auf die Ergebnisse der fortlaufenden internationalen Breitenmessungen an den Stationen der Erdmessung an, so kommt man in der Tat zu dem von F. E. Roß ermittelten Resultat, daß das kleine sogenannte Kimura-Glied in der Breiten schwankung sich zum größten Teile durch die von Courvoisier gefundene jährliche Refraktionsstörung erklären läßt. Daraus würde also folgen, daß bei dem Zustandekommen der Erdachsenschwankung in erster Linie meteorologische, mit der Atmosphäre der Erde zusammenhängende Ursachen maßgebend sind, da in der Hauptsache die mit den Luftdruckdifferenzen wechselnde Belastung der Erdoberfläche den maßgebenden Ausschlag der jeweiligen Drehachse um die Trägheitsachse bedingt und nun außerdem noch die mit der jährlichen atmosphärischen Strahlenbrechung zusammenhängenden Einflüsse dabei mitwirken.

Helligkeitsmessung an Sternen mittels eines photoelektrischen Apparats sind von P. Guthnick (Berlin) auf der Sternwarte Berlin-Babelsberg mit besonderem Erfolg und zugleich mit Erzielung einer sehr großen Schärfe (Fehler kleiner als $\frac{1}{100}$ Größenklasse) ausgeführt worden, worüber Herr Dr. Guthnick selbst in Nr. 4701 der *Astronomischen Nachrichten* in einer vorläufigen Mitteilung berichtet. Bei dieser Gelegenheit sei besonders unter Hinweis auf das in Heft 48 der *Naturwissenschaften* (Jahrgang 1913) enthaltene Referat über die Anwendung photoelektrischer Kaliumzellen in der Astrophotometrie nach Rosenberg und Meyer berichtend erwähnt, daß schon vor den letztgenannten Forschern von Elster und Geitel sowohl als auch von Guthnick photoelektrische Zellen mit Erfolg zu photometrischen Messungen an Sonne, Mond und Fixsternen verwendet worden sind. Besonders Dr. Guthnick hat auf der Berliner Sternwarte schon längere Zeit vor Dr. Rosenberg zahlreiche photometrische Messungen an Fixsternen mit photoelektrischen Zellen ausgeführt, wie auch aus den oben erwähnten Mitteilungen Dr. Guthnicks in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4701 hervorgeht. Im besonderen befassen sich jene Mitteilungen mit dem Nachweis der Veränderlichkeit eines

kurzperiodischen Doppelsterns (β Cephei) unter Anwendung photoelektrischer Messungen. Bei einer nur $4\frac{1}{2}$ stündigen Periode konnte mit Sicherheit eine Lichtschwankung von nicht mehr als $\frac{7}{100}$ einer Größenklasse festgestellt werden. Zum Schluß fügt Dr. Guthnick dieser für die Entwicklung der Astrophotometrie bedeutsamen Untersuchung noch eine Erläuterung des photoelektrischen Meßapparates der Berliner Sternwarte bei, der auch durch eine Abbildung auf besonderer Tafel veranschaulicht wird. A. Marcuse.

Hygienische Mitteilungen.

Neuere Desinfektionsverfahren.

Man unterscheidet bei der Desinfektion zwischen *Desinfektion* im engeren Sinne und *Sterilisierung*. Unter Desinfektion im engeren Sinne versteht man das Vernichten von krankheitserregenden Mikroorganismen, unter Sterilisierung die Befreiung eines Gegenstandes von allen Keimen, auch den nichtpathogenen.

Obwohl die Medizin im allgemeinen nur Interesse daran hat, die Krankheitserreger zu bekämpfen, d. h. zu desinfizieren, sind die angewandten Methoden häufig notgedrungen Sterilisierungsverfahren.

Besonders gilt das für die *Chirurgie*. Da sich hier eine scharfe Grenze zwischen harmlosen und schädlichen Bakterien nicht ziehen läßt, ist man genötigt, sämtliche Bakterien von den Wunden fernzuhalten. Daher muß nach Möglichkeit alles steril sein, was mit ihnen in Berührung kommt. Hierbei bilden die *Hände des Operateurs* die Hauptschwierigkeit. Diese völlig keimfrei zu machen, gelingt nicht. Infolgedessen ist es natürlich, daß fortwährend eine große Menge neuer Mittel zur chirurgischen Händedesinfektion empfohlen wird. So sind zum Beispiel, abgesehen von anderen Desinfizientien, in den letzten Jahren allein 3 neue desinfizierende Pasten und Seifen beschrieben worden.

Ohne an dieser Stelle auf die Urteile einzugehen, die auf Grund bakteriologischer Prüfung und praktischer Bewährung über die Präparate abgegeben worden sind, soll doch in Kürze über ihre Zusammensetzung berichtet werden, da jedes der Verfahren etwas Originelles bietet.

Die eine von ihnen, *Afridolseife*, enthält als Hauptbestandteil eine organische Quecksilberverbindung (Afridol), die im Gegensatz zu anderen die Vermischung mit Seife verträgt, ohne wesentlich an Wirksamkeit zu verlieren. Diese Eigenschaft verdankt sie ihrer chemischen Konstitution. Das Afridol hat nämlich das Quecksilber in komplexer Form gebunden und enthält in seinen Lösungen keine Quecksilberionen. Trotz dessen scheint es aber eine sehr kräftige Desinfektionswirkung auszuüben, die der des Sublimats an die Seite gestellt wird. Das ist deswegen sehr auffallend, weil man bisher auf Grund einer für die Theorie der Desinfektion sehr bedeutsamen Arbeit von Krönig und Paul angenommen hatte, daß das Quecksilber in komplexer Bindung keine wesentliche Wirkung entfalte, sondern nur in ionaler Form.

Die beiden anderen Pasten bieten in ihrer Anwendungsweise die Eigentümlichkeit, daß sie ohne Zuhilfenahme größerer Flüssigkeitsmengen auf der Haut verrieben werden. Beide enthalten als Desinfektionsmittel Alkohol. Dieser spielt bei der Händedesinfektion eine doppelte Rolle. Einmal wirkt er bakterien-

tötend, und zweitens übt er einen stark austrocknenden und schrumpfenden Einfluß auf die Haut aus und veranlaßt auf diese Weise eine Fixierung der in den Rillen und Drüsengängen lagernden Keime, die seiner direkten Einwirkung entgangen waren.

Bei der einen der beiden Pasten (*Boluspaste* nach *Liermann*) ist der Alkohol mit feingepulvertem sterilisierten Ton (*bolus alba*) vermischt. Dieser, der äußerst feinkörnig ist, trägt ihn beim Verreiben in die feinsten Hautporen, wo die Bakterien am schwersten abzutöten sind, hinein, verstopft sie gleichzeitig und verzögert so seine Verdunstung. Ferner ruft das Tonpulver selbst durch Austrocknen der Haut und Verstopfung der Poren eine Arretierung der Keime hervor.

Bei der anderen Paste, dem *Pestakol*, ist der Alkohol mit Seife vermischt, die hier eine ähnliche Funktion wie der Ton in der Boluspaste auszuüben scheint. Ob zugleich, wie angenommen wird, die in wässriger Lösung nicht unbedeutende Eigenwirkung der angewandten Seifen auch in der Paste zutage tritt, ist doch etwas unsicher. Dagegen ist es wahrscheinlich, daß die Seife, selbst wenn sie keine Eigenwirkung entfalten sollte, die keimtötende Kraft des Alkohols steigert, wie sie es auch anderen Desinfizienten gegenüber tut.

Ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Händedesinfektion erheben sich auch bei der Desinfektion anderer sehr empfindlicher Objekte, zum Beispiel der Nahrungsmittel, deren Bekömmlichkeit und, was noch schwerer zu erfüllen ist, Schmackhaftigkeit natürlich darunter nicht leiden darf. Aus diesem Grunde sucht man z. B. noch immer nach geeigneten Verfahren, um — etwa im Felde — *Wasser unbekannter Herkunft* in kurzer Zeit zum menschlichen Genuß brauchbar zu machen. Es gibt zwar gute Methoden, die sich für größere Truppenverbände eignen, aber ein einwandfreies Verfahren, das auch der einzelne, von seiner Truppe versprengte Mann oder ein kleinerer Truppenverband anwenden könnte, fehlte bisher.

In neuester Zeit sind in dieser Richtung zwei Vorschläge gemacht worden. Beiden Verfahren ist gemeinsam, daß sie an eine chemische Desinfektion noch eine mechanische, Filtration, anschließen, eine Vereinigung, die zwar den Gang der Wassergewinnung etwas umständlicher gestaltet, dafür aber um so wertvoller für die Sicherheit des Erfolges ist. Eine Filtration erweist sich bei diesen beiden Methoden auch schon deshalb als nötig, weil nach Beendigung der Desinfektion die Chemikalien durch Ausfällung aus dem Wasser beseitigt werden müssen.

Bei dem einen Verfahren (*Langer, Deutsch. Med. Wchschr. 1913, Nr. 38*) dient als chemisches Desinfektionsmittel der *Chlorkalk*, aber in unvergleichlich höheren Konzentrationen als bisher, wo man ihn nur zur Wassersterilisation großen Stils verwandt hatte (1:2000 statt, wie bisher, 1 oder 3:1 Million). Infolgedessen erwies es sich auch als notwendig, nach beendeter Desinfektion für seine Neutralisation zu sorgen (Natriumperkarbonat).

Bei dem anderen, bis in alle Einzelheiten sehr genau ausgearbeiteten Verfahren (*Kunow, Zeitschr. f. Hyg. 1913, Bd. 75, H. 2*) wird als Desinfektionsmittel *Kaliumpermanganat* vorgeschlagen und zur Beschleunigung von dessen Wirkung *Kupfersulfat* hinzugefügt, das gleichzeitig eine eigene Desinfektionskraft entfaltet. Auch hier erfolgt nach beendeter Desinfektion eine

vollständige Entleerung der Substanzen aus der Lösung.

Außer durch die Empfindlichkeit der Objekte kann die Desinfektion auch durch die Widerstandsfähigkeit der Keime erschwert werden, die besonders groß bei sporenbildenden Bakterien ist. So war es bis vor kurzer Zeit kaum möglich, die häufig an importierten Häuten und Fellen befindlichen *Milzbrandsporen*, die für Menschen und Vieh eine große Infektionsgefahr boten, abzutöten, ohne zugleich das Fell selbst vollständig zu entwerten. Neuerdings sind zwei Methoden angegeben worden, die hier Wandel schaffen wollen. Die eine, die in einer eintägigen Behandlung der Felle durch ein Gemisch von einprozentiger Ameisensäure und $\frac{1}{2}$ promilligem Sublimat besteht, ist nach einigen anerkennenden Nachprüfungen unterdessen von zwei Seiten (*Gegenbauer, Hilgermann und Marmann*) abgelehnt worden. Die andere Methode, nach *Schattenfroh*, hat sich bei allen bisherigen Nachprüfungen als wirksam erwiesen. Sie besteht in der Anwendung eines bereits zur Konservierung von Fellen viel in Gebrauch befindlichen Verfahrens, des sogenannten „Pickelns“. Das Pickeln der Felle erfolgt durch eine längere Einwirkung von verdünnter Säure in Gegenwart großer Überschüsse von Salz. Die desinfizierende Wirkung dieses Verfahrens wurde an der Kombination von Salzsäure mit Kochsalz ausprobiert. Hierbei ist der Träger der Desinfektionskraft nur die Salzsäure, das Kochsalz übt für sich allein keine Wirkung aus; trotzdem ist es, wie man aus einer sehr eingehenden Arbeit von *Gegenbauer und Reichel (Arch. f. Hyg. 1913, Bd. 78, H. 1)* über dieses Verfahren entnehmen kann, imstande, den Desinfektionseffekt durch eine Beschleunigung der Salzsäurewirkung günstiger zu gestalten. In letzter Zeit hat man diese Methode auch auf die Desinfektion der Häute von Rauschbrandkadavern ausgedehnt (*Arb. a. d. Kais. Gesundheitsamt Bd. 44, 1913*). W. Frei, Göttingen.

Technische Mitteilungen.

Über Entzündungstemperaturen (Zündpunkte) von Brennstoffen berichtet Dr. H. Holm auf Grund von Versuchen, die er im Laboratorium der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg angestellt hat. Für die Maschinenbaupraxis ist die Kenntnis des „Zündpunktes“ von großer Bedeutung; hierunter ist die Temperatur zu verstehen, bei der zuerst Selbstzündung in Luft bei Atmosphärendruck eintritt. Die Kenntnis des Zündpunktes, der von dem Flammpunkt und von dem Brennpunkt wohl zu unterscheiden ist, ist erforderlich, um eine sichere Beherrschung nicht nur der Entzündung, sondern auch der günstigen Flammenentwicklung und der vorteilhaften Wärmeabgabe bei den verschiedenen Brennstoffen zu bewirken. Zu den Versuchen wurde ein senkrecht stehender Heräusofen verwendet, in dessen zylindrischem Erhitzungsraume auf ein in der Achse stehendes Porzellanrohr ein glasierter Porzellantiegeldeckel umgekehrt gelegt wurde. Auf dem Deckel befand sich die nackte Lötstelle eines Platin-Platinrhodium-Elementes, das die Temperatur an einem Galvanometer angab. Der Apparat gibt die Möglichkeit, daß der Porzellandeckel und die ihn umgebende Atmosphäre praktisch gleiche Temperatur haben; ein langsamer Luftstrom zog dabei durch den

Verbrennungsraum. Je nachdem, ob gasförmige, flüssige oder feste Brennstoffe zu untersuchen sind, müssen noch besondere Vorkkehrungen getroffen werden, die Verfasser näher beschreibt. In einer Tabelle sind die so ermittelten Zündpunkte einer Reihe von Stoffen angegeben, von denen hier nur einige herausgegriffen werden mögen:

Leuchtgas . . .	600°	Maschinenöl . . .	380°
Benzin	415°	Steinkohlenteer .	500°
Petroleum . . .	380°	Teeröl	580°
Gasöl	350°	Benzol	520°

Weiter führt Verfasser einige Beispiele an, die den charakteristischen Unterschied zwischen den gasförmigen, flüssigen und festen brennbaren Stoffen zeigen. Bei der Bestimmung des Zündpunktes von Wasserstoff, der in oben beschriebenem Apparat bei 470° ermittelt wurde, ist der Einfluß katalytischer Substanzen sehr groß und praktisch nie ganz zu vermeiden, in freier Atmosphäre tritt sicherlich erst bei wesentlich höheren Temperaturen Selbstzündung ein. Das gleiche gilt für Methan und Äthan, wogegen Äthylen und noch mehr Acetylen ein abweichendes Verhalten zeigen. Die Versuche mit festen Brennstoffen ergaben, daß diejenigen Stoffe besonders niedrigen Zündpunkt haben, die bei der Größe ihrer Moleküle leicht unter Abgabe von Gasen und Dämpfen zerfallen. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Zündpunkte sich besonders bei flüssigen Stoffen mit praktisch hinreichender Genauigkeit bestimmen lassen. Im allgemeinen zünden in Luft die festen brennbaren Stoffe, die nicht hohen Temperaturen ausgesetzt waren, wie etwa Koks, bei den niedrigsten Temperaturen, die normal flüssigen schwerer und die gasförmigen erst in sehr hohen Temperaturgebieten. Für die Höhe der Zündpunkte organischer brennbarer Stoffe läßt sich eine Abhängigkeit von der chemischen Konstitution aufstellen und besonders gruppenweise von der Größe der Moleküle. Die Selbstentzündung brennbarer Körper in Luft beruht auf der Zersetzungswärme und der Aktivität der freien Valenzen im Moment der Spaltung bzw. der Umwandlung. (*Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1913, S. 273—279.) S.

Aus dem Bericht über die Tätigkeit der technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie im Jahre 1912 sind die Angaben über Betriebsunfälle in Sprengstoffbetrieben von besonderem Interesse. Von 56 Unfällen verliefen 22 tödlich, d. i. 40 %, während von 1893 Unfällen in der gesamten chemischen Industrie nur 134, d. i. 7 % den Tod zur Folge hatten. Trotzdem stellt sich der Bericht auf den Standpunkt, daß fast durchweg in Sprengstoffbetrieben im Deutschen Reiche einwandfreie Vorsichtsmaßnahmen seitens der Betriebsleitung getroffen werden, somit die Unglücksfälle fast in allen Fällen durch Unachtsamkeit, Leichtsinn und Nichtbefolgung der Betriebsvorschriften verursacht sind. Einige besondere charakteristische Fälle seien hier mitgeteilt: In dem Steinbruch einer Ammoniak Sodafabrik verunglückten drei italienische Arbeiter schwer bzw. tödlich bei dem Versuch, einen Sprengschuß, der versagt hatte, mit einem 2 m langen und 12 kg schweren Stahlbohrer herauszubohren! — An dem einem Jahrmarktstag folgenden Tage wurden zwei Mädchen bei der Explosion

einer Gelatinedynamitmasse in einer Patronenhütte zerrissen. Vermutet wird hier, daß die Mädchen auf dem Jahrmarkt billige Ringe erworben hatten, und ein Stein aus der Fassung gefallen war, wobei durch Reibung die Explosion zustande kam. — Fast unerklärlich erscheint die Explosion eines Ladelöffels für Sprengkapseln bei ganz normaler Arbeitsweise unter Benutzung bewährter Einrichtungen und Satzmischnungen. Im vorliegenden Falle handelte es sich um den Verlust eines Auges und Bruch des Unterkiefers. — Im Packhaus einer Sprengkapselabrik wurden, nachdem eine Arbeiterin Unfug mit Kapseln getrieben hatte, drei Mädchen durch Explosion von Knallquecksilber getötet. — Beim Verpacken von Randfeuerpatronen wurden lediglich dadurch, daß eine Arbeiterin ein Patronenpaket auf die anderen Pakete fallen ließ oder es stark aufsetzte, 13 Personen bei Entzündung von 3500 Patronen verletzt, und zwar eine Person tödlich. (*Die Chemische Industrie* 1913, 14. Beilage.) —z.

Die Reinigung von Abwässern mittels Colacit. Von den verschiedenen Methoden der Abwässerreinigung ist die Berieselung zweifellos die beste, aber die Möglichkeit zur Anwendung dieser Methode besteht heute nur sehr selten, denn die Bodenpreise sind heute zu hoch, und dann bedingt die Filtration bei den heute in Betracht kommenden Wassermengen zu große Flächen. Aus diesem Grunde bedienen sich die Städte mehr und mehr bei der Reinigung ihrer Abwässer der chemischen Reinigungsmethoden. Anfangs haben sich die chemischen Verfahren nur sehr langsam eingeführt; Frankfurt, Wiesbaden, Leipzig und Stuttgart gebührt das Verdienst, die ersten derartigen Verfahren praktisch durchgeführt zu haben. In letzter Zeit hat das Kohlebreiverfahren einige Bedeutung erlangt, doch ist dieses Verfahren im allgemeinen zu teuer, wo keine billigen Braunkohlen zu haben sind. Besondere Schwierigkeiten bereitete von jeher die Klärung der Abwässer einer Reihe von industriellen Betrieben, wie von Zuckerfabriken, Brennerien, Hefefabriken, Molkereien, Stärkefabriken und Brauereien, weil deren Abwässer viel unfiltrierbare, leicht faulende Substanzen enthalten. Die Chemische Fabrik Griesheim-Elektron bringt nun, wie die *Chemiker-Zeitung* 1913, S. 816, berichtet, seit kurzem unter dem Namen Colacit ein Klärmittel in den Handel, das sich in den verschiedensten Fällen sehr gut bewährt hat. Auch die schwer zu reinigenden Abwässer der oben genannten Fabrikbetriebe verlassen die Filteranlage vollständig blank und enthalten nach der Behandlung mit Colacit keine fäulnisfähigen Stoffe mehr. Das neue Klärmittel ist besonders gut anwendbar bei milchsäurehaltigen Abwässern, also in Molkereien, Mälzereien, Brauereien und Hefefabriken. Eine besondere Colacitsorte hat sich auch bei den Abwässern von Papierfabriken gut bewährt; die Abwässer sind blank, und der niederfallende Zellstoff kann wieder verarbeitet werden. Auf diese Weise wird jeglicher Materialverlust, der sonst bis zu 30 % betrug, verhütet. Es zeigte sich ferner, daß das Colacit auch die Trocknung des Papierbreis auf den Maschinen sehr wesentlich beschleunigt, so daß auf diese Weise die Tagesproduktion einer Papierfabrik erheblich gesteigert werden kann. Ebenso günstige Ergebnisse wurden in einer Asbestfabrik erzielt. S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 4.

23. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|---|---|
| Ueber rhythmische Strukturen im Pflanzenreich.
Von <i>Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.</i> S. 73. | Die Farbe der künstlichen Lichtquellen. Von
<i>Dr.-Ing. L. Bloch, Berlin.</i> S. 85. |
| Der Zuckerumsatz in der lebenden Zelle. Von
<i>Prof. Dr. Carl Oppenheimer, Berlin-Grünwald</i>
(Schluss). S. 78. | Besprechungen. S. 91. |
| Die Schröder-Stranz-Expedition und die deutsche
Wissenschaft. Von <i>Prof. Dr. W. Kükenthal,</i>
<i>Breslau.</i> S. 82. | Astronomische Mitteilungen. S. 93. |
| | Chirurgische Mitteilungen. S. 94. |
| | Geschichtliche Mitteilungen. S. 96. |

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG UND BERLIN

HAECKEL ANTHROPOGENIE

oder

Entwicklungsgeschichte des Menschen

Keimes- und Stammesgeschichte

Sechste, verbesserte Auflage — Zwei Teile

.....
Erster Teil: Keimesgeschichte oder Ontogenie

Zweiter Teil: Stammesgeschichte oder Phylogenie
.....

Mit 30 Tafeln, 512 Textfiguren und 52 genetischen Tabellen

In 2 Leinenbänden M. 20.—; in 2 Halbfranzbänden M. 24.—

Haeckels Anthropogenie bedarf keiner weiteren Empfehlung. Seit seinem ersten Erscheinen im Jahre 1877 hat sich das Werk alle Kreise der naturwissenschaftlich Interessierten erobert und hat Tausende davon überzeugt, daß eine „allgemeine Bildung“ heutzutage nicht mehr möglich ist ohne ein gewisses Maß von biologischen und anthropologischen Kenntnissen.

Archiv für Rassen- und Gesellschafts-Biologie.

Soeben erschien mein Verlagsverzeichnis 1913, welches auf Wunsch unentgeltlich zur Verfügung steht.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

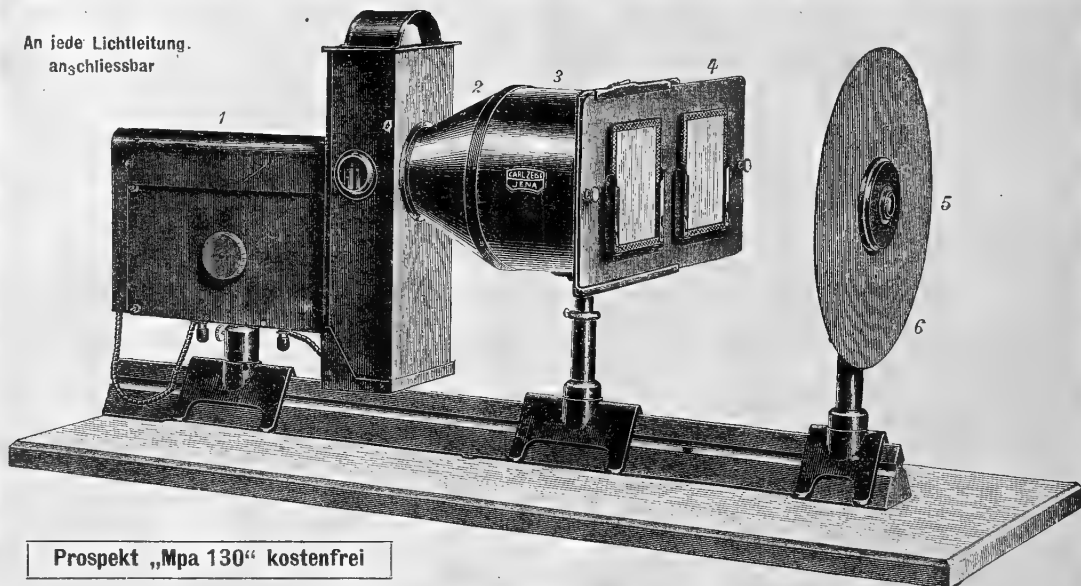
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung.
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Die Lehre vom Trocknen

In graphischer Darstellung

von

Karl Reyscher,

Ingenieur.

Mit 33 Textfiguren — Preis M. 2,80.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II—IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gauditz, Aue: Seite III — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Über rhythmische Strukturen im Pflanzenreich.

Von Prof. Dr. Ernst Küster, Bonn.

Man lasse auf einer Glasplatte eine dünne Schicht Gelatine erstarren und benetze sie mit einer konzentrierten Lösung von Trinatriumphosphat; läßt man hiernach die Gelatine eintrocknen, so kristallisiert das Salz aus. Bemerkenswerterweise erfolgt aber die Bildung festen Phosphats, die von dem zuerst eintrocknenden Rand der benetzten Gelatine her zentripetal vorwärts schreitet, nicht in gleichmäßiger Verteilung über das von der Lösung durchdrungene Gelatinefeld, sondern sie erfolgt *rhythmisch*, d. h. die Kristalle erscheinen in bänderartigen Gruppen:

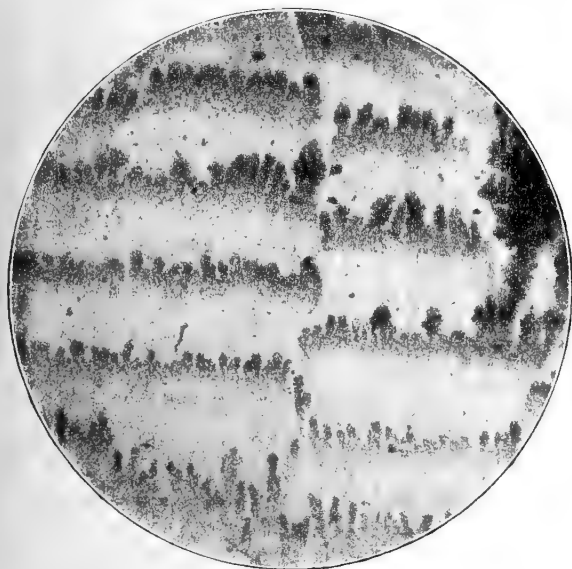


Fig. 1. Rhythmische Kristallisation von Trinatriumphosphat mit scheinbaren „Verwerfungen“⁽¹⁾.

zwischen je zwei Kristallbändern liegen kristallfreie Streifen oder solche, an welchen nur sehr geringe Mengen von dem Phosphat ausgefallen sind. Der Abstand zwischen je zwei Kristallzonen wechselt innerhalb weiter Grenzen — je nach den Kristallisationsbedingungen, die bei dem Versuch verwirklicht waren (vgl. Fig. 1).

Bei Verwendung von Trinatriumphosphat zeigt sich das uns hier interessierende *Phänomen der rhythmischen Fällung* besonders deutlich; ganz ähnliche Kristallbänder und Kristallzonen lassen sich aber auch mit vielen anderen Substanzen erzielen, wenn man sie in kolloidalen Medien in der geschilderten oder in ähnlicher Weise aus-

kristallisieren läßt: die Zonen fallen bald mehr, bald minder regelmäßig aus; oft läßt ihr Verlauf allerhand Störungen, auf die später noch zurückzukommen sein wird, erkennen.

Zonen von erstaunlicher Schärfe entstehen, wie *Liesegang*⁽¹⁾ schon vor langen Jahren gezeigt hat, wenn man Silbernitrat in eine kaliumbichromathaltige Gelatine diffundieren läßt. Es entsteht bei der Einwirkung der beiden Salze aufeinander Silberchromat, das in Wasser unlöslich ist und in dem Substrat ausfällt: Ebenso wie bei dem Natriumphosphat (s. o.) erfolgt auch hier die Überführung in die feste Phase rhythmisch, d. h. das vom Silbernitrat durchströmte Areal der kaliumbichromathaltigen Gelatine färbt sich durch ausfallendes Silberchromat nicht gleichmäßig rostbraun, sondern dieses zeichnet ein regelmäßiges System von konzentrischen Zonen in die Gelatine, die das silbernitratliefernde Diffusionszentrum umschalen.

Das Prinzipielle ist, soweit es sich um das Zustandekommen der Zonen handelt, in beiden Fällen dasselbe: in bänderähnlichen Gruppen, die ungefähr äquidistant mit den Trocknungsgrenzen der Gelatine oder bei dem zweiten Beispiel mit den Grenzen des von AgNO_3 durchströmten Diffusionsfeldes verlaufen, fallen die Kristalle von Trinatriumphosphat bzw. das Silberchromat aus; die Ausfällungen wirken als Keime, zu welchen das in konzentrierter Lösung befindliche Phosphat- bzw. Silberchromatmaterial aus der Nachbarschaft hindiffundiert, und die dieses zunächst noch in Lösung befindliche Material durch Umwandlung in die feste Phase vergrößert. Die Entfernung, auf welche der Keim seine „Anziehungskraft“ wirksam werden lassen kann, ist allerdings eine um so beschränktere, je schneller das Eintrocknen der Trinatriumphosphatgelatine oder die Bildung neuen Silberchromats fortschreitet; das gelöste Material, das jenseits dieser Wirkungsgrenzen liegt, wandert nicht mehr zu jenen Keimen hin, sondern es fallen in ihm neue Keime aus, die dieselbe Anordnung, dieselbe Wirkung und dasselbe Schicksal haben, wie die zuerst betrachteten. So folgt eine Zone auf die andere⁽²⁾.

Das Interesse, welches die hier geschilderte Erscheinung für den Biologen hat, liegt nun

⁽¹⁾ Vgl. z. B. *Liesegang, R. E.*, Über einige Eigenschaften von Gallerten. *Naturwiss. Wochenschr.* 1896, 11, 353. Über die Schichtungen bei Diffusionen. Leipzig 1907.

⁽²⁾ Eingehend habe ich mich über die Erscheinungen der rhythmischen Fällung in den „Beiträgen zur entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen“ (I, Über Zonenbildung in kolloidalen Medien, Jena 1913) ausgesprochen. Ich habe in den hier vorliegen-

⁽¹⁾ Fig. 1 und 3 stammen aus der unten zitierten Veröffentlichung des Verfassers (Jena 1913).

darin, daß uns die Gelatineversuche demonstrieren, in welcher Weise ein anfangs homogenes Medium *rhythmische Differenzierungen* annehmen kann, ohne daß die Außenwelt diesen Rhythmus durch rhythmischen Wechsel irgendwelcher Bedingungen induzierte. Natürlich wäre es ganz verkehrt, anzunehmen, daß bei der Ausbildung der in unseren Gelatineplatten sichtbaren rhythmischen Strukturen die Außenwelt überhaupt nicht beteiligt wäre; diese liefert vielmehr das Substrat und alle Vorbedingungen für den positiven Ausfall unserer Versuche und vermag diesen in der verschiedensten Weise zu beeinflussen; aber *rhythmische* Wirkungen, die den in der Platte in Erscheinung tretenden Rhythmen entsprechen, gehen von ihr nicht aus. Rhythmen, die durch *rhythmische* Beeinflussungen seitens der Außenwelt zustande kommen, wollen wir als *äußere* Rhythmen bezeichnen, solche, die ohne *rhythmische* Beeinflussung von außen sich entwickeln, als *innere*. Es ist nach dem Gesagten klar, daß auch *innere* Rhythmen von der Außenwelt beeinflusst werden können, ja sogar ihre Ausbildung durch bestimmte Kombinationen der äußeren Bedingungen völlig inhibiert werden kann.

Wenn auch die Ätiologie der in den Chromatplatten oder bei den geschilderten Kristallisationsvorgängen sich bildenden Rhythmen keineswegs bereits in völlig befriedigender Weise erklärt ist, so ist doch so viel klar, daß es sich bei ihnen um *innere* Rhythmen handelt; die Bedingungen, welche die Wanderungen der Phosphat- oder Chromatmoleküle zu den Zentren der Ausfällung hin veranlassen, liegen also in dem System Salz plus Gel selbst begründet, und der rhythmische Wechsel zwischen substanzfreien (oder

den Zeilen die mit kristallisierenden Salzen, wie Trinatriumphosphat, erzielbaren Zonenstrukturen absichtlich in den Vordergrund gestellt, weil die ausführliche Beschäftigung mit den Chromatexperimenten, die ich a. a. O. gegeben habe, und der Vergleich ihrer Ergebnisse mit den an Organismen beobachteten rhythmischen Strukturen, auf welche sogleich noch zurückzukommen sein wird, mehrfach in dem Sinne mißverstanden worden zu sein scheinen, daß alle rhythmischen Strukturen der Organismen, die durch den Vergleich mit den in vitro erzielbaren rhythmischen Fällungen kausal erklärt werden sollen, zwei gegeneinander strömende, aufeinander chemisch reagierende Medien voraussetzen. Das ist keineswegs der Fall. Der Vergleich der Chromatänderung mit den Kristallisationsstreifen der Phosphate soll zeigen, daß das Phänomen der rhythmischen Fällung von dem Gegeneinanderströmen zweier Lösungen durchaus unabhängig, und daß das Wesentliche in dem ganzen Vorgang die rhythmisch erfolgende Bildung von „Keimen“ ist, zu welchen auf dem Wege der *Diffusion* das in ihrer Nähe befindliche noch gelöste Material hingelangt, so daß dessen Gesamtheit schließlich mehr oder minder regelmäßige rhythmische Gruppierungen annimmt. Wenn ich bei der a. a. O. verfochtenen Kausalerklärung rhythmischer Strukturen von einer *Diffusionstheorie* gesprochen habe, so bezieht sich diese Bezeichnungsweise nicht auf die im Chromatversuch gegeneinander diffundierenden zwei Salze, sondern auf die Diffusionsvorgänge, welche das im gelatinösen Substrat gelöst enthaltene Material an bestimmte Orte zusammenführen.

-armen) und substanzreichen Zonen darf keinesfalls dadurch erklärt werden, daß bei der Entstehung dieser Streifen und Zonen die Bedingungen in der Außenwelt sich rhythmisch verändert hätten.

Nachdem die in vitro erzeugten toten Gebilde uns darüber belehrt haben, daß *rhythmische* „Selbstdifferenzierungen“ möglich sind, liegt der Gedanke nahe, auch die an Organismen auftretenden rhythmischen Strukturen daraufhin zu prüfen, ob auch sie sich durch so einfache Stoffwanderungsvorgänge, wie sie sich in den oben beschriebenen Versuchen abspielen, erklären lassen, oder ob eine *rhythmische* Beeinflussung durch wechselnde Bedingungen in der Außenwelt für ihre kausale Erklärung angenommen werden muß. —

Vergleichen wir die Produkte unserer Kristallisationsvorgänge u. a. mit den rhythmischen Strukturen, die an Zellen und Geweben wahrnehmbar sind, so ergibt sich eine weitgehende formale Übereinstimmung.

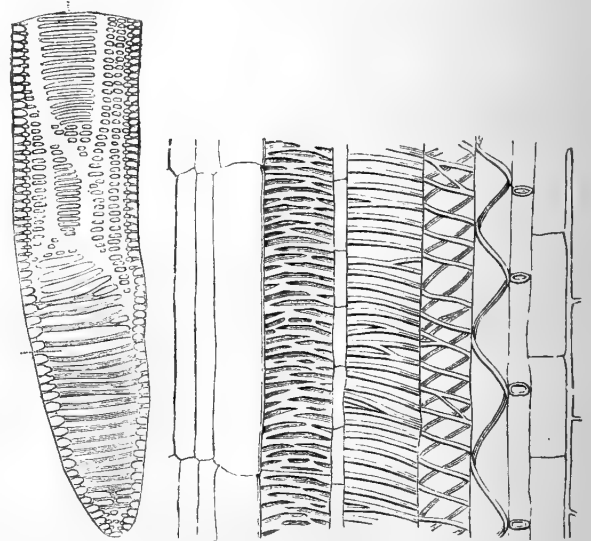


Fig. 2a.

Fig. 2b.

Fig. 2. Rhythmische Membranverdickungen der Gefäße und Tracheiden. a) Treppentracheide, b) Ring-, Schrauben- und Netzgefäße (aus dem Bonner Lehrbuch).

Fig. 2a zeigt eine Treppentracheide von *Pteridium aquilinum*. Die Membran der Tracheide ist „treppenförmig“ verdickt, d. h. es wechseln spangenförmige, einander parallel liegende verdickte Membranzonen mit solchen, welche dünnwandig geblieben sind. Ihre Zonenstruktur erinnert durchaus an die, welche beim „anorganischen“ Versuch in der vorhin geschilderten Weise zustande kommt: die verdickten Teile der Membran können mit denjenigen Stellen unserer Gelatine verglichen werden, an welchen die kristallisierende oder ausgefällte Substanz sich ansammelt, die Tüpfel mit denjenigen, von welchen die Moleküle auf dem Weg der Diffusion fortwandern. Ob der Zellwandstoff selbst es ist, der bei der Entwicklung einer Tracheide zonenweise

auskristallisiert, oder ob durch die rhythmische Verteilung irgend eines andern uns unbekannten Stoffes eine spätere rhythmische Ablagerung der Zellwandsubstanz vorbereitet und möglich gemacht wird, muß vorläufig dahin gestellt bleiben.

Sowohl bei den Kristallisationsversuchen wie bei den Chromatfällungen entstehen keineswegs immer regelmäßig und äquidistant verlaufende Zonen, sondern gar nicht selten die in Fig. 1 dargestellten Anomalien, die für sekundäre „Verwerfungen“ gehalten werden könnten, wenn ihre Entwicklung nicht unter dem Mikroskop leicht zu kontrollieren wäre, ferner netzähnliche Bilder u. a. m. Führt man den Chromatversuch an einem Gelatinehohlzylinder anstatt an einer Gelatineplatte aus, so fällt das Silberchromat oft in Form von Schrauben anstatt in Ringform aus. Alle diese Formen sind dem Botaniker aber von den Wandverdickungen der trachealen Elemente her wohlbekannt (Fig. 2b).

Der Versuch, die Entstehung der für die trachealen Elemente charakteristischen Wandverdickungen ätiologisch auf das Phänomen der rhythmischen Fällung zurückzuführen, bedeutet natürlich nur eine Theorie; dafür, daß die von ihr gebrachte kausale Erklärung der rhythmischen Struktur der Gefäßwände usw. zutreffend ist, wird ein einwandfreier Beweis erst dann erbracht werden können, wenn es gelingt, die hypothetischen Stoffe, deren Befähigung zu rhythmischer Ansammlung die Theorie voraussetzt, aus den Zellen zu gewinnen oder doch wenigstens ihr Verhalten im Experimente willkürlich zu beeinflussen. Davon sind wir freilich noch weit entfernt, und wir müssen uns zunächst darauf beschränken, die Berechtigung der Theorie aus einem Vergleich der in vitro erzielten und der an den Organismen wahrgenommenen rhythmischen Strukturen und den Übereinstimmungen, die sich bei ihm ergeben, zu erschließen.

Die kausale Erklärung der an verschiedenartigen trachealen Elementen wahrnehmbaren Wandstrukturen hat *Berthold* bereits in Angriff genommen. Die Erklärung dafür, daß in den Ringgefäßen ringförmige, sich verdickende Membranzonen mit unverdickt bleibenden wechsell, findet der genannte Forscher darin, daß — ähnlich wie vor der Teilung einer Cladophorazelle — sich ringförmig ins Lumen vorspringende Plasmapseudopodien bilden, in welchen dann die lokale Membranablagerung erfolgt¹⁾. Analoge Plasmastrukturen in Zellen, deren Membran schraubige Verdickung annehmen soll, konnte *Berthold* nicht finden und nimmt daher an, daß bei Schraubengefäßen nach einer ganz anderen Entstehungsursache gesucht werden müsse; die Wandstruktur der Tüpfelgefäße schließlich führt *Berthold* auf eine mehr oder minder vollständige Überlagerung peripherischer Vakuolenräume durch Zellwandsubstanz zurück.

¹⁾ *Berthold, G.*, Studien über Protoplasma-mechanik. Leipzig 1886, p. 186, 264.

Mein Versuch, die lokale Anhäufung von Zellwandsubstanz mit dem in vitro beobachteten Phänomen der rhythmischen Fällung in Beziehung zu setzen, gewinnt, wie ich glaube, dadurch an Interesse, daß alle Formen, die von den Wandverdickungen der Gefäße, der trachealen Elemente überhaupt und anderen ähnlichen Zellenarten her bekannt sind, durch rhythmische Fällung sich experimentell herstellen lassen. Von der ringförmigen und schraubenähnlichen Ausfällung war schon die Rede; in anderen Fällen sehen wir die Umgänge der Schrauben miteinander in der verschiedensten Weise anastomosieren, und es kommen Netzstrukturen zur Ausbildung, die den Wandverdickungen der Netzgefäße u. a. gleichen. Auch die Tüpfelgefäße finden ihr Analogon in den Produkten der Chromatfällung, die unter bestimmten Diffusionsbedingungen derart erfolgt, daß das Chromat gerüstartige Verteilung annimmt und tüpfelähnliche Felder chromatfrei bleiben. Im einfachsten oben erwähnten Fall, der die Chromatfällungsbilder vergleichbar mit den Wandstrukturen der Ringgefäße erscheinen ließ, hatten die Diffusionsfelder, aus welchen das Chromat abwanderte, Ringform; bei der Entstehung der Tüpfelgefäße und ähnlicher Gebilde ist jedes Tüpfel einem Diffusions- und Verarmungsfeld zu vergleichen. Auch die sehr regelmäßig polyedrische Form, die die Tüpfel mancher Gefäße (z. B. bei *Acer*) haben, ist mit den Diffusionsbildern ohne Hilfshypothesen in Einklang zu bringen; daß dieselben Formen und Felderungen entstehen, wenn Diffusionsfelder nebeneinander sich entwickeln, kann man sich leicht veranschaulichen, wenn man zahlreiche Silbernitratropfen nebeneinander auf Chromatgelatine aufträgt.

Ich habe hier wiederholt auf die mit den Chromatversuchen erzielbaren rhythmischen Strukturen hingewiesen, weil diese besonders mannigfaltig sind. Hieraus darf aber, wie nochmals betont sein soll, keineswegs geschlossen werden, daß die rhythmischen Stoffanhäufungen, die unsere Theorie der Ausbildung der Gefäßmembranen vorausgehen läßt, nur beim Wirken von zwei gegeneinander strömenden Flüssigkeiten zustande kommen können; der zuerst geschilderte, mit Trinatriumphosphat angestellte Kristallisationsversuch hat ja bereits gezeigt, daß dieselben lokalen, rhythmischen Anhäufungen auch dann eintreten können, wenn z. B. die Membran mit einer zu rhythmischer Fällung befähigten Substanz durchtränkt ist, und irgendwelche Faktoren ihre Fällung veranlassen. Auch ein Entmischungsvorgang, der sich in der Membran oder an ihrer Oberfläche abspielt, kann wahrscheinlich zu denselben lokalen und rhythmischen Stoffanhäufungen führen, die die Theorie fordert. Auf alle Fälle aber werden der Bildung von Ringen und dergl., die senkrecht zur Längsachse eines zylinderähnlich gestalteten Zellengebildes stehen, Molekülwanderungen vorausgehen müssen, die ungefähr parallel zu jener Achse gerichtet sind. Wel-

cher Art freilich die Faktoren sind, welche in der Zelle die Richtung dieser Diffusionsvorgänge bestimmen, bleibt ebenso ungeklärt wie die Polarität der Zelle überhaupt oder die Lage der Achsen im optischen Elastizitätsellipsoid der Membranen.

Ich habe die Zellmembranen an den Beginn meiner Ausführungen gestellt, weil bei den „geformten Sekreten“ der Zelle, zu welchen auch die Membranen zu rechnen sind, die Analogie zwischen den von den Organismen und dem anorganischen Versuch gelieferten Strukturen am leichtesten erkannt wird.

Der Möglichkeit, daß in den Gefäßen nicht die Zellwandsubstanzteilchen selbst es sind, welche auf dem Wege der Diffusion zu rhythmisch gestellten Gruppen sich vereinigen, sondern ein uns

ceenblättern ebenso wie beim sekundären Holzkörper und anderen gebänderten Objekten um Gebilde handelt, welche nicht in fertig erwachsenem Zustand, sondern während des Wachstums ihre rhythmischen Strukturen annehmen, indem die Produkte ihrer Meristeme in rhythmischem Wechsel die eine und die andere Ausbildung erfahren, macht die Diffusionstheorie keineswegs für diese Fälle unanwendbar¹⁾. Wenn wir im Xylem auf eine Librifasergruppe von annähernd konstanter Breite immer ein Parenchymband folgen sehen, so schließen wir aus diesem Befunde, daß immer erst nach einer Produktion von mehr oder minder zahlreichen Zellen in den Abkömmlingen des Kambiums Fällung oder Entmischung erfolgt, und durch die Veränderung der Bedingungen, welche



Fig. 3. Zebrapanaschierung an *Pinus Thunbergii* Parl. (sog. *Oculus-draconis*-Varietät); rechts ein einzelner Kurztrieb. Nach Mayr.

unbekannter Stoff rhythmische Anhäufungen erfährt und erst durch ihn und durch diese die Zelle zu lokaler Zellwandproduktion angeregt wird, war schon oben zu gedenken. Nehmen wir an, daß die ungleiche, in einem Gewebe oder einem Organ verwirklichte Stoffverteilung, die auf dem Wege rhythmischer Fällung oder rhythmischer Entmischung zustande gekommen ist, benachbarte Zellen zu ungleichartigen Wachstums- und Differenzierungsleistungen anregt, so werden uns durch dasselbe Prinzip, das wir zur Erklärung der Gefäßstrukturen verwerteten, auch die „Bänder“ in panaschierten Pflanzenteilen (Fig. 3), die regelmäßigen Streifungen vieler Bromeliaceenblätter, die konzentrischen Faser- und Parenchymzonen in Bast und Holz u. ähnl. m. kausal verständlich. Daß es sich bei den gezonten Bromelia-



Fig. 4. Blüte von *Passiflora coerulea* L. mit rhythmischem Farbenwechsel an den Korollarfäden (das Gynäceum ist vor der Aufnahme entfernt worden). Original.

die lokale Anhäufung der hypothetischen Stoffe mit sich bringt, das Entwicklungsschicksal der von ihr betroffenen Zellen ein anderes wird als bei den Nachbarzellen. Unsere Gelversuche belehren uns darüber, daß auch beim kontinuierlichen, stetigen Fortgang der Stoffbildung und Konzentrationsänderungen die Ausfällung rhythmisch erfolgen und ohne rhythmische Beeinflussungen

¹⁾ Die Meinung, daß die Anwendbarkeit der Theorie ein der Gelatine des Chromatversuchs vergleichbares präexistierendes Medium voraussetze, das während des Ablaufs der Diffusionsvorgänge sich bändere, beruht auf einem Mißverständnis: selbst beim Chromatversuch ist die Gelatine von ganz untergeordneter Bedeutung; was sich bei diesem Versuch bändert, ist die Silberchromatschicht, die während des Versuchs wächst und die Zonenstruktur annimmt. Erst wenn dieses Wachstum hinreichend weit vorgeschritten ist, sind die Bedingungen zu erneuter Keimbildung, zu rhythmischer Fällung und zur Zonenbildung verwirklicht (s. o.). Ebenso liegen, wie ich annehme, die Dinge bei vielen lebenden, wachsenden Gebilden.

seitens der Außenwelt eine rhythmische Stoffverteilung resultieren kann. Prinzipiell dasselbe wie für die gezonten Xylemgewebe gilt für die basal wachsenden, quergestreiften Bromeliaceenblätter oder die „Zebrapanachure“ mancher Koniferen (Fig. 3); auch für diese und ähnliche Fälle nehme ich an, daß das Meristem Zellen gleicher Qualität produziert und erst in den Produkten seiner Teilungstätigkeit Mannigfaltigkeiten als Reaktion der Zellen auf ungleich gewordene Stoffverteilung sich entwickeln. — Daß die Querstreifungen der Bromeliaceenblätter dieselben Verwerfungen und Anastomosen, daß die Bänder im Xylem Ring- und Spiralstruktur, netzartige Bilder, Verwerfungen usw. zeigen können, habe ich a. a. O. (S. 46 ff.) ausführlich gezeigt; daß die Lokalisierung des Fällungsvorganges dieselben Bilder zu liefern vermag (vgl. auch Fig. 1), haben wir bereits wiederholt erwähnt. Mein Erklärungsversuch nimmt an, daß jene Bänderungen nicht durch den rhythmischen Wechsel irgendwelcher Außenbedingungen veranlaßt seien, sondern durch Diffusionsvorgänge zustande kommen, welche bestimmte Stoffe zu lokalen Anhäufungen zusammenführen; auf diese und die mit ihnen wechselnden Stoffverarmungen reagiert der Organismus durch Produktion verschieden gestalteter oder verschieden ausgestatteter Zellen. —

Rhythmische Strukturen, die auf rhythmische

der an Blütenorganen wahrnehmbaren Zeichnungen vom Standpunkt der Diffusionstheorie aus wird der Verfasser an anderer Stelle geben. —

Zum Schluß noch einige Worte über die Frage, ob auch bei tierischen Lebewesen rhythmische Strukturen auftreten, die kausal mit den hier erörterten gleichzustellen sind. Über die rhyth-



Fig. 6. Teil einer Forellenschuppe. Original.



Fig. 5. Perigonblätter mit Zonenzeichnung (*Odontoglossum grande* Lindl.). Original.

Stoffverteilung zurückzuführen und von einem rhythmischen Wechsel der Außenbedingungen unabhängig sind, scheinen im Pflanzenreich sehr weit verbreitet zu sein. Fig. 4 und 5 veranschaulichen noch zwei Beispiele für rhythmische Zeichnungen der Blütenorgane (Korollarfäden von *Passiflora* und Perigonblätter von *Odontoglossum grande*). Eine ausführlichere Behandlung

mische Zeichnung der Schmetterlingsflügel und überhaupt über die Übereinstimmung, die sich bei einem Vergleich dieser Gebilde mit den in vitro erzielbaren Produkten der Diffusion und rhythmischen Fällung ergeben, hat *Gebhardt* ausführliche Mitteilungen bereits gegeben und weitere in Aussicht gestellt¹⁾. Ebenso wie im Pflanzenreich dürften auch bei den verschiedensten Klassen des Tierreichs rhythmische Strukturen, die auf das Liesegangsche Prinzip zurückzuführen sind, weit verbreitet sein. Nicht anders, als ich es für pflanzliche Objekte zu zeigen versucht habe, wird auch bei tierischen Organen oder Geweben die während des Wachstums erfolgende rhythmische Ausbildung an sich keinen Widerspruch gegen die Anwendung der Diffusionstheorie enthalten können. Ich gestatte mir, die Aufmerksamkeit der Zoologen auf das Objekt zu lenken, das in Fig. 6 und 7 dargestellt ist, die Schuppen der Forelle. Ebenso wie die Schuppen zahlreicher anderer Teleosteer, sind auch diese mit konzentrischen, oft sehr regelmäßig verlaufenden Kämmen ausgestattet, die ungefähr parallel mit dem Rand der Schuppe verlaufen, in anderen Fällen aber dieselben „Verzweigungen“, Verwerfungen und

¹⁾ *Gebhardt*, W., Die Hauptzüge der Pigmentverteilung im Schmetterlingsflügel im Lichte der Liesegangschen Niederschläge in Kolloiden. Verhandl. d. Zool. Ges. 1912, p 179.

andere Abweichungen in ihrem Verlaufe zeigen können, wie die bei rhythmischer Fällung sich bildenden Lineaturen. Das Wachstumszentrum einer spiralig gebauten Schuppe ist in Fig. 7 dargestellt. Das Plus in der Hyalodentinbildung, durch das die Kämme der Schuppen zustande kommen¹⁾, scheint mir durch die Annahme erklärbar zu sein, daß in der Skleroblastenschicht oder auf ihrer (an die Hyalodentinschicht grenzenden) Oberfläche ähnliche radial orientierte Stoffwandlungsvorgänge sich abspielen, wie wir sie für die botanischen Objekte angenommen haben, und



Fig. 7. Teil einer Forellenschuppe mit spiraligem Verlauf der Kämme. Original.

wie sie beim Trinatriumphosphatversuch der Bildung der Liesegangschen Kristallisationszonen vorausgehen: es kommt zur lokalen Anhäufung irgendwelcher Substanzen, deren Verteilung die später wahrnehmbar werdende Zonenbildung entspricht. Ob der Stoff, von dessen lokaler Anhäufung hier die Rede war, das Hyalodentin selbst ist, oder ein anderer chemischer Körper, dessen ungleichmäßige Verteilung erst die lokal gesteigerte Hyalodentinproduktion direkt oder indirekt veranlaßt, muß dahingestellt bleiben.

Der Zuckerumsatz in der lebenden Zelle.

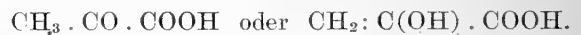
Von Prof. Dr. Carl Oppenheimer,
Berlin-Grünwald.
(Schluß.)

Wesentliche Fortschritte brachten erst zwei Serien von Arbeiten, die von ganz verschiedenen Ausgangspunkten kamen. Einerseits gelang es dem englischen Forscher *Harden*, über den allerersten

¹⁾ Über die Entwicklungsgeschichte der Schuppen und ihrer Struktur, vgl. *Hoffbauer*, Die Altersbestimmung des Karpfens an seinen Schuppen. *Allg. Fischerei-Zeitg.* 1898, Nr. 19, p. 341. *Hofer*, B., Über den Bau und die Entwicklung der Cykloid- und Ktenoidschuppen. *Sitzungsber. Ges. f. Morph. u. Phys.*, München 1889—1890. *Hase*, A., Über das Schuppenkleid der Teleostee. *Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss.* 1907, Bd. 42, p. 607.

Akt der Zuckerspaltung unter dem Einfluß der Zymase sehr überraschende Aufschlüsse zu geben. Er konnte mit absoluter Sicherheit nachweisen, daß das Angreifen des Zuckers durch die Hefenfermente überhaupt nur bei Gegenwart von Phosphorsäure erfolge; und konnte weiter zeigen, daß das Glukosemolekül bei der Einwirkung des Fermentes als ersten Akt einen vollkommenen Zerfall in zwei gleiche Hälften zeigt, von denen eine Hälfte sich mit der Phosphorsäure zu einem Ester verkuppelt und anscheinend wieder zu Glukosephosphorsäure synthetisch zurückverwandelt wird, während nur die andere Hälfte den weiteren Umwandlungen unterliegt. Die rückläufig entstandene Glukosephosphorsäure wird dann wieder in Phosphorsäure und Glukose gespalten und von dieser wiederum die Hälfte zu weiterem Abbau, die andere Hälfte zu erneuter Synthese verbraucht, bis schließlich auf diesem komplizierten Umwege der gesamte Traubenzucker abgebaut ist. *Harden* u. a. sind nun zu der Überzeugung gekommen, daß der Zucker primär sich in die beiden Zucker mit drei Kohlenstoffen, nämlich das Dioxyceton und den Glycerinaldehyd spaltet und daß von diesen beiden Stoffen das Dioxyceton zu der rückläufigen Synthese zu Glukose, der *Glycerinaldehyd* zum weiteren Abbau bestimmt ist.

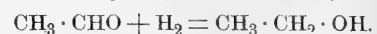
Die andere Reihe von Arbeiten ging von der überraschenden Entdeckung *Carl Neubergs* aus, daß bei all der Suche nach labilen Stoffen, die dem Traubenzucker in ihrer Konstitution ähnlich sind, ein Körper in seiner Beziehung zur Hefegärung bisher vernachlässigt worden ist, nämlich die Brenztraubensäure,



Neuberg gelang der Nachweis, daß die Hefe ein Ferment *Carboxylase* enthält, das aus der Brenztraubensäure Kohlensäure abspaltet, so daß Acetaldehyd übrig bleibt nach folgender Formel:



Mit dieser Entdeckung war nun auf einmal ein ganz neues Licht in den Chemismus der Gärungsvorgänge geworfen. Konnte man mit Fug und Recht die Brenztraubensäure als solche unter die Zwischenprodukte einordnen, also ihre Entstehung aus Zucker plausibel machen, so war andererseits mit einem Schlage das größte Problem, nämlich die Entstehung des *Kohlendioxyds*, bei der Gärung gelöst und gleichzeitig in dem Acetaldehyd ein Stoff gefunden, der in allernächsten verwandtschaftlichen Beziehungen zum Äthylalkohol steht, von dem er ja nur durch zwei fehlende Wasserstoffe unterschieden ist:



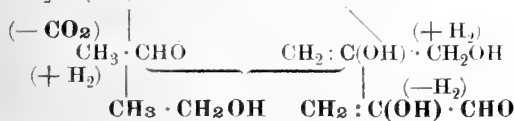
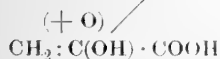
Damit ist nun freilich zunächst nur gezeigt, daß Brenztraubensäure ein Mittelglied in dem Prozeß des Abbaus der Zucker sein kann, nicht aber, daß sie es sein muß. Dieser Beweis ließe sich nur dadurch führen, daß man in den Gärungsgemischen die Brenztraubensäure nach-

weisen könnte. Dies ist bisher nicht gelungen. Und ebensowenig ist es bisher mit Sicherheit gelungen, den Nachweis zu führen, daß Acetaldehyd auf diesem Wege in den Gärungsgemischen sich bildet; denn die geringen Mengen, die man bei Gärungsprozessen findet, lassen sich schließlich ohne Zwang auf eine sekundäre Oxydation des bereits gebildeten Alkohols an der Luft zurückführen. Es handelt sich also bisher selbstverständlich um eine Arbeitshypothese, die es aber immerhin überhaupt zum ersten Male erlaubt, sich ein Bild von den verschiedenen Stufenreaktionen zu machen, die, ausgehend vom Zucker, schließlich zu Alkohol und Kohlensäure führen. Nehmen wir also an, daß Brenztraubensäure eine dieser Stufen ist, so bietet sich als weiteres Zwischenglied zwischen dem Zucker und ihr das Methylglyoxal $\text{CH}_3 \cdot \text{CO} \cdot \text{CHO}$ dar, das einerseits zum Glycerinaldehyd, andererseits zur Brenz-

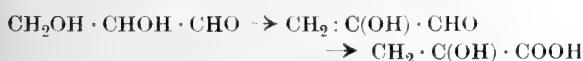
tionsprozeß, der nunmehr aus dem Acetaldehyd den Alkohol liefert. Es ist sehr wahrscheinlich, daß diese Vorgänge katalysiert werden durch eine eigenartige Form von Fermenten, die man als *Oxydoreduktasen* bezeichnet und welche die Fähigkeit haben, unter Spaltung des Wassers seine Teile H_2 und O auf zwei reagierende Systeme so zu übertragen, daß das eine oxydiert und das andere gleichzeitig in dieser gekoppelten Reaktion reduziert wird. Es ist z. B. nachgewiesen, daß in den Organen von Tieren ein solches Ferment vorkommt, das die bekannte Cannizarosche Reaktion katalysiert, d. h. die Umlagerung eines Aldehyds unter Oxydation in Säure, während gleichzeitig die andere Hälfte des Aldehyds zum Alkohol reduziert wird. Auf Grund dieser Erkenntnis ließe sich einer der möglichen Wege zur Umwandlung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure durch folgende Formelbilder charakterisieren:



über Phosphorsäureester wieder zu

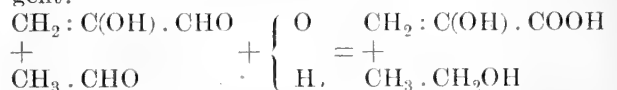


traubensäure in den einfachsten Beziehungen steht.



Unter Akzeptierung dieser Grundannahme lassen sich dann noch verschiedene Möglichkeiten auf dem Papiere formulieren, wie diese Stufenreaktionen miteinander verknüpft werden können. Es ist vorderhand garnicht zu entscheiden und wird auch in Zukunft äußerst schwierig zu entscheiden sein, wie der Prozeß nun ganz genau sich vollzieht; es ist dies aber auch im Grunde genommen schon deswegen gleichgültig, weil es sehr unwahrscheinlich ist, daß der Prozeß immer in ganz genau derselben Art und Weise verläuft. Es ist viel wahrscheinlicher, daß sich immer mehrere dieser labilen, komplizierten Zwischenstoffe oder ihrer Hydrate gleichzeitig bilden und in verschiedenen, sich verschlingenden Reaktionen weiter umsetzen. Der Hauptprozeß vollzieht sich jedenfalls unter folgenden Bedingungen: aus einem der entstehenden primären Körper bildet sich durch Oxydation die Brenztraubensäure, die Kohlendioxyd abspaltet. Mit diesem Oxydationsprozeß in einer gekoppelten Reaktion verbunden ist der Reduk-

In diesem Falle würde also das Methylglyoxal selbst der Cannizaroschen Umwandlung unterliegen und somit als „Akzeptor“ für den Wasserstoff dienen, der nachher die Reduktion des Acetaldehyds zu Alkohol vollziehen soll. Es ist aber auch möglich, daß andere, noch unbekannte Stoffe in den Geweben als Akzeptoren für diesen Wasserstoff fungieren, wie sie ebenfalls beim Studium der oxydoreduzierenden Fermente aufgefunden worden sind. Endlich kann auch bereits unmittelbar vorher gebildeter Acetaldehyd selbst direkt als Akzeptor für H_2 dienen und dadurch zu Alkohol werden, während der Sauerstoff an Methylglyoxal geht:



Auf diese Spezialdinge möchte ich nicht weiter eingehen.

Wenn wir also diese Arbeitshypothese akzeptieren, so wäre der Vorgang der Zuckerumsetzung in der Hefezelle in allen wesentlichen Punkten aufgeklärt. Es fragt sich nun, wie weit wir die so gewonnenen Erkenntnisse auf den Stoffwechsel der übrigen lebenden Zellen übertragen können. Wollen wir das gegebene Schema auf die Umsetzung bei anderen Mikroben und bei Tieren und

Pflanzen anwenden, so müssen wir vor allen Dingen die zweite Hauptreaktion des Zuckerumsatzes erklären, nämlich die Bildung von *Milchsäure*, die bei allen Umsetzungen aus Zucker in großer Menge entsteht, auch dann, wenn gar kein Alkohol gebildet wird. Es liegt nun auf der Hand, daß die Entstehung von Milchsäure in diesem Schema ohne jede Schwierigkeit unterzubringen ist, da sie aus dem Methylglyoxal durch einfache Wasseranlagerung entsteht. Und zum Überfluß ist es noch in neuester Zeit *Neuberg* und *Dakin* gleichzeitig gelungen, Fermente in tierischen Organen aufzufinden, die aus Methylglyoxal direkt Milchsäure bilden. Diese Bildung von Milchsäure als Umsatzprodukt des Zuckers der Zelle tritt nun bei der Untersuchung des tierischen Stoffwechsels um so mehr in den Vordergrund, als es neuerdings verschiedenen Autoren mit vollkommener Sicherheit gelungen ist, das glykolytische Ferment, auf das wir vorhin hingewiesen haben, in einzelnen Fällen, nämlich vor allem bei den Blutkörperchen als ein milchsäurebildendes Ferment nachzuweisen. Wir können aus all den Befunden der letzten Zeit mit ziemlich großer Sicherheit schließen, daß das sogenannte glykolytische Ferment der lebenden Zelle nichts anderes ist als ein Milchsäure bildendes Ferment. Aber, und das ist für die ganze Stoffwechselphysiologie von außerordentlicher Wichtigkeit, nur dann Milchsäure bildend, wenn die Bedingungen dafür günstig sind, und zu diesen Bedingungen gehören vor allen Dingen zwei, nämlich die *Abwesenheit von Sauerstoff* und das Fehlen solcher Fermente, welche die Milchsäure oder eine unmittelbar vor ihr liegende Vorstufe oxydativ weiter verändern können. Im normalen aeroben Stoffwechsel in tierischen Zellen sind aber diese Bedingungen nicht gegeben, sondern hier werden die Vorstufen der Milchsäure weiter oxydiert, und zwar allem Anschein nach auf komplizierten Umwegen von den sogenannten oxydierenden Fermenten der Zellen zu Kohlensäure und Wasser verbrannt.

Ohne auf die noch recht unklaren und in vielen Punkten strittigen Details einzugehen, möchte ich nunmehr eine Gesamtübersicht geben, wie man sich auf Grund dieser Arbeitshypothese ein gemeinsames Bild machen kann, wie in allen lebenden Zellen sich der Abbau des Zuckers vollzieht. Der erste Akt ist danach allen Zellen gemeinsam, nämlich die Auflockerung des Zuckermoleküls zu einem primären, labilen Zwischenstoff, als den wir in unserer Arbeitshypothese Methylglyoxal ansehen wollen. Von diesem primären Zwischenprodukt führen nun drei Wege weiter, die aber nicht etwa für die einzelnen Organismen streng getrennt und charakteristisch sind, sondern allen dreien gemeinsam, und nur unter verschiedenen Bedingungen in verschiedenem Ausmaße beschritten werden.

Der erste Fall ist der, daß alle weiteren Bedingungen fehlen, die zu einer Umsetzung des Methylglyoxals im durchgreifenderen Sinne füh-

ren können. Vor allen Dingen also Fehlen des Sauerstoffes. Dann entsteht durch einfache Wasseraufnahme aus dem Methylglyoxal *Milchsäure*, die bei vielen Bakteriengärungen das fast alleinige Produkt ist, aber sich auch in ständigem Vorkommen in tierischen Geweben bei Sauerstoffmangel, und ebenso bei Pflanzenzellen auffinden läßt. Der zweite Fall ist der, daß Fermente gegeben sind, die bei Sauerstoffabwesenheit weitere Umformungen durch gekoppelte oxydierende und reduzierende Vorgänge an dem Methylglyoxal vornehmen, so daß schließlich, wie wir es vorhin skizziert haben, *Alkohol* und *Kohlensäure* als letzte Endprodukte resultieren. Dies ist der normale Stoffwechsel der Hefen, der Nebenstoffwechsel sehr vieler Bakterien, ebenso aber auch mit Sicherheit der anaerobe Stoffwechsel der Pflanzenzelle und, wenn wir *Stoklasa* Recht geben, unter gewissen, allerdings bisher nicht sichergestellten Bedingungen, der anaerobe Stoffwechsel der tierischen Zelle, bei der allerdings, wie gesagt, die Milchsäurebildung in der Norm weitaus überwiegt.

Der dritte Weg schließlich ist die *totale Oxydation*. Sie kann natürlich nur im aeroben Stoffwechsel stattfinden, und auch nur dann, wenn die, zu diesem Weiterschreiten des Prozesses anscheinend nötigen, spezifischen Fermente, *Oxydasen*, vorhanden sind. Dies ist bei den meisten Bakterien, bei Tieren und Pflanzen der Fall, während sie in der Hefe anscheinend vollkommen fehlen. Wie aber dieser letzte, oxydative Prozeß im einzelnen vor sich geht, ist noch völlig ungeklärt, und es ist sehr unwahrscheinlich, daß es sich hier stets um genau denselben chemischen Vorgang handelt. Es ist möglich, daß wirklich Alkohol und Kohlensäure zunächst entstehen, so daß der Alkohol es ist, der sofort in statu nascendi wieder über den Aldehyd usw. oxydiert wird; es ist möglich, denn eine alkoholoxydierende Fähigkeit der tierischen Gewebe ist ebenfalls nachgewiesen worden. Es ist aber ebenso möglich, daß sich der Prozeß schon an den höheren Zwischenprodukten abspielt, daß hier unter Verschiebung der Elemente des Wassers und unter Eintreten gekoppelter Reaktionen sich immer wieder neue Karboxylgruppen bilden können, die dann fermentativ als Kohlensäure abgespalten werden, während aus dem immer kohlenstoffärmeren und wasserstoffreicheren Rest schließlich unter Mitwirkung oxydierender Fermente der Wasserstoff wegoxydiert und zu Wasser verbrannt wird. So hat z. B. *Palladin* die nicht gerade unwahrscheinliche Hypothese ausgesprochen, daß die gesamte Kohlensäure des Zuckerabbaus nicht durch Oxydation von Kohlenstoffketten, sondern ausschließlich durch katalytische Abspaltung von Karboxylgruppen entsteht, während die Oxydasen der Zelle keine andere Funktion haben, als schließlich den Wasserstoff zu ergreifen und zu Wasser zu verbrennen. Es entspricht dies vollkommen der im Reagenzglase

nachweisbaren Funktion der oxydierenden Fermente, die ebenfalls niemals Kohlenstoffgerüste angreifen, sondern nur Wasserstoff entziehend wirken.

Es ist ersichtlich, daß die hier vorgetragenen Dinge noch in vielen Punkten Hypothesen sind, die der experimentellen Ausfüllung harren. Aber in diesen Hypothesen steckt nichts Gewagtes, und sie betreffen außerdem zum Teil nur Nebendinge, die ohnehin vermutlich niemals zu entscheiden sein werden. Jedenfalls aber gibt dieses System von Annahmen und Hypothesen, das ich hier im Zusammenhange dargestellt habe, uns zum ersten Male überhaupt die Möglichkeit, sich von dem allerwichtigsten Vorgang in der lebenden Zelle, nämlich der Umsetzung der Zucker zu energetischen Zwecken, ein Bild zu machen. Und wir ersehen daraus, daß die Grundvorgänge eine sehr große Ähnlichkeit besitzen und sich nur je nach den Bedingungen, unter denen der Organismus leben muß, namentlich, ob er aerob oder anaerob seine Energie gewinnen muß, durch Anpassung verändert haben. Die hier dargestellte Hypothese hat übrigens in jüngster Zeit dadurch eine noch größere Bedeutung gewonnen, daß wir auch beim Abbau der nächst Zucker und Fett wichtigsten Energiebildner, nämlich der stickstofffrei gewordenen Eiweißketten, auf Körper ganz ähnlicher Struktur, ähnliche Ketosäuren treffen, wie wir sie beim Zuckerabbau gefunden haben, so daß wir mit unwesentlichen Modifikationen für die Eiweißreste denselben Abbau in der Zelle anzunehmen haben werden wie für die Zucker.

So außerordentlich interessant und fruchtbringend die hier gegebenen Annahmen sind, weil sie tatsächlich den ersten Schritt in ein bisher vollkommen unbekanntes Land bedeuten, so bleibt doch noch unendlich viel Wichtiges und Fundamentales aufzuklären, bevor wir uns über einen der allerwichtigsten Vorgänge in der lebenden Substanz, nämlich die Umsetzung der stickstofffreien Nährstoffe zu Energiezwecken, ein deutliches Bild werden machen können. Speziell gilt dies für die uns hier ja in erster Linie interessierenden Vorgänge in der tierischen Zelle; und wir dürfen niemals vergessen, daß die Gleichsetzung zwischen dem Stoffwechsel der Hefezelle und dem der tierischen Zelle bisher eben nur auf einer Analogisierung beruht. So darf z. B. nicht verschwiegen werden, daß die Mitwirkung von spezifischen *Fermenten* in dem ersten Stadium des Prozesses, nämlich der Umwandlung der Glukose in die labilen Zwischenstoffe, als erwiesen bisher nur für die Hefezelle anzusehen ist, bei der man eben das Ferment als chemisches Präparat gewinnen kann, und mit großer Wahrscheinlichkeit auch noch für die Pflanzenzelle. Dagegen kann man leider bisher nicht sagen, daß man dieselben Fermente auch aus der tierischen Zelle mit unbestrittener Sicherheit hat isolieren können. Der einzige, dem dies nach seiner Behauptung vollkommen geglückt ist, ist *Stoklasa*

gewesen. Und seine Befunde ergeben nun gerade wiederum die Umwandlung des Zuckers in hauptsächlich Alkohol und Kohlensäure, ein Vorgang, der unter normalen Bedingungen im Tierkörper jedenfalls gegen die Milchsäurebildung zurücktritt. Außerdem aber sind seine Befunde in der heftigsten Weise angegriffen und auf Bakterienwirkung zurückgeführt worden. Es liegt eine große Anzahl von Versuchen vor, das Zucker zerstörende Ferment aus der tierischen Zelle zu isolieren, aber sie ergeben widersprechende Resultate. Bald ist überhaupt keine Wirkung gefunden worden, bald fand man nur Kohlensäurebildung, bald Milchsäurebildung, bald Alkoholbildung usw. Das hat den Anschein, als ob man dieses außerordentlich empfindliche und mit dem lebenden Protoplasma verklammerte Ferment beim Zerstören der Zellstruktur nur in Ausnahmefällen, unter ganz bestimmten, bisher eben nicht mit Sicherheit reproduzierbaren Bedingungen extrahieren kann. Die Versuche, die mit völliger Sicherheit den Abbau von Traubenzucker zu Milchsäure ergeben haben, sind bisher ausschließlich an überlebenden Zellen, nämlich an roten Blutkörperchen (*Rona* u. a.), ausgeführt worden, und, was ungefähr auf dasselbe herauskommt, bei der Durchblutung überlebender Organe (*Emlden*). Gilt dies schon für den ersten Akt, der wenigstens bei der Hefe ganz exakt reproduzierbar ist, so fehlen die rein experimentellen Fundamente um so mehr, je weiter wir auf die *abbauenden* Vorgänge einzugehen haben. Auch hier ist nur ein einziges Ferment, nämlich das aus Karboxylgruppen Kohlensäure spaltende Ferment *Carboxylase* in Hefen und Pflanzen sichergestellt. Aus tierischen Zellen ist auch dieses Ferment nicht mit Sicherheit in reiner Wirkung erhalten worden. Und genau so steht es mit den weiteren Fermenten der Oxydoreduktion, die schließlich Kohlensäure und Wasser bilden sollen. Wir kennen hier überall nur ähnliche, analog wirkende Fermente, aber die eigentlich spezifischen und definitiv abbauenden Fermente sind aus der Zelle bisher nicht in reiner Wirkung zu isolieren gewesen.

Ebenso wenig ist es bisher möglich gewesen, das für den tierischen Körper so wichtige Problem der Rolle des *Pankreas* im Zuckerstoffwechsel der Zelle aufzuklären. Wir sind trotz unendlicher Arbeit noch nicht wesentlich über den bald dreißig Jahre alten fundamentalen Versuch hinausgekommen, daß ein Hund tödlichen Diabetes bekommt, wenn man ihm die Bauchspeicheldrüse ganz herausnimmt. Die wahrscheinlichste unter den zahlreichen Hypothesen bleibt wohl immer noch die, daß das Pankreas ein inneres Sekret abgibt, welches als ein Aktivator für das glykolytische Ferment der Gewebe fungiert. Aber einen sicheren Beweis dafür wird man auch erst dann führen können, wenn wir das glykolytische Ferment aus den Organen in reiner Wirksamkeit isolieren können.

Zum Schluß sei noch ganz aphoristisch ein Punkt gestreift, die Frage des Zusammenhanges dieser chemischen Umwandlung mit der Muskelarbeit selbst. Nehmen wir das oben gegebene Schema als richtig an, so würde sich der Zuckerabbau in zwei, auch energetisch scharf getrennten Staffeln vollziehen. Der Übergang in Milchsäure oder einen dieser sehr nahe stehenden Stoff verläuft nur mit einem geringen Gewinn an freier Energie, in Wärmewert ausgedrückt rund 4 % der verfügbaren Gesamtenergie. Der ganze Rest würde also erst bei den Umsetzungen frei werden, die zur definitiven Oxydierung des Zuckers führen. Wenn wir dieses annehmen, so regt es zum Nachdenken an, daß *Hill* in jüngster Zeit festgestellt hat, daß auch die energetische Arbeit der Muskeln in zwei ganz getrennten Stufen verläuft. Wenn man nämlich die Wärmeproduktion des arbeitenden Muskels mißt, so läßt sich konstatieren, daß der Muskel während der eigentlichen Kontraktion, wo er also wirklich Arbeit leistet, nur eine sehr geringe Wärmemenge abgibt, aber anscheinend reichlich Milchsäure produziert; erst im zweiten Stadium der Erschlaffung des Muskels wird, wahrscheinlich eben unter starken oxydativen Veränderungen, die Hauptmenge der Wärme abgegeben. Ob diese beiden Phänomene einen inneren Zusammenhang miteinander haben, möchte ich dahingestellt sein lassen. Die gesamten energetischen Verhältnisse des Muskels sind ja noch so wenig geklärt, daß man noch keinen Anlaß hat, mit Hypothesen zu spielen. Aber interessant wäre es freilich, wenn es sich nachweisen ließe, daß der Muskel in den ersten Akten seiner Tätigkeit, wo er also wirklich Arbeit im physikalischen Sinne leistet, sehr wenig Wärme produziert, also mit einem außerordentlich hohen Nutzeffekt arbeitet, und daß erst in dem zweiten Akt sehr viel Wärme frei wird, so daß dadurch der Nutzeffekt auf den bekannten, rund 30 % betragenden Wirkungsgrad des menschlichen Muskels herabgedrückt wird. Alle diese so fundamental wichtigen Fragen werden wir erst weiter behandeln können, wenn wir einmal den Zuckerumsatz in der Zelle zunächst rein chemisch vom Anfangsglied bis zum Endglied verfolgen können. Und wenn wir weiter den Weg mit Sicherheit gehen können, der auch von den stickstofffrei gemachten Abkömmlingen der Eiweißkörper und von den Fettsäuren zu den Stoffen führt, die das letzte definitiv zu energetischen Zwecken der Muskeln herangezogene Material darstellen. Für die desaminierten Aminosäuren sehen wir den Weg schon in Umrissen vor uns, wie bereits vorhin erwähnt. Es scheinen hier labile Stoffe ganz ähnlicher Natur primär zu entstehen, wie aus dem Zucker. Dagegen fehlt uns leider bisher noch jedes chemische Verständnis für die im Stoffwechsel so zweifellos im größten Maßstabe vor sich gehende Umwandlung von Fetten in leicht umsetzbare Stoffe. Denn die Fette bilden doch das große Energiereservoir für

die Krafterleistungen des Tierkörpers, und es ist höchst unwahrscheinlich, daß sie etwa direkt in ihrer chemisch starren Konstitution wie in einem Ofen verbrannt werden. Es ist mehr als nur wahrscheinlich, daß sie auch erst durch vorbereitende Umwandlung in labilere und leichter umwandelbare Stoffe verwandelt werden. Nur wissen wir, wie gesagt, von dem Wege, auf dem dies geschehen könnte, und von den Kräften, die dabei mitwirken, noch absolut nichts.

Um aber auf den Ausgangspunkt unserer Auseinandersetzungen zurückzukommen, so sehen wir aus diesen Beispielen der Zuckerumsetzung in der lebenden Zelle, daß die Natur in den drei Reichen nicht drei vollkommen übergangslos voneinander geschiedene Typen von chemischen Zellvorgängen geschaffen hat, sondern daß die Fundamente aller dieser Vorgänge annähernd die gleichen sind; und daß die zweifellos vorhandenen Unterschiede ihren Grund haben in allmählichen Differenzierungen, Anpassungen des Urprotoplasmas, das allen drei Reichen als Bauschema zugrunde gelegen haben muß.

Literatur:

- C. Neuberg*, Zuckerumsatz in der lebenden Zelle, Handbuch der Biochemie, Ergänzungsband. Jena 1913.
C. Oppenheimer, Die Fermente und ihre Wirkungen, II. Bd. Leipzig 1913.

Die Schröder-Stranz-Expedition und die deutsche Wissenschaft¹⁾.

Von Prof. Dr. W. Kükenthal, Breslau.

Noch ist das tragische Schicksal der Teilnehmer an der arktischen Expedition des Leutnants *Schröder-Stranz* in Aller Erinnerung. Von der im Sommer 1912 unternommenen Fahrt nach Spitzbergen kehrten von zehn deutschen Teilnehmern nur drei — davon zwei als Invaliden — zurück. Alle anderen sind elend zugrunde gegangen.

Nunmehr liegt der ausführliche Bericht eines der Überlebenden vor, des Dr. *Hermann Rüdiger*, der als Ozeanograph an der Expedition teilgenommen hat.

Wie von vornherein zu erwarten war, sind die wissenschaftlichen Ergebnisse dieser Fahrt sehr gering, und Dr. *Rüdiger* spricht das selbst in seinem Schlußwort aus: „Was wir heimbringen durften, es ist so verschwindend klein gegen die gewaltige Tragik des Ganzen, das hier nicht der Platz ist, von diesen geringen Beobachtungen der polaren Natur zu sprechen.“

Wenn trotzdem in dieser Zeitschrift über *Rüdigers* Buch referiert werden soll, so geschieht das, weil der deutschen Wissenschaft alles daran

¹⁾ *Rüdiger, Hermann*, Die Sorgebai. Aus den Schicksalstagen der Schröder-Stranz-Expedition. Berlin, G. Reimer, 1913. Preis M. 5,—.

liegen muß, die *Wiederkehr einer solchen Fahrt zu verhindern*, denn darüber müssen wir uns klar sein, daß die Geschichte dieser Expedition kein Ruhmesblatt in der Reihe deutscher Forschungsreisen bildet.

Die Entstehungsgeschichte der Fahrt ist nach *Rüdigers* Bericht folgende. Der Kolberger Infanterieoffizier *Schröder-Stranz* hatte den Plan gefaßt, eine Wiederholung der Vegafahrt *A. E. Nordenskjölds* ins Werk zu setzen. Kein Zweifel, daß die erneute Erzwingung der nordöstlichen Durchfahrt wissenschaftlich wertvolle Resultate hätte zeitigen können, wenn auch die stark in den Vordergrund gestellte Aussicht auf Förderung von Handel und Schifffahrt wohl mehr geeignet war, kapitalkräftige Kreise dem Unternehmen geneigt zu machen.

Da Leutnant *Schröder-Stranz* die Arktis nicht kannte, wie er überhaupt bis dahin als geographischer Forschungsreisender nicht hervorgetreten war, so war sein Plan durchaus zu billigen, sich vor Antritt der großen Fahrt auf einer Vorexpedition erst die nötigen Kenntnisse zu verschaffen. Als Reiseziel wurde von ihm das leicht erreichbare Spitzbergen gewählt, in beklagenswerter Unterschätzung der Schwierigkeiten aber ein Eindringen in den unbekannten Teil dieses Archipels, das Nordostland geplant, dessen Inlandseis auf einer Schlittenreise womöglich durchquert werden sollte. Leider fand sich keiner seiner sachverständigen Ratgeber, der ihn veranlaßt hätte, von diesem Plane abzustehen, der weit über den Rahmen einer Vorexpedition hinausging, die doch nur der Einarbeitung der Teilnehmer wie der Erprobung von Proviant und Ausrüstung dienen sollte.

Schon der Aufbruch erfolgte zu spät, denn erst in der zweiten Augustwoche traf das Expeditionsschiff in den spitzbergischen Gewässern ein, zu einer Zeit also, wo sich der arktische Sommer bereits seinem Ende zuneigt und mit der Möglichkeit einer unfreiwilligen Überwinterung zu rechnen ist. Letzterer Gedanke ist dem Leiter anscheinend erst spät gekommen, denn wie *Rüdiger* erzählt, hat er seine Gefährten erst kurz vor der Ausreise von Tromsø darauf hingewiesen. Für diese war die Aussicht, möglicherweise einen langen arktischen Winter durchmachen zu müssen, eine höchst unliebsame Überraschung, auf die keiner von ihnen vorbereitet war. Zwar hat sich der später erhobene Vorwurf, daß es für den Fall einer Überwinterung an Proviant gefehlt habe, als nicht berechtigt erwiesen, eine große Gefahr schlummerte aber darin, daß sich wohl alle Teilnehmer, von denen kein einziger die Arktis kannte, der stillen Hoffnung hingaben, doch noch auf irgend einem Wege vor Anbruch der langen polaren Winter nacht wieder die Heimat erreichen zu können.

Ohne wesentliche Schwierigkeit wurde die um diese Jahreszeit meist eisfreie Nordküste Spitzbergens erreicht und bis jenseits des Nordkaps befahren, wo Packeis den Weg spernte. Hier wur-

den, weit von der Küste des Nordostlandes entfernt, die vier Mitglieder der Expedition, darunter der Leiter selbst, welche ins Innere des Landes eindringen sollten, mit Boot, Kajaks, Zelten, Schlitten, Hunden und etwas Proviant auf dem Eise ausgesetzt, während das Schiff mit den Zurückgebliebenen längs der Nordküste zurückfahren und Depots anlegen sollte. Die Rückkehr der Schlittenexpedition sollte bis zum 15. Dezember in der Croßbai, an der Westküste Spitzbergens, abgewartet werden.

Von den vier Mitgliedern der geplanten Schlittenreise, Leutnant *Schröder-Stranz*, Kapitanleutnant a. D. *Sandleben*, dem Geographen und Geologen Dr. *Mayr* und dem Privatsekretär *Schmidt* hat man nie wieder das Geringste gehört, und es besteht leider kein Zweifel mehr, daß sie umgekommen sind.

Wenden wir uns nunmehr den Schicksalen der auf dem Schiff Zurückgebliebenen zu. Am 21. August wurde die Sörgebai erreicht, konnte aber nicht wieder verlassen werden, da undurchdringliches Eis die Fahrt nach Westen versperrte. Nach einigen vergeblichen Versuchen, durchzubrechen, mußte man sich mit dem Gedanken einer Überwinterung vertraut machen. Jetzt zeigten sich aber die Folgen mangelnder Voraussicht. Proviant war allerdings genügend vorhanden, doch fehlte es an vielem anderen. Wie es mit der wissenschaftlichen Ausrüstung beschaffen war, dafür gibt *Rüdiger* ein drastisches Beispiel. Es war kein Thermometer vorhanden, das für die Temperatur-Beobachtungen im arktischen Winter ausgereicht hätte, denn das am tiefsten unter den Gefrierpunkt gehende Thermometer an Bord reichte nur bis — 22 Grad! Der Zoologe Dr. *Detmers* hatte zur Untersuchung der Tierwelt des Meeresbodens nur ein Schleppnetz zur Verfügung gehabt, das beim ersten Versuch, es zu gebrauchen, prompt verloren gegangen war. Gar nichts zu tun hatte der Botaniker Dr. *Moeser*, denn in der vorgerückten Jahreszeit war die an sich schon dürftige Flora bereits unter einer täglich höher werdenden Schneedecke verborgen. *Rüdiger* betont ferner mit Recht, daß es an dem nötigen Raum und an Lektüre fehlte. Was Wunder, daß schließlich der Gedanke immer mehr Wurzel faßte, das Schiff zu verlassen, um mit Schlitten das Land zu durchqueren und so zur Westküste — Croßbai oder Adventbai — und damit zu menschlichen Siedlungen zu gelangen! Winkte doch dann verführerisch die Aussicht, noch im gleichen Jahre die Heimat wieder zu erreichen. Da auch der Befehlshaber des Schiffes, Kapitän *Ritscher*, sich für den Plan aussprach, dem nur der Marinemaler *Rave* widerriet, so wurde die Landreise alsbald ins Werk gesetzt. Nur die norwegischen Matrosen zogen es nach längerem Schwanken vor, an Bord zu bleiben und hatten, da es an einer sachverständigen Oberleitung fehlte, damit rein instinktiv den einzig richtigen Entschluß gefaßt. Mit dem Verlassen des sicheren Schiffes ging das

Unglück seinen weiteren Lauf. Schon nach kurzer Zeit trennten sich die beiden jungen Biologen Dr. *Detmers* und Dr. *Moeser* auf der mühseligen Wanderung nach Süden von ihren Gefährten, da sie hofften, allein schneller voran zu kommen. Auf welche Weise sie den Tod gefunden haben, hat sich nicht aufklären lassen. Dann erfror sich Dr. *Rüdiger* einen Fuß und konnte nicht mehr weiter. Das brachte eine neue Zersplitterung mit sich, denn bei ihm blieb nur der Maler *Rave*, während die vier anderen, darunter Kapitän *Ritscher*, ihre Wanderung zur Adventbai fortsetzten. Aber nur der letztere erreichte sein Ziel, die anderen drei, zwei Norweger und der Maschinist *Eberhard*, kehrten schließlich wieder zum Schiffe um, und *Eberhard* ging unterwegs — am Weihnachtsabend — auf nicht aufgeklärte Weise verloren. Dr. *Rüdiger* und *Rave*, die in einer kleinen Hütte hausen, erleben unterdessen schwere Zeiten, doch glückt es schließlich dem letzteren unter unsäglichen Schwierigkeiten seinen Kameraden wieder zum Schiffe zurückzubringen. Mit steigender Spannung liest man in *Rüdigers* Buche von seiner Rettung. Die Gestalt seines treuen Gefährten tritt vor allem in hellstes Licht und man fühlt, daß hier nicht allein die Dankbarkeit gegenüber dem Lebensretter die Feder geführt hat, sondern es wird uns ein Mann von echter Treue geschildert, ein Mann, der sich in den schwierigsten Lebenslagen zu behaupten weiß, und der dem deutschen Namen Ehre gemacht hat. Das ist aber auch der einzige Lichtblick in diesem Buche voll düsterer Tragik. Wie die beiden schließlich im nächsten Frühjahr durch die erste der ausgesandten Hilfsexpeditionen unter dem Befehl des norwegischen Hauptmanns *Starud* gerettet worden sind, mag man im Buche selbst nachlesen.

Bekanntlich haben sich später unerquickliche Streitigkeiten zwischen Kapitän *Ritscher* und andererseits *Rüdiger* und *Rave* erhoben. Mir erscheint es müßig, abzuwägen, ob und wie viel Schuld die einzelnen an dem unglücklichen Ausgange der Expedition trifft, denn aus dem bemerkenswert objektiv verfaßten Berichte *Rüdigers* geht zur Genüge hervor, wo der Hauptfehler steckt, der den schließlichen Untergang so vieler blühender Menschenleben verursacht hat. Keiner der Teilnehmer kannte die weit unterschätzten Schwierigkeiten arktischer Landreisen aus eigener Erfahrung, und vor allem fehlte es an einer sachverständigen Leitung. Schon der Versuch einer Schlittenreise ins Innere von Nordostland war bei der vorgerückten Jahreszeit und den mangelhaften Vorbereitungen ein Wagnis, das nicht unternommen werden durfte, und das Verlassen des sicheren, mit Proviant reichlich versehenen Schiffes sowie die Zersplitterung in einzelne kleine Partien hätte nicht erfolgen können, wenn sich an Bord ein in arktischen Dingen auch nur einigermaßen erfahrener Leiter befunden hätte. Niemals wieder dürfen bei künftigen Unternehmungen ähnlicher Art die Schicksale so

vieler Menschen einem Leiter anvertraut werden, dem eigene Erfahrungen noch völlig fehlen. Auf diese vor allem kommt es an, und auf größte Besonnenheit, nicht aber auf die so viel gerühmte „Schneidigkeit“. *Rüdiger* stellt dem Leutnant *Schröder-Stranz* das Zeugnis aus, „daß man es hier mit einem energischen, an Strapazen gewöhnten Manne zu tun hatte, der wohl dazu befähigt schien, etwas wirklich Großes zu leisten“. Um so bedauerlicher ist es, daß sich anscheinend unter seinen sachverständigen Beratern keiner gefunden hat, der ihn auf die Gefahren aufmerksam gemacht hätte, in welche er bei Verfolgung seines Planes nicht nur seine Person, sondern die gesamte Expedition bringen mußte.

Noch einen anderen Punkt möchte ich hier zur Sprache bringen. Unsere Zeit neigt dazu, bei Forschungsreisen das mehr sportliche Element auf Kosten der wissenschaftlichen Leistungen hervortreten zu lassen. In dieser Anschauung wird sich hoffentlich bald ein Wandel vollziehen. Deutsche Forscher haben für sich allein arktische Reisen ausgeführt und erhebliche wissenschaftliche Resultate erzielt, ohne daß ihnen ein kostspieliger Apparat, ein eigenes Schiff und überhaupt nennenswerte Geldmittel zur Verfügung gestanden hätten. An Bord norwegischer Fangschiffe oder als Begleiter von Jagdexpeditionen sind sie herausgefahren und haben der Wissenschaft, der sie dienten, reichen Gewinn gebracht. Freilich, die große Öffentlichkeit hat von diesen Reisen kaum etwas erfahren, da ihnen das sie allein interessierende sportliche Moment fehlte, aber ich möchte doch hier einmal nachdrücklich aussprechen, daß die deutsche Wissenschaft stolz darauf sein kann, daß sie das einzige große zusammenfassende Werk über die arktische Tierwelt, die in vier Foliobänden erschienene „Fauna arctica“ zwei deutschen Gelehrten, *Fritz Römer* und *Fritz Schaudinn* verdankt, welche die Ergebnisse einer eigenen arktischen Fahrt an Bord eines Jagdzwecken dienenden Fahrzeuges um ganz Spitzbergen herum mit den Resultaten früherer Forschungsreisen verarbeitet und in diesem monumentalen Werk herausgegeben haben. Noch jetzt schmerzt es mich, wenn ich mich daran erinnere, daß es nicht möglich war, den beiden hervorragenden jungen Forschern eine Reisebeihilfe von ein paar Tausend Mark zu verschaffen. *Römer* und *Schaudinn* sind nun beide tot, in der Blüte ihrer Jahre gestorben, aber ich zweifle nicht, daß sich unter unseren jüngeren Gelehrten viele finden werden, die brennend gern eine solche Forschungsreise zu unternehmen bereit sind, und die nicht nur die körperlichen Fähigkeiten und die Energie, sondern vor allem auch die nötigen wissenschaftlichen Vorkenntnisse dazu mitbringen. Aus diesem Materiale würden uns künftige Forschungsreisende erwachsen, die Großes zu leisten imstande wären, seien sie von der Geographie, Ozeanographie oder Geologie oder von den biologischen Wissenschaft-

ten ausgegangen. Wenn das traurige Schicksal der Schröder-Stranz-Expedition uns zu dieser Erkenntnis verhilft, so sind die beklagenswerten Opfer an Menschenleben doch nicht ganz vergeblich gewesen.

Die Farbe der künstlichen Lichtquellen.

Von Dr.-Ing. L. Bloch, Berlin.

Alle unsere zum täglichen Gebrauch dienenden künstlichen Lichtquellen strahlen ein Licht aus, dessen Farbe von der des natürlichen Tageslichts mehr oder weniger beträchtlich abweicht. Gerade die hauptsächlich gebräuchlichen Lichtquellen zeigen untereinander recht bedeutende Farbenunterschiede. Diese fallen auch schon dem bloßen Auge auf, wenn beispielsweise in einem Raume Gasglühlicht und elektrische Glühlampen gleichzeitig benutzt werden. Die *Messung und zahlenmäßige Festlegung der Farben verschiedener Lichtquellen* ist nicht nur von rein wissenschaftlichem Werte, sondern sie hat auch eine erhebliche praktische Bedeutung. So wird bei der Einführung einer neuartigen Lichtquelle stets auch nach deren Farbe gefragt werden und unter Umständen ist für die praktische Gebrauchsfähigkeit einer Lichtart gerade die Farbe von ausschlaggebendem Einfluß. Oft liegt auch das Bedürfnis nach einem künstlichen Licht vor, dessen Farbe mit dem Tageslicht möglichst übereinstimmt, um farbige Stoffe bei künstlichem Licht ganz ebenso wie bei Tag unterscheiden und auswählen zu können. Man ist zur Schaffung dieses künstlichen Tageslichts auf den verschiedensten Wegen vorgegangen. Welche Ergebnisse dabei erzielt werden, kann auch nur durch die Messung der Farbe des Lichts entschieden werden.

Bisher war hierfür hauptsächlich das *spektralphotometrische Meßverfahren* im Gebrauch. Das Licht wird hierbei in sein Spektrum zerlegt und eine größere Zahl von photometrischen Messungen in den verschiedenen Spektralbezirken ausgeführt. Dieses Verfahren ist zwar vollkommen exakt und recht zuverlässig, aber doch in seiner Ausführung wie auch in der Verwertung der Resultate ziemlich umständlich und zeitraubend. Erheblich vereinfacht wird die Messung der Lichtfarbe, wenn man sie nach einem Verfahren ausführt, das von *Lépinay* und *Nicati* und von *L. Weber* zum Vergleich der Lichtstärken verschiedenfarbiger Lichtquellen angegeben wurde. Hierbei werden durch Einschalten roter und grüner Gläser vor das Okular des Photometers die Messungen nicht in verschiedenfarbigem, sondern in einfarbigem Licht ausgeführt. *Vöge* hat gezeigt, daß dieses Meßverfahren auch für die Messung der Lichtfarbe dienen kann. Er benutzte hierfür fünf verschiedenfarbige Gläser, was die Messung der Farbe des Lichtes

schon bedeutend erleichtert. Es läßt sich aber noch eine weitere *Vereinfachung der Messung* erreichen, die auch zu einer leicht verständlichen und übersichtlichen Darstellung der Lichtfarbe ausgenützt werden kann. Bekanntlich kann jede beliebige Farbe aus drei Grundfarben, beispielsweise aus Rot, Grün und Blau, zusammengesetzt werden. Hiervon macht die Lithographie schon seit langem in dem Dreifarbendruck, neuerdings aber auch die Farbenphotographie einen ausgedehnten Gebrauch. Ganz ebenso muß aber auch jede Farbe sich in drei Grundfarben zerlegen und durch diese drei Komponenten eindeutig bestimmen lassen. Diese Zerlegung kann nun bei beliebigen Farben und insbesondere auch bei den Farben künstlicher Lichtquellen durch das eben erwähnte photometrische Verfahren erfolgen. Es wird hierbei mit je einer roten, grünen und blauen Farbglasseibe gearbeitet, die zwischen Photometer und Auge eingeschaltet ist. Daß diese Farbgläser ganz ausschließlich einfarbiges Licht durchlassen, ist nicht erforderlich. Es erweist sich so-

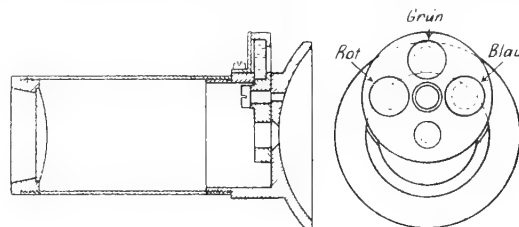


Fig. 1. Photometerokular mit drei Farbglasseiben.

gar gerade als zweckmäßig, daß die zwischenliegenden Farben zum Teil noch von den benachbarten Farbgläsern mitgemessen werden, beispielsweise das gelbe Licht teils vom grünen und teils vom roten Glas. Die Farbglasseiben werden direkt in das Okular des benutzten Photometers eingesetzt und aus den genau definierten Farbglasfiltern der Firma *Schott und Genossen* (Jena) in einer Stärke von 1 mm geschliffen. Mittels einer drehbaren Revolverscheibe können der Reihe nach die 3 Farbgläser und eine freiglassene Öffnung für die Messung im natürlichen Licht vor die Okularöffnung des Photometers gebracht werden (siehe Fig. 1 nach einer Ausführung der Firma *Franz Schmidt und Haensch* in Berlin). Die Messung der Lichtfarbe kann in dieser Weise mit jedem zum Vergleich von Lichtquellen dienenden Photometer ausgeführt werden. (Näheres über die Art der Messung siehe: *Elektrot. Zeitschr.* 1913, H. 46, S. 1306.)

Alle Messungen der Farbe künstlicher Lichtarten müssen auf eine bestimmte *Normal-Lichtquelle* bezogen werden. Man wählt hierfür am besten das Tageslicht bei bedecktem Himmel und nimmt an, daß dieses in allen Farben die gleiche Helligkeit, beispielsweise 100, besitzt. Es ist dabei nicht nötig, die verschiedenen Lichtquellen direkt mit dem Tageslicht zu vergleichen, sondern man kann hierzu auch eine *Zwischenlichtquelle*

wie die Vergleichslampe des Photometers benutzen. Man hat dann nur diese Lampe mit dem Tageslicht direkt zu vergleichen und wird dadurch von dessen häufigen Schwankungen unabhängig. Die Messung in den drei Farben möge nun zum Beispiel für eine Lichtart die Werte 270 in Rot, 150 in Grün und 75 in Blau ergeben haben, wobei diese Werte bereits auf Tageslicht bezogen sein sollen. Man erhält hieraus für das Verhältnis des roten zum grünen Licht den Wert 180, wobei Grün als 100 % angenommen ist, und unter derselben Annahme für das Verhältnis des blauen zum grünen Licht den Wert 50. Aus diesen beiden zur Kennzeichnung der Lichtfarbe ausreichenden Werten kann man sofort folgendes entnehmen: Die untersuchte Lichtart zeigt gegenüber dem Tageslicht einen Überschuß in Rot und einen Mangel in Blau.

An Hand dieser Zahlen kann man die verschiedenen Lichtarten auf ihre Farbe hin vergleichen. Es genügt hierzu schon die Betrachtung der Zahlen allein; aber der Vergleich wird viel anschaulicher, wenn man sich einer *graphischen Darstellungsweise* bedient. Man könnte hierfür das Farbendreieck benutzen, mit dem die Zusammensetzung von Farben aus den drei Grundfarben dargestellt wird. Es ist dies ein gleichseitiges Dreieck, in dessen Ecken man sich die drei Grundfarben, in unserem Falle Rot, Grün und Blau, gelegt denkt. Die in diesen drei Farben erhaltenen Lichtstärken einer Lichtquelle, deren Farbe darzustellen ist, werden als Gewichte aufgefaßt und in den drei Ecken des Dreiecks angebracht. Für das so belastete Dreieck wird nunmehr der Schwerpunkt aufgesucht und durch eine Berechnung oder graphische Konstruktion erhalten, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Die Lage des Schwerpunkts charakterisiert dann die Farbe der untersuchten Lichtquelle. Der Mittelpunkt des Dreiecks entspricht dem weißen Licht, also in unserem Falle dem Tageslicht bei bedecktem Himmel. Je mehr man sich vom Mittelpunkt entfernt und einer Ecke des Dreiecks sich nähert, desto mehr einfärbig ist das Licht, um das es sich handelt. Diese Darstellung im Farbendreieck ist zwar recht anschaulich und nicht gerade schwierig auszuführen, sie besitzt aber doch auch gewisse Nachteile. Besonders drängen sich selbst bei Wahl eines ziemlich großen Maßstabs für das Dreieck die Farben der gebräuchlichsten Lichtquellen auf einem recht eng umgrenzten Raume zusammen, so daß beim Vergleich einer größeren Zahl von Lichtquellen die Darstellung leicht etwas unübersichtlich wird. Für die Kennzeichnung der Farbe der künstlichen Lichtquellen ist deshalb eine andere Art der Darstellung vorzuziehen. Sie beruht auf der Wahl eines rechtwinkligen Koordinatensystems. In dieses werden die Werte des Verhältnisses Blau zu Grün als Abszissen und die Werte des Verhältnisses Rot zu Grün als Ordinaten eingetragen. So erhält jede Lichtart ihren bestimmten und leicht aufzufindenden Platz in diesem

Koordinatensystem und man kann sofort erkennen, wie weit sie von anderen Lichtarten und vom Tageslicht entfernt ist. Das Tageslicht bei bedecktem Himmel erhält in dieser Darstellung als Abszisse und als Ordinate jeweils die Werte 100 %. Lichtquellen mit ausschließlich grünem Licht würden theoretisch nach dem Anfangspunkt des Koordinatensystems zu liegen kommen; solche mit ausschließlich rotem Licht rücken auf der Ordinatenachse ins Unendliche, während Lichtquellen mit ausschließlich blauem Licht auf der Abszissenachse ins Unendlichen liegen. Durch entsprechende Wahl des Maßstabs kann man erreichen, daß alle darzustellenden Lichtquellen noch eingezeichnet werden können. Andererseits kann man auch bestimmte Teile des Koordinatensystems zur Erhöhung der Übersichtlichkeit in vergrößertem Maßstabe aufzeichnen.

Nach dem oben beschriebenen Verfahren wurden von der Versuchsstelle der Berliner Elektrizitäts-Werke die Lichtfarben aller praktisch vorkommenden Lichtquellen bestimmt. Die hierbei erhaltenen Resultate sind in der Tabelle I zahlenmäßig und in den Fig. 2 und 3 graphisch in das

Tabelle 1.

Zusammenstellung der Messungsergebnisse.

Lichtart:	rot grün	blau grün
Tageslicht, bedeckter Himmel	100	100
Tageslicht, blauer Himmel	80,5	116
Sonnenlicht (etwas dunstig)	116	92
Stearinkerze	463	34
Petroleumlampe	403	36,5
Bunsenbrenner mit leuchtender Flamme	367	37,5
Leuchtgas-Schnittbrenner	313	46
Acetylen-Zweilochbrenner	263	48,5
Niederdruck-Gasglühlicht, stehend . . .	190	50,5
Niederdruck-Gasglühlicht, hängend . . .	185	51,5
Niederdruck-Starklicht	189	50,5
Preßgas mit Ramiestrumpf	204	51
Preßgas mit Seidenstrumpf	219	50
Bunsenbrenner mit Natrium	107	6,5
Bunsenbrenner mit Thallium	62,5	57,5
Bunsenbrenner mit Lithium	6840	76
Magnesiumflamme	138	63,5
Kohlefaden-Glühlampe für 4,0 Watt/HK.	342	43
Kohlefaden-Glühlampe für 3,5 Watt/HK.	330	44
Kohlefaden-Glühlampe für 3,0 Watt/HK.	317	45,5
Metallisierte Kohlefaden-Glühlampe für 2,5 Watt/HK	305	47
Metallisierte Kohlefaden-Glühlampe für 2,0 Watt/HK	290	49
Nernstlampe ohne Glocke für 1,7 Watt/HK	275	48
Nernstlampe m. Opalglocke für 1,7 Watt/HK	284	49
Tantallampe für 1,7 Watt/HK	300	47
Metalldrahtlampe für 1,2 Watt pro HK .	271	50,5
Metalldrahtlampe für 1,0 Watt pro HK .	256	53
Metalldrahtlampe für 0,8 Watt pro HK .	245	55,5
Hochkerzen-Drahtlampe für 0,6 Watt/HK	211	59
Hochkerzen-Drahtlampe für 0,5 Watt/HK	200	61,5
Hochkerzen-Drahtlampe für 0,4 Watt/HK	190	63,5

Lichtart:	rot grün	blau grün
Hochkerzen-Drahtlampe für 0,5 Watt/HK mit Opalglocke	212	59
Vericolampe	190	56
Reinkohlen-Bogenlampe ohne Glocke . .	160	71,5
Reinkohlen-Bogenlampe mit Opalglocke .	180	62
Sparbogenlampe mit Opalglocke	185	70,5
Kopier-Dauerbrand-Bogenlampe für 150 V	161	86,5
Tageslicht-Bogenlampe ohne Farbglasscheibe	158	69,5
Tageslicht-Bogenlampe mit Farbglasscheibe	68	100,5
Magnetit-Bogenlampe	114,5	85,5
Intensiv-Flammenbogenlampe für weißes Licht	125,5	63,5
Intensiv-Flammenbogenlampe für gelbes Licht	99,5	29,5
Intensiv-Flammenbogenlampe für rotes Licht	592	74
TB-Flammenbogenlampe für weißes Licht	114,5	56,5
TB-Flammenbogenlampe für gelbes Licht	99	29
TB-Flammenbogenlampe für rotes Licht	545	63
Glasquecksilberlampe	9	32,5
Glasquecksilberlampe mit Rhodamin- schirm	27,5	34
Quarzquecksilberlampe ohne Glocke . .	20	30
Quarzquecksilberlampe mit Opalglocke .	20	25
Moorelicht mit Kohlensäurefüllung . .	85	108
Moorelicht mit Stickstofffüllung	655	15
Moorelicht mit Neonfüllung	2240	6

oben näher erläuterte Koordinatensystem eingetragen. In Fig. 3 ist der Maßstab größer gehalten und hier sind noch einige Lichtarten verzeichnet, die in Fig. 2 der besseren Übersicht wegen weggelassen wurden. Aus den vorliegenden Ergebnissen läßt sich folgendes entnehmen:

Das Tageslicht zeigt bei der Messung deutlich zum Ausdruck kommende Abweichungen in der Lichtfarbe, je nachdem man bei bedecktem oder bei blauem Himmel oder im direkten Sonnenlicht mißt. Letzteres enthält gegenüber dem Tageslicht bei bedecktem Himmel mehr rotes und weniger blaues Licht, während das Tageslicht bei blauem Himmel einen erheblichen Überschuß an blauem und einen gewissen Mangel an rotem Licht aufweist.

Bei den künstlichen Lichtquellen für den täglichen Gebrauch zeigt sich eine allmählich immer weitergehende Annäherung an die Farbe des Tageslichts. Schon dem bloßen Auge fällt dies auf, wenn neben einer Petroleumlampe beispielsweise eine Metalldrahtglühlampe eingeschaltet ist. Die Messung und die graphische Darstellung zeigt aber auch, daß unter den in ihrer Lichtfarbe ähnlich aussehenden Lichtquellen recht beträchtliche Farbenunterschiede bestehen. So ergibt die Stearinkerze, wie Fig. 2 zeigt, ein erheblich mehr rot gefärbtes Licht als die Petroleumlampe. Einen etwas geringeren Gehalt an Rot als letztere hat der mit Leuchtgas gespeiste Bunsenbrenner mit

leuchtender Flamme, einen noch erheblich geringeren der Gasschnittbrenner, dessen Lichtfarbe ziemlich genau mit derjenigen der gewöhnlichen und metallisierten Kohlefadenlampen übereinstimmt. Die Acetylenflamme kommt dem Tageslicht näher als die Leuchtgasflamme; ihre Farbe ist mit der der Metalldrahtlampe vergleichbar. Das Licht der Flamme des verbrennenden Magnesiums kommt dem Tageslicht bedeutend näher als alle anderen Flammen von festen und gasförmigen Brennstoffen.

Den Ort für ausgesprochen *einfarbiges gelbes und grünes Licht* gibt das Messungsergebnis für die Flamme eines entleuchteten Bunsenbrenners an, in dem Natrium bzw. Thallium verdampft. Wird die entleuchtete Bunsenflamme mit Lithiumdampf gespeist, so erhält man rotes Licht. Das hierfür in Tabelle I enthaltene Messungsergebnis zeigt einen so hohen Gehalt an rotem Licht, daß es weit über die Grenzen der Fig. 2 hinausfällt; bei Wahl eines entsprechenden Maßstabes können natürlich auch derart abnormal liegende Werte in die graphische Darstellung aufgenommen werden.

Die Farbe des Gasglühlichtes erscheint dem bloßen Auge ziemlich grün, besonders wenn man es neben Lampen mit mehr rötlichem Licht brennen sieht. Wie die Messungen zeigen, weist aber auch das Gasglühlicht noch einen ganz erheblichen Überschuß an rotem und Mangel an blauem Licht auf. Die verschiedenen Arten des Gasglühlichts zeigen untereinander deutlich meßbare Unterschiede; wie aus Fig. 3 hervorgeht, enthält das Preßgasglühlicht mehr Rot als das Niederdruckgasglühlicht. Allerdings hängt dies sehr von der Wahl der Glühstrümpfe und deren Tränkungs-material ab, wodurch recht beträchtliche Verschiedenheiten in der Lichtfarbe des Gasglühlichts zu erreichen sind.

Bei den elektrischen Glühlampen ist die Lichtfarbe nicht nur von der Lampenart, sondern auch von dem spezifischen Effektverbrauch, das heißt dem Verbrauch pro Kerze ausgestrahlter Lichtstärke abhängig. Je niedriger dieser Verbrauch bei ein und derselben Lampenart bemessen wird, desto höher wird die Temperatur des Glühfadens und desto näher kommt die Lampe dem Tageslicht. Die heute mehr in den Hintergrund getretenen Kohlefadenlampen besitzen einen spezifischen Verbrauch von 4 bis 3 Watt pro Kerze. Sie zeigen einen ziemlich hohen Gehalt an rotem und einen geringen Gehalt an blauem Licht (Fig. 3). Etwas weniger rot ist schon die Lichtfarbe der Glühlampen mit metallisierten Kohlefäden, die 2,5 bis 2,0 Watt pro Kerze verbrauchen. Mit ihnen stimmt die Tantallampe für 1,7 Watt pro Kerze in ihrer Lichtfarbe nahezu überein, während die Nernstlampe bei ungefähr gleichem Verbrauch ein mehr weißes, der Metalldrahtlampe schon ziemlich nahe kommendes Licht ergibt; die für Nernstlampen meist benutzte Opalglocke bringt nur eine geringe Änderung der Lichtfarbe hervor. Alle

diese Lampenarten sind heute fast durchweg durch die Metalldrahtlampen ersetzt worden. Diese verbrauchen je nach Betriebsspannung und Lichtstärke 1,2 bis 0,8 Watt pro Kerze und zeigen einen um so geringeren Gehalt an roten und um

terer erheblicher Fortschritt durch die Ausbildung der Halbwatt-Metalldrahtlampe erfolgt, die bisher für Lichtstärken von 600 Kerzen und darüber hergestellt wird. Der Fortschritt prägt sich nicht nur in der bedeutenden Ermäßigung des Stromver-

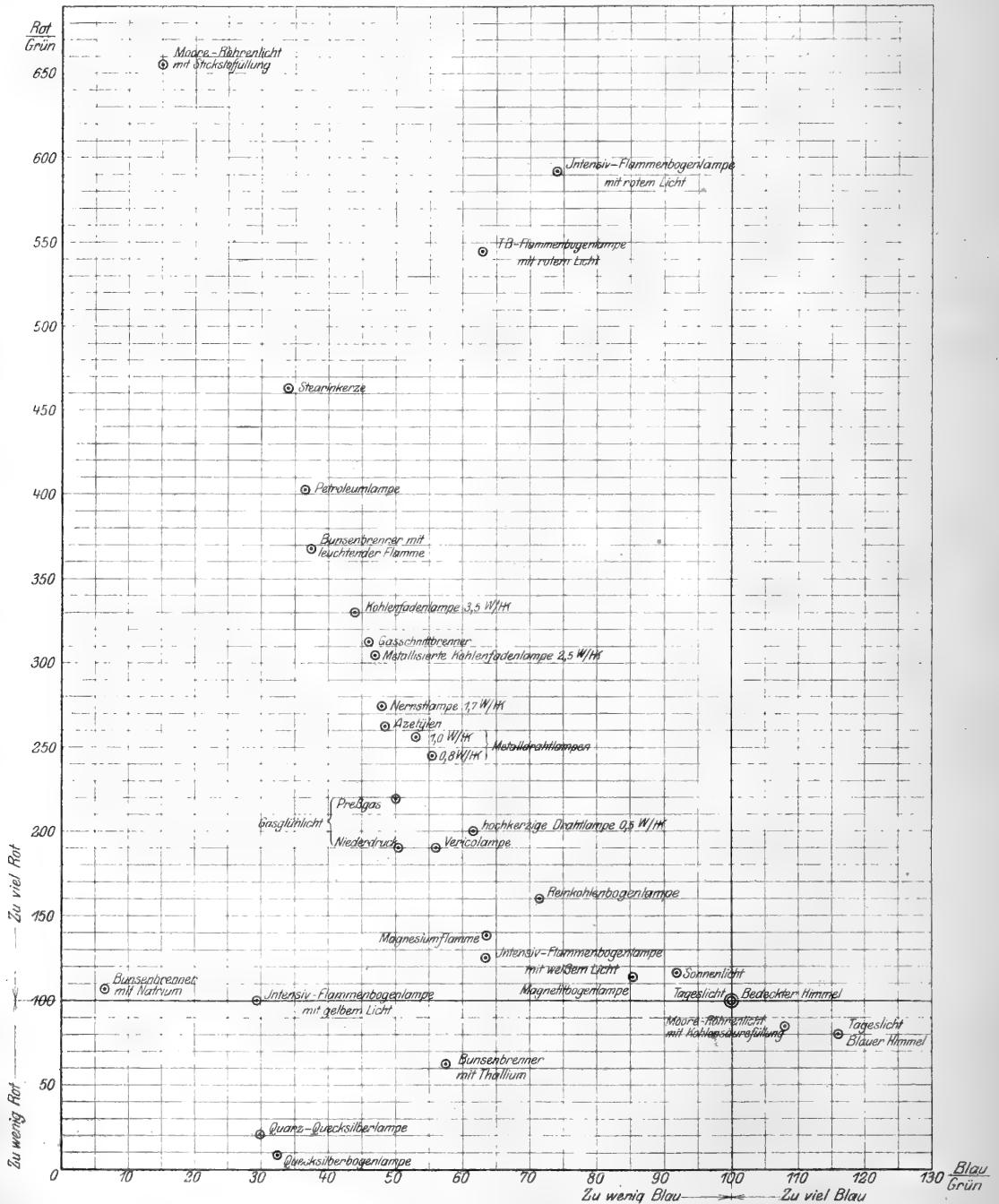


Fig. 2. Graphische Darstellung der Ergebnisse der Lichtfarbenmessung.

so höheren Gehalt an blauem Licht, je niedriger ihr spezifischer Effektverbrauch ist. Während es bis vor kurzem schien, als ob man mit der Metalldrahtlampe für 0,8 Watt pro Kerze an der Grenze des für Glühlampen Erreichbaren angekommen wäre, ist in neuester Zeit noch ein wei-

brauchs aus, sondern auch die uns hier speziell interessierende Lichtfarbe der neuen Lampenart ist dem Tageslicht wieder erheblich näher gerückt, wie die bei 0,6 bis 0,4 Watt pro Kerze ausgeführten Messungen an den neuen Nitralampen der Allgemeinen Elektrizitäts-Gesellschaft zeigten.

Hinsichtlich des Gehalts an rotem Licht stimmt diese Lampenart ungefähr mit dem Gasglühlicht überein, dagegen ist ihr Gehalt an blauem Licht größer als bei letzterem, wodurch die Lichtfarbe

pro Kerze. Wird an Stelle der Opalglasglocke eine blaue Überglocke von entsprechend ausgewählter Färbung für die Halbwattlampe benutzt, so kann die Farbe dieser Lampenart ohne über-

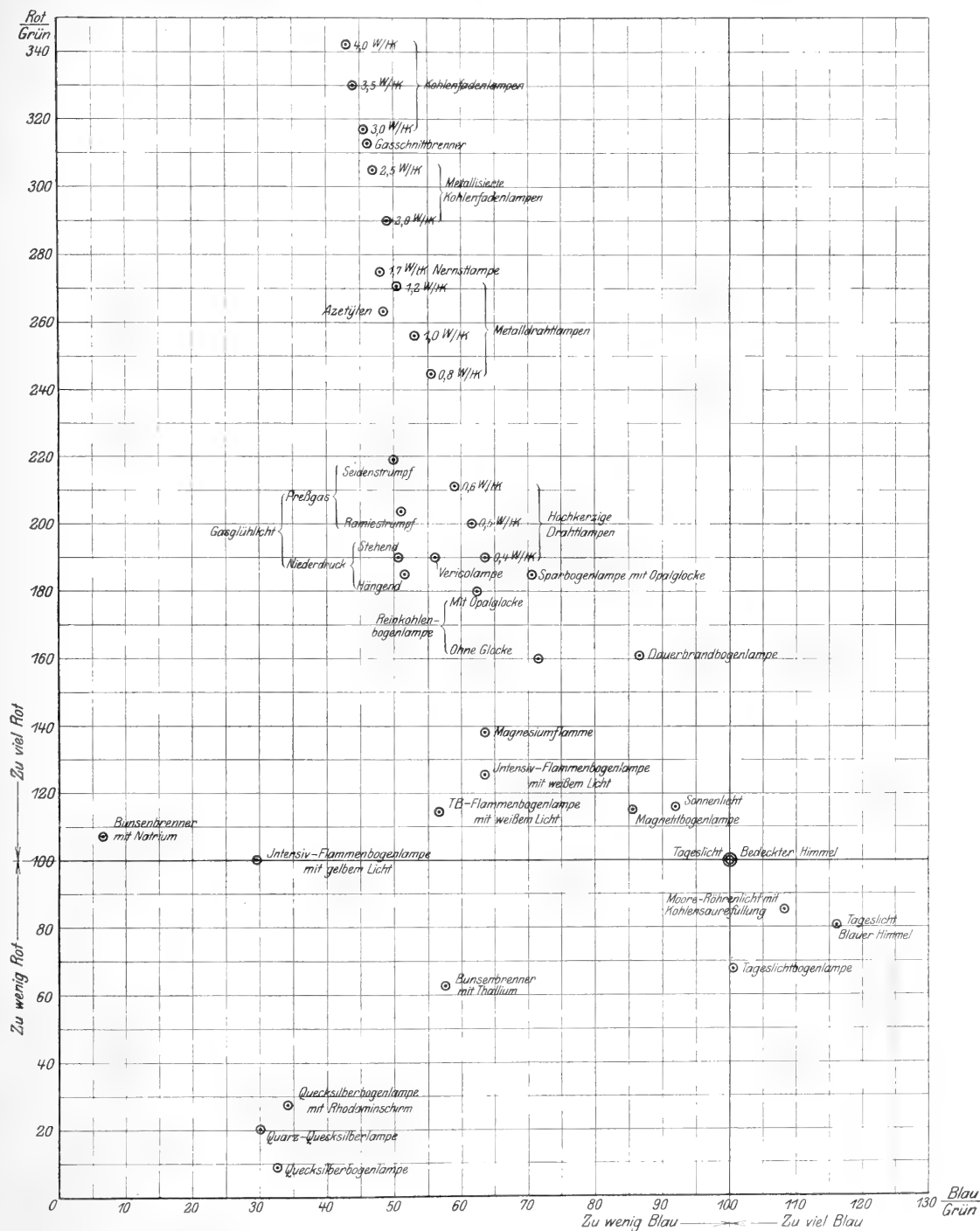


Fig. 3. Graphische Darstellung der Lichtfarbe für die gebräuchlichsten Lichtquellen.
(Vergrößerter Ordinatenmaßstab.)

tageslichtähnlicher wird. Bei Verwendung einer Opalglasglocke ändert sich die Lichtfarbe der Nitralampe ungefähr in gleichem Maße wie bei Erhöhung des Verbrauchs von 0,5 auf 0,6 Watt

mäßigen Lichtverlust mit dem Tageslicht nahezu in Übereinstimmung gebracht und eine künstliche Tageslichtlampe so erhalten werden. Auch die Metalldrahtlampen für 1 Watt pro Kerze werden

schon für Spezialzwecke mit Glocken aus blauem Glas als sog. Vericolampen hergestellt, um einem mehr tageslichtähnliche Farbe zu erreichen. Das hierfür erhaltene Messungsergebnis ist aus der Tabelle und aus Fig. 3 zu entnehmen. Durch Verwendung eines blauen Reflektors kann das Ergebnis noch weiter verbessert werden.

Von den *elektrischen Bogenlampen* zeigt die Reinkohlenlampe, in der Kohlen ohne Leuchtzusätze gebrannt werden, für das bloße Auge schon eine tageslichtähnliche Farbe. Nach den Messungsergebnissen in Fig. 3 hat ihr Licht allerdings auch noch einen Überschuß an Rot und einen Mangel an Blau aufzuweisen; bei Verwendung einer Opalglasglocke ist es von der Lichtfarbe der Halbwatt-Metalldrahtlampe nicht sehr verschieden. Wird der elektrische Lichtbogen unter Luftabschluß oder bei beschränktem Luftzutritt gebrannt, so nimmt das Licht eine mehr blaue und violette Färbung an. Deutlich zeigt dies das Messungsergebnis für die Sparbogenlampe mit teilweisem Luftabschluß und für die Dauerbrand-Bogenlampe für Kopierzwecke, welche infolge ihres guten Luftabschlusses besonders viel violette Strahlen enthält.

Auch die Reinkohlenbogenlampe ist schon mit Hilfe von besonders zusammengestellten Farbglasscheiben als Tageslichtlampe ausgebildet worden. Die Messung einer derartigen Lampe ergab Übereinstimmung mit dem Tageslicht bezüglich des Verhältnisses des blauen zum grünen Licht, dagegen einen zu geringen Gehalt an rotem Licht. Mit einer weniger intensiv gefärbten Farbglasscheibe läßt sich natürlich ohne weiteres auch hinsichtlich des Gehalts an rotem Licht genaue Übereinstimmung mit dem Tageslicht erreichen.

An die Stelle der Reinkohlen-Bogenlampen sind in den letzten Jahren mehr und mehr die Bogenlampen mit Effektkohlen wegen ihrer bedeutend größeren Lichtausbeute getreten. Sie werden entweder ebenso wie die Reinkohlen-Bogenlampen mit übereinander stehenden Kohlen als sog. TB-Flammenbogenlampen oder mit schräg nebeneinander stehenden Kohlen als sog. Intensiv-Flammenbogenlampen ausgeführt. Durch die Wahl der in die Effektkohlen hineingebrachten und im Lichtbogen verdampfenden Leuchtzusätze kann die Farbe des Lichts dieser Lampen fast nach Belieben beeinflusst werden. Hauptsächlich werden Kohlen für gelbes und weißes, gelegentlich auch solche für rotes Licht benutzt. Aus der Lage des Messungsergebnisses (Fig. 3) in der Nähe des Bunsenbrenners mit Natrium läßt sich entnehmen, daß die sog. gelben Kohlen ein recht intensiv gelb gefärbtes Licht geben. Die Kohlen für weißes Licht liefern keine vollständige Tageslichtfarbe, sondern zeigen einen geringeren Gehalt an Blau und etwas mehr Rot. Wie die Erfahrung gezeigt hat, ruft diese Farbe bei künstlichem Licht einen angenehmeren Eindruck hervor als vollkommen mit dem Tageslicht übereinstimmende Lichtfarbe. Für besondere Zwecke, z. B. in Schlächterläden,

in denen die ausgestellten Fleischwaren möglichst frisch aussehen sollen, werden manchmal Kohlen für rotes Licht benutzt; die Fig. 2 zeigt deutlich den sehr hohen Gehalt an Rot für die mit diesen Kohlen brennenden Flammenbogenlampen.

Die Magnetit-Bogenlampe, deren eine Elektrode in der Hauptsache aus Magnetit zusammengesetzt ist, während die andere aus Kupfer besteht, gibt von allen Bogenlampenarten eine dem Tageslicht am nächsten kommende Farbe; ihr Messungsergebnis ist dem Sonnenlicht ganz nahe benachbart (Fig. 3). In Europa ist diese Lampenart wenig zur Anwendung gelangt; dagegen wird sie in Amerika sehr häufig benutzt, weil sie sich für die dort üblichen Stromsysteme mehr eignet.

Eine von allen übrigen Lichtquellen stark abweichende Lichtfarbe zeigen die *Quecksilberlampen*. Der im luftleeren Raume gebildete Quecksilberlichtbogen strahlt ein auffallend grünes Licht aus, dem es fast vollständig an Rot fehlt. Dies äußert sich in dem hierfür erhaltenen Messungsergebnis (Fig. 2) deutlich durch die Lage ganz in der Nähe der Abszissenachse. Wie hieraus hervorgeht, mangelt es diesem Licht aber auch an blauer Farbe, was dem bloßen Auge weniger auffällt. Einen höheren, aber auch noch nicht ausreichenden Gehalt an Rot und gleichfalls einen erheblichen Mangel an Blau zeigt die Quarz-Quecksilberlampe, bei der der Lichtbogen in einer luftleeren Quarzröhre gebildet wird und deswegen auf bedeutend höhere Temperaturen gebracht werden kann. Dem Mangel an roten Strahlen kann man beim Quecksilberlicht bis zu einem gewissen Grade durch die Verwendung von Rhodaminschirmen abhelfen, wie das Messungsergebnis in Fig. 3 zeigt. Das Rhodamin hat die Eigenschaft, einen Teil der es treffenden Lichtstrahlen in solche von roter Farbe umzuwandeln, während mit gewöhnlichen roten Schirmen oder auch mit roten Glasglocken eine Vermehrung des Gehalts an roten Strahlen natürlich nicht möglich ist.

In den letzten Jahren ist auch das sogenannte *Moorelicht* zu praktischer Bedeutung gelangt. Im wesentlichen ist diese Lampenart eine Geißlerische Röhre in stark vergrößerter Ausführung. Die viele Meter lange Röhre, die den ganzen zu beleuchtenden Raum durchzieht, ist mit verdünnten Gasen gefüllt und wird von hochgespanntem Strom gespeist. Je nach der benutzten Gasart zeigt die Farbe dieses Lichtes sehr große Verschiedenheiten. Mit Kohlensäurefüllung wird weißes Licht erhalten, das in Färbereien und ähnlichen Betrieben als künstliches Tageslicht benutzt wird. Die Messung dieser Lichtart (Fig. 3) zeigt auch tatsächlich eine recht gute Übereinstimmung mit dem Tageslicht; das Messungsergebnis liegt ungefähr in der Mitte zwischen dem Tageslicht bei bedecktem und bei blauem Himmel. Für Raumbeleuchtung wird mit Rücksicht auf die bessere Lichtausbeute meist das Moorelicht mit Stickstoff-Füllung benutzt. Dieses Licht ergibt eine ausgesprochen rote Farbe, und zwar mit dem

höchsten Gehalt an Rot und dem geringsten Gehalt an Blau von allen im praktischen Gebrauch befindlichen Lichtquellen (Fig. 2). Neuerdings ist auch das Moorelicht mit Neongasfüllung ausgebildet worden. Bei der Farbenmessung ergibt sich hierfür ein noch weit höherer Gehalt an Rot und geringerer Gehalt an Blau als bei der Stickstoff-Füllung. Dabei gibt gerade die Neonfüllung eine noch erheblich bessere Lichtausbeute, als es mit anderen Gasfüllungen beim Moorelicht zu erreichen ist.

Mit den hier erörterten Messungsergebnissen sollte ein möglichst anschaulicher Überblick über die Farben der künstlichen Lichtquellen gegeben werden. Wie sich hieraus wohl recht deutlich ergibt, sind die Farben der verschiedenen Lampenarten mindestens ebenso mannigfaltig wie die Wege der Lichterzeugung. Welche Farbe für künstliches Licht nun wirklich die beste und günstigste ist, bleibt noch eine offene Frage. Bis sie entschieden werden kann, wird auf diesem Gebiete noch mancherlei Forschungsarbeit zu leisten sein.

Besprechungen.

Humphreys, W. J., Vulkanasche und Klimaschwankungen. Bull. of the Mount Weather Observatory, Vol. 6. Part I, 1913.

Auf der Erdoberfläche haben verschiedene große Klimaschwankungen stattgefunden, als deren sichtbarster Ausdruck die Eiszeiten bekannt sind. Die Frage nach der Möglichkeit und Ursache solcher Veränderungen hat zu einer großen Zahl von Theorien geführt, von denen aber nur wenige der Kritik standhalten. Bekannt geworden ist die Theorie *Crolls*, der in dem veränderlichen Abstand der Erde von der Sonne die Möglichkeit größerer Temperaturschwankungen auf der Erde erblickte. Die Haupteinwände gegen seine Anschauungen liegen in der Periode dieser Schwankungen, die mit 21 000 Jahren weit hinter den geologischen Schätzungen zurückbleibt, sowie in der Notwendigkeit, daß nach *Croll* die Nord- und Südhemisphäre nacheinander ihre Eiszeit haben mußten, während die Geologie die Gleichzeitigkeit der Vergletscherung der beiden Hemisphären fast zu einem Gesetz erhoben hat.

Sehr einleuchtend schien die Theorie von *Arrhenius*, wonach die Veränderungen des Kohlensäuregehaltes der Atmosphäre Schwankungen der Erdtemperatur verursachen konnten. Die Kohlensäure absorbiert einen Teil der Erdstrahlung und wirkt wie die Glasdachung eines Gewächshauses: die Sonnenstrahlen dringen ein und erwärmen den Boden, während dessen langwellige Wärmestrahlen vom Glase (der Kohlensäure) zurückgehalten werden. Es ist aber nachgewiesen worden, daß die Absorptionsfähigkeit einer Kohlensäureatmosphäre begrenzt ist, so daß auch bei weiterer Zugabe dieses Gases die hindurchtretenden Wärmestrahlen keine stärkere Absorption erleiden. Der Gehalt an Kohlensäure, den unsere Erdatmosphäre augenblicklich hat, ist weit über dem für die maximale Absorption der Wärmestrahlen maßgebenden Betrage gelegen, so daß auch eine bedeutende Zu- oder Abnahme desselben ohne Einfluß auf die Erdtemperatur bleiben muß.

Am bequemsten wäre jedenfalls die Theorie, daß die Sonnenstrahlung nicht konstant ist, und daß die großen Klimaschwankungen auf der Erde Abbilder der

Veränderlichkeit der Solarkonstante sind. Damit wäre das meteorologische Problem in ein astrophysikalisches verwandelt.

Es ist interessant, daß *W. J. Humphreys* unseren Blick von der Sonne wieder nach der Erde zurückgerichtet hat, indem er zeigte, daß in der *Erdatmosphäre* Veränderungen stattfinden, welche die zur Erklärung der Eiszeiten notwendigen Temperaturänderungen bewirken. Es darf nicht vergessen werden, daß zu Gletschervorstößen keine besonders großen Temperaturänderungen erforderlich sind, ein Rückgang der Mitteltemperatur der Erde in der Größenordnung von einigen Graden ist vollkommen ausreichend.

Humphreys weist auf eine Veränderung der Atmosphäre hin, die auch jetzt noch gelegentlich stattfindet, nämlich die Trübung derselben mit Vulkanasche. Den Ausgang seiner Untersuchung mag der Sommer 1912 gebildet haben, dessen meteorologische Anomalien uns allen noch erinnerlich sind. Der Ausbruch des Vulkans Katmai auf Alaska brachte soviel feinste Auswurfsprodukte in die Atmosphäre, daß die Schwächung des Sonnenlichtes jedem auffallen mußte (vergl. „Die Naturwissenschaften“ 1913, S. 224). Die dadurch bewirkte Abminderung der Temperatur der Erdoberfläche ist genau gemessen worden und veranlaßte *Humphreys*, alle bisherigen meteorologischen Aufzeichnungen daraufhin durchzusehen, ob stets mit Vulkanausbrüchen solche Temperaturrückgänge verbunden waren. Bis zurück zum Jahre 1750 konnten die Beobachtungen verfolgt werden, und in der Tat brachte jeder größere Vulkanausbruch Abkühlung der Erdoberfläche. Häufig macht sich der Temperaturrückgang erst in dem dem Ausbruch folgenden Jahre bemerklich, was vollkommen erklärt werden kann durch die lange Zeit, während welcher die vulkanischen Auswurfsprodukte, dank ihrer Kleinheit, in der Atmosphäre schwebend erhalten werden. Vom Ausbruch des Krakatau (1883) ist es bekannt, daß die feinsten Trübungen mehrere Jahre an gewissen atmosphärisch-optischen Erscheinungen zu erkennen waren.

Man wird noch die Frage zu erörtern haben, ob die bekannten Schwankungen der *Sonnenstrahlung*, die mit dem Auftreten der Flecken auf der Sonnenoberfläche einhergehen, quantitativ mit den eben erwähnten Änderungen der auf die Erdoberfläche durchdringenden Sonnenstrahlung vergleichbar sind. *Humphreys* zeigt, daß die Änderungen der Temperatur der Sonne an Bedeutung vollkommen zurücktreten gegenüber den Änderungen der Durchlässigkeit der Atmosphäre. Erst ganz genaue Untersuchungen ergaben, daß der *heißeren* Sonnenoberfläche (Sonnenfleckmaxima) etwas *niedrigere* Erdtemperaturen entsprechen, ein Paradoxon, was *Humphreys* durch die Bildung von Ozon in den höheren Schichten der Atmosphäre erklärt. Zur Zeit der niedrigeren Temperatur auf der Sonne (Sonnenfleckminima) ist nämlich die Sonnenatmosphäre durchlässiger für ultraviolette Strahlen. Es treten demnach mehr kurzwellige Strahlen in die Erdatmosphäre ein, werden dort aber in den höheren Schichten absorbiert unter Bildung von Ozon. Das Ozon absorbiert seinerseits die Erdstrahlung stärker als der Sauerstoff, aus welchem es aufgebaut wurde; wir erhalten demnach eine bei der Theorie von *Arrhenius* kurz angedeutete Glashausswirkung mit dem Ergebnis, daß die Erde etwas wärmer wird, trotzdem das Zentralgestirn etwas kälter geworden ist.

Die Temperaturänderungen, um welche es sich bei dieser (11 jährigen) Sonnenfleckperiode handelt, sind aber viel kleiner als die Änderungen, welche auf die ge-

legendlichen Trübungen der Atmosphäre durch vulkanische Auswurfsprodukte zurückzuführen sind.

Humphreys sagt sich daher mit Recht: wenn die Erde sich einmal oder mehreremal in einem solchen Zustande befunden hat, daß Eruptionen nicht zu den Seltenheiten gehörten, sondern durch geologische Zeitabschnitte hindurch regelmäßig erfolgten, dann konnten auch die entsprechenden Temperaturänderungen nicht nur vorübergehende sein. Die Geologen haben jetzt zu entscheiden, ob die Annahme der Gleichzeitigkeit gesteigerter Vulkantätigkeit und der Eiszeiten Bedenken begegnet.

Bemerkenswert ist die Theorie von *Humphreys* jedenfalls deshalb, weil sie anknüpft an *jetzt* noch stattfindende, wenn auch kurzdauernde Klimaänderungen. Ferner hat die Frage langfristiger Wetterprognosen, der man in Meteorologenkreisen ohnehin nicht sympathisch gegenübersteht, einen weiteren Stoß bekommen durch den Nachweis der Bedeutung jedes Vulkanausbruches für die Temperaturverhältnisse der Erdoberfläche. Wer es sich trotzdem nicht nehmen läßt, das Wetter auf längere Zeit vorausbestimmen zu wollen, muß daher nicht bloß Wetter-, sondern auch Vulkanausbruchsprognosen machen.

A. Schmauß, München.

Spethmann, H., Islands größter Vulkan, die Dyngjufjöll mit der Askja. Leipzig, Veit & Co., 1913. 8° VII, 143 S. und 36 Abb. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Das gewaltige vulkanische Gebirgsmassiv der Dyngjufjöll im östlichen Innerisland hat seit den Ausbrüchen der darin gelegenen Caldera Askja im Jahre 1875 vielfaches Interesse in den Kreisen der Vulkanforscher erweckt und ist in jüngster Zeit Gegenstand zweier besonderer Monographien geworden: von *H. Reck* (Das vulkanische Hochgebirge Dyngjufjöll mit den Einbruchscalderen der Askja und des Knebelsees sowie dem Rudloffkrater in Zentralisland, Abh. d. K. Preuß. Ak. d. Wiss. 1910) und von *H. Spethmann*. Letzterer, der 1907 *W. v. Knebel* und den Maler *Rudloff* zur Askja begleitet hatte und nach deren frühem Tod im Knebelsee allein ausgedehnte Studien in dem Gebiete angestellt und im Jahre 1910 ergänzt hatte, verhält sich gegenüber der Auffassung, die *Reck* 1908 von dem Gebirge als einem Horst und Schildvulkan mit eingebrochener Gipfelpartie gewonnen hatte, ablehnend und führt in seinen sorgfältig abgewogenen Darlegungen aus, daß die zahlreichen Einzelausbruchstellen und mancherlei Störungen den Charakter der Dyngjufjöll als eines einheitlichen Vulkans in Anbetracht der noch nicht genügenden Aufnahmen zwar nicht völlig klar erkennen lassen; er hält es aber für sicher, daß zum mindesten ein großer Teil des Massivs seine Entstehung einem explosiv tätigen Eruptionspunkt im Gebiet der heutigen Askja verdanke. Die Hohlform der Askja füllte sich später mit einem Lavasee, der nach verschiedenen Seiten überfloß, ehe sein Spiegel sich 40—50 m senkte. Am Boden der Askja erfolgten im Januar und März 1875 aus dem Rudloffkrater heftige Ausbrüche — nahezu gleichzeitig mit solchen der nicht sehr weit entfernten Vulkanspalte Sveinagjá — und es bildete sich im Südosten der Askja eine (wohl vorher schon angelegte) Hohlform aus, in der sich hernach die Wasser des Knebelsees sammelten, dessen Niveau im Laufe der Zeit immer höher gestiegen ist.

Die Ausbruchsvorgänge werden an der Hand der zugänglichen Quellen eingehend geschildert, ebenso die Erforschungsgeschichte, die topographischen und klima-

tischen Verhältnisse des Gebietes. Mit besonderer Liebe sind die Schneeschmelzfiguren und die Rückwirkung des Klimas auf den Boden neben den speziell vulkanischen Abschnitten behandelt. Wenngleich eine völlige Klarstellung der verwickelten Fragen noch in weitem Felde liegt, so haben die verschiedenen Probleme doch durch diese Arbeit eine entschiedene Förderung erfahren.

Die Abbildungen sind charakteristisch, aber leider nicht immer scharf. Schmerzlich vermißt man eine detaillierte Karte des ganzen Gebietes, eine Skizze (S. 2) gibt aber wenigstens von der Askja eine gute Vorstellung; sie beruht auf Theodolitmessungen, die von einer Basis im Innern der Askja aus vorgenommen wurden, sowie auf zahlreichen Kompaßpeilungen und Routenaufnahmen (siehe S. 30).

K. Sapper, Straßburg i. E.

Hanns, W., A. Rühl, H. Spethmann, H. Waldbaur. Eine geographische Studienreise durch das westliche Europa. Mit einer Einleitung von W. M. Davis. Hsgg. v. Ver. d. Geographen an der Universität Leipzig. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. 8° IV, 75 S. und 37 Abb. Preis M. 2,40.

Im Sommer 1911 veranstaltete der berühmte amerikanische Geograph *W. M. Davis*, der Begründer einer neuen vergleichenden Betrachtungs- und Darstellungsweise der Oberflächenformen der Erde, dessen Methode eben jetzt im Vordergrund der Diskussion unter den bedeutendsten Morphologen Deutschlands steht, eine Studienreise durch das westliche Europa, an der sich eine größere Zahl von jungen Geographen verschiedener Nationalität beteiligte. Der Zweck der Reise war es weniger, neue Erkenntnisse über die Bildungsgeschichte der durchreisten Landschaften zu gewinnen, was schon mit Rücksicht auf die Kürze der zur Verfügung stehenden Zeit schwer möglich war, als die Davissche Methode auf die verschiedensten Gebiete angewendet zu sehen und so ihren Wert zu prüfen. Vier deutsche Mitglieder der Reisegesellschaft haben nun ihre Beobachtungen in vier durchaus verschiedenen Einzelgebieten vollkommen selbständig bearbeitet und damit die individuelle Art der Darstellung des Gesehenen zum Ausdruck gebracht; aus der Vereinigung ihrer Arbeiten ist das interessante Büchlein hervorgegangen, dessen Herausgabe der junge akademische Verein der Geographen an der Universität Leipzig besorgt hat.

Zu diesem Buche hat *W. M. Davis* den einleitenden Aufsatz geschrieben, der die Kunst geographischer Darstellung behandelt. In ähnlicher Weise wie in seinem jüngst erschienenen großen Werke „Die erklärende Beschreibung der Landformen“, Leipzig 1912) vergleicht er die rein empirische, in bloßer Aneinanderreihung der beobachteten Tatsachen bestehende Beschreibung mit der erklärenden Darstellung, die, wenn sie auch notwendigerweise manches Hypothetische aufnehmen muß und mit zahlreichen Terminis arbeitet, doch sofort eine Vorstellung von dem genetischen Entwicklungsgang einer Landschaft erweckt, indem sie deren Struktur, das Stadium der Entwicklung (jung, reif, alt) und die dabei in Betracht kommenden abtragenden Prozesse bezeichnet.

Auf den Inhalt der vier Aufsätze kann hier nur kurz eingegangen werden. *Harry Waldbaur* behandelt den orographisch deutlich sich absondernden nord-westlichen Teil des Berglands von Wales, in dem der Hauptzweck der Exkursion das Studium der Umgestaltung einer normalen reifen Erosionslandschaft durch

glaziale Erosion war. An dem Beispiel des Tales Nant Francon zeigt er die Vorzüge der erklärenden gegenüber der empirischen Beschreibung.

Die Beobachtungen im südwestlichen England hat *H. Spethmann* mit eigenen Studien von früheren Reisen verarbeitet. Er schildert die zerstörenden Vorgänge an der granitischen Steinküste bei Kap Landsend, sucht die Kriterien auf zur Unterscheidung mariner Abrasionsebenen und subaëril entstandener Denudationsflächen und erweist die Rumpfebene des südwestlichen Englands als eine durch die Brandung geschaffene Abrasionsebene, die östlich sich anschließende als einen subaëril gebildeten („humiden“) Rumpf; beide wurden gehoben und zertalt und Teile der ersteren durch eine nachträgliche Senkung untergetaucht.

Der schwierigsten Aufgabe hat sich *A. Rühl* unterzogen, indem er die relativ flüchtigen Beobachtungen in verschiedenen Teilen Frankreichs zusammenfaßte. Sie beginnen auf der Insel Jersey, einer in zwei Phasen gehobenen Rumpffläche oder Peneplain, und führen dann in die nördliche Bretagne, eine gehobene und frühreif durchfurchte Rumpffläche mit Restbergen, deren Küste aber wieder die Folgen einer nachträglichen Senkung zeigt. Im Innern der Bretagne können Reste einer älteren Peneplain von der herrschenden Rumpffläche unterschieden werden. Eine ähnliche Unterscheidung gelang in der Landschaft Limousin an der Grenze des kristallinen Zentralplateaus und des Pariser Beckens, wo das höhere Plateau von Millevaches dem älteren, das von Limousin dem jüngeren Zyklus angehört. Diesem, jedoch einem weniger vorgeschrittenen Stadium, sind auch die Vulkane der Auvergne zuzurechnen, die eine bedeutungsvolle Störung des normalen Erosionsvorganges herbeiführten. Die Bergmasse des Morvan zeigt die komplizierte Verschneidung zweier verschieden alter und verbogener Rumpfflächen.

Im vierten Aufsatz behandelt *W. Hanns* das Haslital (oberes Aaretal) als ein typisches glaziales Alpental, das Riegel in einzelne Becken zerlegen. Die Entstehung des Stufenbaues wird eingehend diskutiert und gezeigt, wie nicht tektonische Ursachen, sondern nur die glaziale Erosion diese Formen zustande bringen konnte, wobei in jedem einzelnen Falle die verschiedenen möglichen Ursachen der lokal gesteigerten oder geminderten Erosion in Betracht gezogen werden. — Das kleine Buch verdient die Aufmerksamkeit aller derjenigen, die sich mit der modernen Methode geomorphologischer Forschungs- und Darstellungsweise vertraut machen wollen.

F. Machatschek, Wien.

Astronomische Mitteilungen.

Messungen von Sternbewegungen in der Gesichtslinie aus spektrophotographischen Aufnahmen an der Wiener Universitätssternwarte teilt *H. Hnatek* in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4703 mit. Besonders für 8 Fixsterne, von denen 4 der Konstellation des „Großen Bären“ angehören, erscheint die Bestimmung ihrer Radialgeschwindigkeiten durch die Vergleichung der Wiener Ergebnisse mit den für dieselben Sterne auf der nordamerikanischen Lick-Sternwarte gefundenen Geschwindigkeiten völlig gesichert. Eine sehr große Radialgeschwindigkeit (27 km in der Sekunde) fort vom Sonnensystem zeigt der Stern ν Ursae majoris und eine fast ebenso große. (25 km in der Sekunde) nach derselben Richtung der Stern ξ Geminorum.

Unter den Mitteilungen über „Veränderliche

Sterne“ in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4703 verdient besonderes Interesse die von *H. Shapley* (nordamerikanische Sternwarte der Princeton-Universität) über Lichtschwankungen des Sterns *Alcor* von der 5. Größenklasse, der dicht bei dem mittelsten Stern in der Deichsel des „Großen Bären“ steht (Abstand 11 Bogenminuten) und der schon von den alten Arabern als Prüfungsobjekt am Himmel für die normale Sehkraft des bloßen Auges benutzt wurde. Der Stern *Alcor* schwankt nach den photometrischen Messungen etwa um $\frac{1}{4}$ Größenklasse in Helligkeit hin und her, ohne daß es bisher gelang, die Periode dieser kleinen Lichtschwankung genau zu bestimmen. Jedenfalls ist dieser als g Ursae majoris bezeichnete Fixstern ein spektroskopischer Doppelstern, bei dem, nach den neuesten spektroskopischen Aufnahmen, die Magnesium- und Wasserstoff-Linien manchmal doppelt, manchmal aber auch nur einfach erscheinen.

Über den **Schwarzschildschen Libellen sextanten** berichtet Dr. *J. Möller* (Elsfleth) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4703 (vom 22. Dezember 1913) und stellt dabei einige allgemeine Betrachtungen über Höhenwinkelmesser zur Bestimmung von Gestirns Höhen im Luftfahrzeug, auf See und im Felde an. Diese Ausführungen müssen als nicht ganz vollständig und auch historisch nicht ganz richtig ergänzt werden. Was zunächst den **Schwarzschildschen Libellen sextanten** betrifft, so ist derselbe tatsächlich, wie der Verfasser hervorhebt, der am genauesten arbeitende unter allen bisher bekannten Höhenwinkelmessern mit künstlichem Libellenhorizont. Dies hat auch schon der Unterzeichnete u. a. in den „*Naturwissenschaften*“ unter den „*Astronomischen Mitteilungen*“ vom 15. August v. J. (Heft 33) ausdrücklich bei der Besprechung des Schwarzschildschen Aufsatzes „Höhenwinkelmesser zur astronomischen Ortsbestimmung im Luftfahrzeug“ (*Zeitschrift für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt* vom 12. Juli 1913) betont. An derselben Stelle erwähnte aber der Unterzeichnete auf Grund sehr zahlreicher Erfahrungen bei Tag- und Nachtbeobachtungen im Freiballon und im Luftschiff als Nachteil dieses von *Spindler* und *Hoyer* (Göttingen) hergestellten sinnreichen Libellen sextanten eine recht erhebliche Veränderlichkeit des Indexfehlers schon wegen der gegeneinander beweglichen Spiegelaufbauten. An derselben Stelle sind u. a. auch die Eigenschaften des neuesten, wesentlich auf Anregung des Unterzeichneten verbesserten Libellenquadranten von *B. Bunge* (Berlin) *Modell 1913* hervorgehoben worden, von dem bei Dr. *J. Möller* in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4703 überhaupt nichts erwähnt wird, obwohl *Bunges* Libellenquadrant ebenso wie der von *Hartmann* und *Braun* längst bekannt ist. Das neueste *Bunge-Modell*, das eine erhebliche Verbesserung des älteren *Butenschönschen* Libellenquadranten darstellt, zeichnet sich durch Vergrößerung des Gesichtsfeldes und Steigerung der Helligkeit, durch bequemere und ruhigere Einstellung der Libellenblase bei geteiltem Gesichtsfelde mit halbem Spiegel, durch Ablesung der Minuten an einer Schraubentrommel und durch sehr wirksame elektrische Nachtbeleuchtung aus. Den Libellenquadranten von *Butenschön*, der ursprünglich in Verbindung mit Stativ und einem kleinen Azimutalkreis vom Verfertiger für genäherte Ortsbestimmungen am Lande, und, freihändig benutzt, für Ortsbestimmung auf See bestimmt gewesen war, hat der Unterzeichnete bereits 1903 zum *ersten Male* als Balloninstrument eingeführt (siehe u. a. *Marcus*, Handbuch der geographischen Ortsbestimmung) bei Begrün-

lung der astronomischen Aero-Navigation. Einige Jahre später wurde dann von *Butenschön*, gleichfalls auf Anregung des Unterzeichneten (siehe u. a. 1909, Wissenschaftliche Vorträge auf der „Ila“, Bd. I, Verlag J. Springer), die störende entgegengesetzte Richtung von Blasen- und Gestirnsbewegung im Gesichtsfeld durch Anfügung eines terrestrischen Fernrohrs an Stelle des bis dahin verwandten astronomischen (umkehrenden) Fernrohrs beseitigt. Auch hiervon ist nichts in der Mitteilung von Dr. Möller (*Astronomische Nachrichten* Nr. 4703) erwähnt, der gerade die nur bei den älteren Modellen (!) von *Butenschön* tatsächlich störende, verschieden gerichtete Bewegung von Libellenblase und Gestirn als Nachteil hervorhebt. Was endlich die gelegentlichen Verwendungen des Libellenquadranten auf See bei gestörter Kimm oder am Lande für genäherte Ortsbestimmungen auf Reisen betrifft, die von Dr. Möller (*Astronomische Nachrichten* Nr. 4703) als wichtig bezeichnet werden, so ist gerade auch der Unterzeichnete seit Jahren durch Wort und Schrift, auf Grund vielseitiger Erfahrungen (auch bei See- und Landreisen) für diese gelegentlich sehr wertvolle, neuerdings auch von Prof. *Schwarzschild* empfohlene Benutzung der Libelleninstrumente zur genäherten astronomischen Ortsbestimmung eingetreten.

A. Marcuse.

Chirurgische Mitteilungen.

Neuere Aufgaben der Milzchirurgie.

Wechselnde Gesichtspunkte kennzeichnen den Werdegang der Milzchirurgie. Mit der Vervollkommenheit der Technik wuchsen die Ziele, die der Chirurg sich steckte. Kein Wunder, daß er mit Eifer auch einem Organ sich zuwandte, dessen Entfernung im Tierexperiment gute Chancen zu bieten schien. Und was lag näher, als daß er mit der Summe pathologischer Milzen auch diejenigen Formen angriff, die am dringendsten nach einer erfolgreichen und rationellen Therapie verlangten, die Splenomegalien der Blutkrankheiten. Sah man doch, wie sie und ihre Folgezustände einer spezifischen Behandlung trotzten, wie sie sich selbst der Röntgenbehandlung gegenüber im großen und ganzen refraktär verhielten, die vorübergehende Besserungen, aber keine Dauerheilungen schuf.

Der furor operativus legte sich wider Erwarten schnell. Gerade bei der Leukämie war man mit der Milzentfernung auf Schwierigkeiten gestoßen, die in einer großen Zahl von Fällen nur den letalen Ausgang beschleunigten. Der Eingriff war blutreich und öfters undurchführbar wegen der allseitigen Verwachsungen, stand zweifellos im schroffen Gegensatz in seiner Schwere zu dem labilen Allgemeinzustand des Kranken. Und was die Hauptsache war, in Anbetracht wechselnder verschiedenartiger Resultate tastete die Indikation absolut im Dunkeln, weil man im Einzelfall nichts Bestimmtes über einen primär schädigenden Einfluß des Milztumors aussagen konnte; und dadurch war auch die Initiative des Operateurs gelähmt. Engere Grenzen wurden so dem chirurgischen Handeln gezogen; man nahm im Verlauf von Blutkrankheiten — jener Domäne der Milzpathologie — die Entfernung der Drüse nur dann vor, wenn sie sich bei einer interkurrenten Zerreißen (wie bei der Malaria milz) mit einer schweren Blutung in die Bauchhöhle unmittelbar aufdrängte, oder aber große subjektive Beschwerden infolge eines dystopischen, nicht verwachsenen Milz-

tumors den Patienten in die Hand des Chirurgen trieben. Und die Erfolge sprachen dieser Zurückhaltung Recht.

In der wachsenden Zahl solcher günstiger Resultate lag nun einerseits die Gefahr, daß man die physiologische Bedeutung der Milz für den Organismus zu gering veranschlagte und etwaige Funktionen, die man ihr zuerkannte, ohne sie genauer präzisieren zu können, nach der Milzentfernung von anderen Organen (Lymphdrüsen, Knochenmark) glatt übernommen wissen wollte. Diesen Standpunkt hatte man auch vorübergehend inne, da man beim gesunden Menschen, dem man eine verletzte Milz entnommen hatte, irgendwelche Ausfallserscheinungen offensichtlich vermied.

Andrerseits konnte es aber nicht ausbleiben, daß mit dem zunehmenden Material genauer verfolgter Milzexstirpationen der Einblick in die funktionelle Tätigkeit der Drüse unter normalen und pathologischen Zuständen vertieft wurde, daß man in 2 Fragen weiteren Aufschluß erhielt: welches sind die Funktionen der Milz normaliter und in welchen dieser Funktionen ist sie in diesem oder jenem Krankheitsbild gestört?

Eine solche physiologische Richtung ist der Weg, auf dem die Milzchirurgie sich weiter entwickelt und fortarbeiten muß. Die hier gewonnenen Erfahrungen sind es, die künftig das strenge chirurgische Vorgehen bestimmen werden. In manchen Punkten macht sich ihr Einfluß bereits geltend. Es ist klar, daß, im gleichen Moment, wo man ein Krankheitsbild zweifels- ohne auf die besondere Beteiligung einer funktionell geschädigten Milz ätiologisch zurückführen darf, man nicht zögert, abgesehen von technischen Bedenken, dieses Organ zu eliminieren; und umgekehrt wird man in zweifelhafteren Fällen, oder dann, wenn normales Drüsenparenchym noch vorhanden ist, konservativere Maßnahmen ergreifen, wenn man mehr und mehr zu der Überzeugung kommt, daß der Wegfall der Milz — auch derjenige eines normalen Organs — für den Körperhaushalt nicht ohne Bedeutung ist.

In neuester Zeit ist es gelungen, 2 Funktionen, diejenige der Hämolyse und die Rolle, die die Milz im Eisenstoffwechsel spielt, schärfer zu umgrenzen. Daß die Milz eine besondere Stätte der Hämolyse ist, das nahm man schon immer an. Man verlegte ja in sie den Ort, wo die roten Blutkörperchen en masse zugrunde gehen, wo alle im Zellverfall entstehenden Schlacken abgefangen werden, wo alle diese Materialien liegen bleiben, bis sie in der Milz zum Aufbau anderer Zellen, zur Bildung des Hämoglobinkomplexes ihre Verwertung wieder finden. Man wußte auch, daß diese hämolytische Funktion in gewissen Zuständen gesteigert ist, daß diese Steigerung einzelnen Krankheitsbildern als Pathognomonikum angehört. Eine zahlenmäßige Beurteilung dieser Funktionsanomalie, die dem Chirurgen zur Richtschnur seines Handelns dienen konnte, fehlte. Erst *Eppinger* und seinen Mitarbeitern ist es gelungen, eine solche Methode auszuarbeiten. Aus der Überlegung heraus, daß ein Produkt der Hämolyse das aus dem Körper ausgeschiedene Urobilin ist und daß der Urobilingehalt des Urins bei den mit gesteigerter Hämolyse einhergehenden Krankheiten vermehrt ist, schufen sie eine quantitative Analyse des Urobilins in den Ausscheidungen und griffen dann diejenigen Zustände an, wo sich mit einem hohen Urobilinoxport die Vermutung einer gesteigerten hämolytischen Funktion der Milz aussprechen ließ, — eine Vermutung allerdings, da es ja noch in keiner Weise feststand, daß nicht an anderer Stelle im Körper

hämolytische Vorgänge vielleicht in höherem Maße spielten —. Der Erfolg ihrer Milzentfernungen gab ihnen Recht. Es fiel die Urobilinausscheidung prompt ab; durch die Operation war eine eklatante Besserung resp. Heilung des Krankheitsbildes eingetreten. Das Vorgehen *Eppingers* war nun ein planmäßiges, ein absolut gegebenes. Verschiedene Krankheitsformen, in denen die Milz affiziert war, in Sonderheit also Blutkrankheiten, wurden mit der Urobilinanalyse auf ihre pathologische Hämolyse untersucht und zutreffendfalls die Milzentnahme vorgenommen. Für die Fälle von hämolytischem Icterus, hyperthrophischer Lebercirrhose, für die perniciose Anämie und endlich den Morbus Banti war so empirisch die chirurgische Indikation gefestigt.

Für den Morbus Banti war man schon vor längerer Zeit auf einen ähnlichen Standpunkt bezüglich der Therapie gelangt. Man hatte gefunden, daß nach der Milzentnahme ein vorher pathologisch veränderter Stoffwechsel normalisiert wurde; und dieses Ergebnis deckte sich mit der Auffassung, die uns die pathologische Anatomie übermittelte, von dem primär schädlichen Einfluß der Milz bei dieser Krankheit. Es ist kein Zweifel, daß die Entfernung der Bantimilz diejenige Operation der Milzchirurgie darstellt, die sich am längsten gehalten hat und am meisten anerkannt ist; und sie wird es auch fraglos bleiben. Denn neueste Untersuchungen von mir — längere Zeit nach der Operation vorgenommen — ergaben, daß Ausfallserscheinungen, wie sie die Milzentnahme zur Folge hat, beim Banti gegenüber dem Zustande ante operationem von untergeordneter Bedeutung sind. Für die oben erwähnten anderen Krankheitsformen, die man operativ angegriffen hat, steht aber dieser Nachweis noch aus und damit bleibt also auch die Frage noch vorläufig offen, ob der momentane Erfolg, den die Milzentfernung in den genannten Krankheiten zeitigte, ein Dauererfolg ist.

Und so kommen wir auf einen weiteren Punkt unserer Besprechung, nämlich die Ausfallserscheinungen der Milzentnahme — ob gesund oder verändert —, die man früher sozusagen ignorierte, denen man aber heute größere Beachtung schenken muß.

Es ist festgestellt, daß die Milz ein Speicher ist für alles im Zellverfall freiwerdende Eisen und, wenn dieser Speicher fortfällt, der Körper in erhöhtem Maße des Minerals verlustig geht. Diese Tatsache wurde im Tierexperiment von *Asher* postuliert und konnte von mir am Menschen bestätigt werden. Der Ausfall einer eisenretinierenden Funktion der Milz kann aber, selbst wenn er noch so gering ist, nicht übersehen werden, er wird unter gewissen Umständen stärker in den Vordergrund treten; und dies um so mehr, als der erhöhte Eisenexport infolge der Milzentnahme noch nach Jahren, wenn auch in geringerem Maße, fortbesteht. Man weiß nämlich, daß zu gewissen Zeiten ganz besondere Anforderungen an die physiologischen Eisenspeicher des Menschen gestellt werden, in erster Linie in der Schwangerschaft, und daß in dieser Zeit alles Eisen, was die Milz nur eben entbehren kann, von der Mutter in den kindlichen Körper übergeführt wird. Somit tritt also bei einer graviden Splenektomierten ein Zustand der erhöhten Eisenunterbilanz auf, der seine Schatten auf die gesamte Konstitution, in Sonderheit auf die Blutzusammensetzung werfen muß. Denn das Blutbild, das nach dem Milzausfall in ganz bestimmtem Sinn verändert ist, aber im Lauf mehr oder weniger langer Zeitabschnitte sich in einigen Details wieder zur Norm einstellt, wird unter den

skizzierten Verhältnissen die deutlichen Zeichen der Anämie aufweisen, die sich in diesem oder jenem klinischen Symptom noch aussprechen können.

Die eben genannte Blutveränderung (reduzierter Hämoglobinwert, verminderte Erythrocytenzahl, Eosinophilie und Lymphocytose), die sich in typischer Weise an die Milzentfernung anschließt, ist zum Teil bedingt durch den erhöhten Eisenverlust; zum andern Teil durch den Wegfall gegenseitig hemmender Beziehungen der Milz zum Thymuskörper, so daß nach der Splenektomie nunmehr die Tätigkeit des Thymus stärker in Aktion treten kann. Und für solche Beziehungen konnte auch im Stoffwechselversuch der direkte Nachweis erbracht werden. Freilich ist damit keineswegs gesagt, daß die Funktion des Thymus diejenige der Milz übernimmt, daß beide Organe in gleicher Richtung tätig sind, daß sich also auch der Thymus successive zu einem Eisenspeicher auswächst. Der Thymus hat vielmehr seine eigenen Funktionsäusserungen, und wenn diese sich stärker entfalten, wie wir uns vorstellen, so sind allein darin schon die Bedingungen gegeben für das Auftreten eventl. Ausfallsymptome nach der Milzentfernung.

Und doch erblicken wir im allgemeinen in dem Verhalten der Blutveränderung über längere Dauer hinaus einen Fingerzeig für ein vikariierendes Eintreten anderer Organe an Stelle der exstirpierten Milz. Die Leber, die schon an und für sich ein Eisenspeicher ist, kann mit der Zeit die Rolle der Milz übernehmen; und neueste Untersuchungen der Asherschen Schule haben ergeben, daß mitunter in gleichem Sinne erhöhte Knochenmarkstätigkeit wirkt.

Nur darf man solche Tatsachen nicht in Schablone zwingen wollen. Was die Leber anbetrifft, so hat sich gezeigt, daß sie nicht mit der gleichen Fähigkeit wie die Milz das freiwerdende Eisen zurückzuhalten vermag, und deshalb in Momenten erhöhter Anforderung sich der milzlose Organismus in diesem Material verabsagt.

Und andererseits ist das Blutbild kein absoluter Indikator für den regelrechten Ablauf des Eisenstoffwechsels. Man muß ja berücksichtigen, daß die Eisenfunktion der Milz sich nicht bloß in der Retentionsfähigkeit erschöpft, sondern daß auch die Fähigkeit, das Eisen ökonomisch wieder zu verwerten, ein integrierender Bestandteil dieser Funktion ist. Im allgemeinen ist beides miteinander verknüpft; in besonderen pathologischen Zuständen aber sind die zwei Faktoren mehr oder weniger voneinander unabhängig, so daß, wie meine Untersuchungen beim Banti und bei der Leukämie ergeben haben, eine erhöhte Eisenretention mit den Zeichen ausgesprochener Anämie vergesellschaftet sein kann. Und so ist es also nur eine logische Konsequenz und durchaus denkbar, daß auch einmal bei normalem Hämoglobinwert eine Störung der Eisenretention, eine Steigerung derselben vorliegen kann. Nur wenn wir beides, Blutzusammensetzung und Eisenexport in ihrem Verhältnis zueinander geprüft und normal gefunden haben, können wir davon reden, daß der Ausfall der Milz für die Eisenfunktion durch das Einspringen anderer Organe sich restituiert hat.

Und nun kommen noch andere Funktionen hinzu, wie diejenige der Hämolyse oder die regulatorische Funktion der Milz auf die Darmtätigkeit, deren Übernahme von anderer Stelle des Körpers durchaus diskutabel ist.

Wir sehen also, je weiter wir die Rolle der Milz im Organismus überblicken, um so mehr werden wir

dazu gedrängt, von vornherein Ausfallserscheinungen nach der Milzentfernung anzunehmen, und die Frage, ob diese in ganzer Breite von anderen Drüsen übernommen werden, mit zunehmender Genauigkeit zu prüfen. Und das wird seine Konsequenzen auch für das chirurgische Handeln haben. Wir sehen die Milzchirurgie heute auf der einen Seite eine Zahl von Krankheiten, besonders die Tropenkrankheiten, in ihr Ressort aufnehmen; sie strebt aber auf der anderen Seite strengere Indikationsstellungen an und verhält sich entschieden ablehnend gegenüber planlosen Milzentnahmen. So wird sie ganz von selbst in gewissen Fällen heute konservativer vorgehen als vor Zeiten, wo man mit Ausfallssymptomen weniger rechnete.

Und die Berechtigung eines solchen Standpunktes wird durch nichts besser illustriert, als wenn wir in statistischen Erhebungen lesen, daß die Mortalität bei Stichverletzungen der Milz mit der Naht behandelt 8 %, und demgegenüber mit Entfernung des Organs behandelt, wo man also fraglos normal funktionierendes Parenchym in weitem Maße geopfert hat, 35 % beträgt; und etwas Ähnliches gilt für die Milzzerreißung, wo die Milznaht, resp. -tamponade 20 %, die Milzentfernung 34,6 % Mortalität setzt. Wenn man sich überlegt, daß der Blutverlust, die technischen Schwierigkeiten bei der Entfernung einer verletzten, aber sonst gesunden Milz nicht eben größer als bei der Milznaht, so kommt man von selbst auf die Vermutung, daß die Differenz der Zahlen durch die auf der einen Seite auftretenden Ausfallserscheinungen nach der Milzentnahme bedingt sind.

Und je mehr wir solche Ausfallssymptome berücksichtigen müssen, um so mehr wird die Indikation zur Milzentfernung in gesunden und pathologischen Zuständen auf ein abwägendes Überlegen herauslaufen, welche Erscheinungen — diejenigen ausgelöst durch das pathologische Organ, oder diejenigen ausgelöst durch das fehlende Organ — auf den Gesamtzustand von maßgebender Bedeutung sind. Voraussetzung ist natürlich, daß man in solchen Fällen der pathologisch veränderten Milz einen primär schädigenden oder zum mindesten besonderen Einfluß auf den allgemeinen Krankheitszustand einräumen kann, und ihre Veränderung nicht bloß auf die gleiche Stufe, in den gleichen Rahmen mit anderen Organveränderungen unterbringen muß. Aber selbst im Verlauf von Krankheiten, wo eine pathologische Milz mit anderen Drüsen zusammen unter einer allgemeinen Noxe steht, gibt es Phasen, wo die Milz mit ihren Veränderungen überwiegt, den Symptomenkomplex beherrscht und auf die Schwere parallel laufender Organveränderungen durch die Störung ihrer eigenen Funktionen drückt.

Solche Zustände frühzeitig zu erkennen, sie auszunutzen und nach physiologisch fundierten Überlegungen hin zu operieren, wobei man sich eingestehen soll, unter Umständen keine Heilung, sondern bloß eine Besserung anzustreben — das sind die neueren Aufgaben, die sich die Milzchirurgie stellen muß.

Rudolf Bayer, Bonn.

Literarnachweis:

Asher, Deutsche medizinische Wochenschrift 1911 und Biochemische Zeitschrift Bd. 17 und 43.

Bayer, Mitteilungen aus den Grenzgebieten für Medizin und Chirurgie Bd. 21, 22 und 27.

Eppinger, Berliner Klinische Wochenschrift 1913.

Geschichtliche Mitteilungen.

Anschließend an den Bericht über J. J. Thomsons jüngste Arbeiten (*Die Naturw.* 1, 878, 1913) sei nach den *Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften* noch die historisch interessante Tatsache erwähnt, daß schon vor 12 Jahren, im Frühling 1901, der damals in Basel lehrende deutsche Chemiker Georg W. A. Kahlbaum den Wert der Ablenkungsanalyse strahlender Materie als Scheidemittel erkannte. Seine Luftpumpe hatte Kahlbaum den Weg zu mancherlei Arbeiten im Vakuum gebahnt und von diesen die Metalldestillationen wiederum seine Aufmerksamkeit auch dem feinstverteilten Stoff zugewendet, so daß als zu jener Zeit der ihm befreundete J. J. Taudin Chabot den Vorschlag machte, Metallzerstäubungen im Vakuum vorzunehmen unter elektrischer Aufladung der Zerstäubungsprodukte, um diese dann unter magnetischer Einwirkung zu divergierenden Büscheln zu gestalten, die nun in besonderer Weise untersucht werden sollten auf die Möglichkeit von resultierenden Spektren mit verschiedenen Helligkeitsverteilungen, — er sofort die prinzipielle Tragweite des Verfahrens hervorhob und noch im Frühling und im Laufe des Sommers eine Reihe von vorbereitenden Arbeiten unternahm. Die reichliche Ansprüche stellende Herausgabe der „Chemikerbriefe“ und andre in Gang befindliche Unternehmungen brachten aber den weiteren Arbeiten wiederholte und längere Unterbrechungen, doch blieb Kahlbaum von dem Gedanken erfüllt, auch als seine physik-historische Tätigkeit im Schoße der gerade damals von ihm und Sudhoff begründeten „Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften“, wie in zahlreichen anderweitigen Publikationen seine Leistungsfähigkeit immer mehr vorwiegend in Anspruch nahm, bis er 1905, mitten aus der regsten Tätigkeit heraus, im Laboratorium selbst, durch den Tod abberufen wurde. — Andererseits schlossen seine Arbeiten sich an bei früheren ebenfalls von Chabot angeregten Versuchen im Kahlbaumschen Laboratorium, zur Trennung von Zerfallprodukten radioaktiver Substanzen zu gelangen durch Zentrifugieren, unter aktinographischer Registrierung.

Berichtigung.

In den Botanischen Mitteilungen Heft 1, S. 22, fehlten am Schluß folgende Zeilen:

Die in den Aleuronzellen gefundenen Hyphen erinneren in ihrem Bau an die der Mucoraceen; Peklo hat geprüft, ob Mucor Rouxianus vielleicht im Spiele sein könnte, und hat ermittelt, daß diese Mucor-species in der Tat imstande ist „Aleuronkörner“ zu bilden; in zirka vier Wochen alten Reiskulturen fand Peklo die Hyphen von runden Körnchen bedeckt, die morphologisch mit den am Getreidepilz gefundenen übereinstimmen, mikrochemisch sich freilich von diesen dadurch unterscheiden, daß sie sich mit Jod blau färben.

Peklo stellt eingehende weitere Untersuchungen in Aussicht, in deren Kreis auch andere mit Aleuronkörnern ausgestattete Pflanzen gezogen werden sollen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 5.

30. Januar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Vom Kongress des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913. Von *Priv.-Doz. Dr. W. Guertler, Grunewald.* S. 97.

Die VI. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. Bericht von *Dr. F. Moewes, Berlin.* S. 101.

Das Radium, ein Mittel zum Treiben der Pflanzen. Von *Prof. Dr. Hans Molisch, Wien.* S. 104.

K. Bürker, Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas. Referat von *Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.* S. 106.

Wege und Ziele der modernen Flußmuschelforschung. Von *Dr. F. Haas, Frankfurt a. M.* S. 108.

Das Edaphon als Lebensgemeinschaft bodenbewohnender Mikroorganismen. S. 111.

Zuschriften an die Herausgeber:

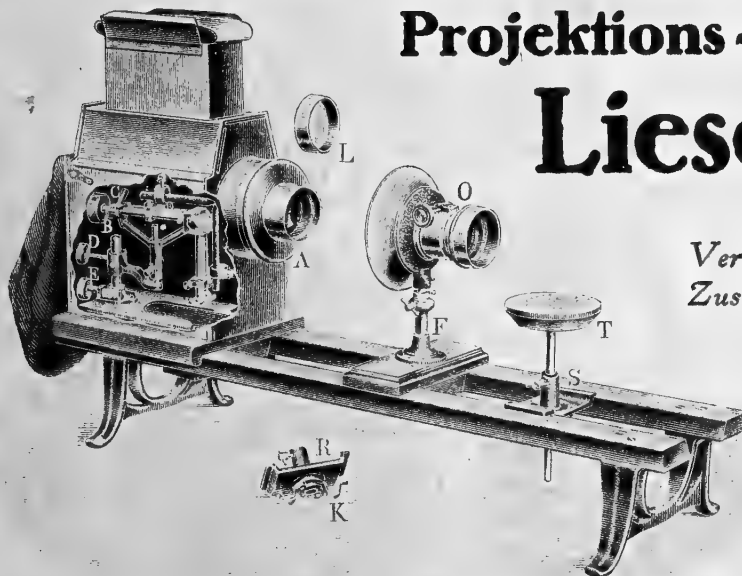
Zur Klarstellung gegenüber Herrn Dr. P. Kammerers Gegenkritik. Von *Prof. Dr. Heinrich Joseph, Wien.* S. 112.

Erwiderung auf das Vorstehende. Von *Dr. Paul Kammerer, Wien.* S. 112.

Besprechungen. S. 113.

Astronomische Mitteilungen. S. 118.

Technische Mitteilungen. S. 119.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

★

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

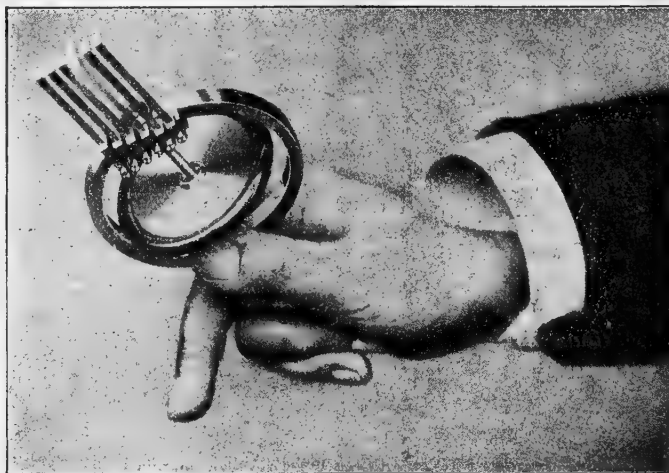
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Metallurgische Berechnungen

Praktische Anwendung thermochemischer Rechenweise für Zwecke der Feuerungskunde, der Metallurgie des Eisens und anderer Metalle

Von

Joseph W. Richards, A. C., Ph. D.,

Professor der Metallurgie an der Lehigh-Universität

Autorisierte Übersetzung nach der zweiten Auflage

von

Prof. Dr. Bernhard Neumann und Dr.-Ing. Peter Brodal

Darmstadt

Christiania

Preis M. 22.—; in Leinwand gebunden M. 23.—

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II—IV — Quelle & Meyer, Leipzig: Seite III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

30. Januar 1914.

Heft 5.

Vom Kongreß des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913¹⁾.

Von Priv.-Doz. Dr. W. Guertler, Grunewald.

Das Institute of Metals hat in diesem Jahre zum ersten Male seinen Kongreß auf dem Kontinent abgehalten. Dieses Institut ist eine relativ neue Gründung aus dem Jahre 1908 und nennt Manchester, dieses Zentrum der englischen Großindustrie, als seinen Geburtsort. Es führte ursprünglich den Namen „Copper and Brass Institute“, erkannte aber bald die Notwendigkeit, diesen Namen zu erweitern, da auch die anderen Metalle durch die fortschreitende Differenzierung der Bedürfnisse der Technik und die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung einer gleichen Berücksichtigung bedürfen. Die Anzahl der Mitglieder ist sehr rasch gewachsen und beträgt heute über 600, von denen 34 % Verbraucher, 37 % Erzeuger von Metallen und 29 % Gelehrte sind. Es sind seit dem Bestehen jährlich zwei Kongresse abgehalten worden, und zwar jedes Jahr einer in London und der zweite, das sogenannte Herbstmeeting, in verschiedenen Städten, und zwar 1908 in Birmingham, 1909 in Manchester, 1910 in Glasgow, 1911 in New-Castle-on-Tyne und 1912 in London.

Um die Tätigkeit und Wirkungsweise dieses Instituts zu verstehen, ist es am besten, auf die des „Iron and Steel Institute“ zurückzublicken, welches schon seit dem Jahre 1870 existiert und welchem das jetzige Institute of Metals als Schwesterorganisation vollkommen nachgebildet ist. Das Iron and Steel Institute hat jährlich zwei Zusammenkünfte. Auf jeder Zusammenkunft werden eine Reihe von Vorträgen vorgelegt, die schon längere Zeit vor der Zusammenkunft in gedruckter Form vorliegen und an die späteren Teilnehmer des Meetings vorher verteilt werden. Dadurch wird erreicht, daß die speziellen Interessenten der einzelnen Vorträge sich vorher über den Inhalt derselben orientieren und auf Diskussionen und ergänzende Bemerkungen vorbereiten. Der Erfolg dieses seit Jahrzehnten und in fast allen englischen gelehrten Gesellschaften geübten Gebrauches ist tatsächlich der, daß sehr umfangreiche und meist gehaltvolle Diskussionen er-

zielt werden, die an Umfang nicht selten den Vortrag selbst bei weitem übertreffen und außerordentlich viel zur Klärung des jeweils angeregten Problems beitragen können. Die sämtlichen Vorträge erscheinen später mitsamt den Diskussionen im Druck in dem „Journal of the Iron and Steel Institute“, wobei noch in einem umfangreichen Referatenteil über die Forschungsergebnisse, die sich im letzten Zeitraum außerhalb des Institutes gezeigt haben, berichtet wird.

So sind die fast 90 Bände des Journal of the Iron and Steel Institute, die heute vorliegen, eine schier unerschöpfliche Fundgrube für das Wissensgebiet geworden, zu dessen Förderung die Gesellschaft gegründet wurde. Wenn nun auch Eisen und Stahl der technischen Bedeutung nach die Gesamtheit aller übrigen Legierungen zusammen weit überragt, so sind andererseits auch die technische Bedeutung dieser Legierungen und die mannigfachen Probleme ihrer Erforschung in letzter Zeit so weit gewachsen, daß es eine absolute Notwendigkeit wurde, auch der Erforschung dieser Legierungen eine besondere Heimstätte zu schaffen. In diesem Sinne wurde das Institute of Metals gegründet mit ganz analoger Verfassung und Arbeitsweise. Die ersten 8 Bände des „Journal of the Institute of Metals“ haben schon einen reichen Schatz neuer Forschungen zusammengetragen. Gerade wie die Wirksamkeit des „Iron and Steel Institute“ für die Entwicklung der technischen Beherrschung des Stahlproblems von gar nicht abzuschätzendem Werte gewesen ist, und der englischen Stahlindustrie einen ungeheuren Vorsprung seinerzeit verschafft hat, so ist eine gleiche Wirkung von dem mit großem Erfolge arbeitenden „Institute of Metals“ für die Messinge, Bronzen, Aluminiumlegierungen und sonstigen Legierungen zu erwarten.

Parallelinstitute fehlen uns hier in Deutschland. Diejenigen, die hier bei uns mit ähnlichen Zielen bestehen, unterscheiden sich speziell von den beiden englischen Gesellschaften dadurch, daß der Schwerpunkt ihrer Arbeiten auf metallurgischem und nicht auf metallographischem Gebiete liegt, d. h. daß sie in erster Linie die Probleme des Hüttenwesens und nicht die der fertigen Metalle und Legierungen als ihr Hauptziel ansehen. Es ist außerdem auch nicht gelungen, das Prinzip der Anordnung von Vorträgen, Diskussionen und Druckschriften in derselben Weise in Deutschland einzubürgern, wie es sich in England durch den Erfolg als so berechtigt erwiesen hat.

¹⁾ Den vollständigen Wortlaut der Verhandlungen, über die hier berichtet wird, veröffentlicht das genannte Institute of Metals in seinem halbjährlich erscheinenden Journal. Die begleitenden Abbildungen sind den sogenannten „advance copies“ der einzelnen Vorträge entnommen, welche das Institut schon vor dem Kongreß verteilen läßt.

Die letzte Tagung in Gent vermag nach der Auswahl und dem Inhalt der dort gehaltenen Vorträge ein gutes Bild von den Problemen zu geben, welche die gegenwärtige Theorie und Praxis der Metallegierungen beschäftigen. Eines der wichtigen gegenwärtigen Probleme ist das der Korrosion, d. h. der allmählichen Zersetzung der Metalle und Legierungen durch Wetter und Wind oder durch Flüssigkeiten, die mit den metallischen Gegenständen bei ihrem Gebrauch in Berührung kommen. Man hat mit Schmerz erkennen müssen, daß unsere heutigen Materialien diesen verderblichen Korrosionswirkungen von Jahr zu Jahr schlechter widerstehen, und daß vor allen Dingen eine sehr verderbliche und bis heute unkontrollierbare Unregelmäßigkeit in der Dauerhaftigkeit der verschiedenen Produkte gleicher Art besteht. Das aktuellste Problem ist vielleicht die Korrosion der Siede- und Kondensröhren. Das Institute of Metals hat dementsprechend eine besondere Kommission ernannt, die der Erforschung dieses Problems gewidmet ist und einen ausführlichen Bericht der Genter Tagung vorgelegt hat. Dieser Bericht umfaßt sowohl Laboratoriumsversuche, wie Versuche mit einer Kondensieranlage, die für Versuchszwecke besonders gebaut wurde. Die Versuche bezogen sich auf gewöhnliche und erhöhte Temperatur, auf die Einwirkung der Konzentration der in der Flüssigkeit gelösten Salze, speziell des Meerwassers, die Einwirkung kleiner mechanischer Ablagerungen, die imstande sind, lokale elektrische Korrosionsströme hervorzurufen, und viele andere spezielle Faktoren mehr. Die Forschungen wurden erleichtert dadurch, daß das eingehende Studium des Korrosionsproblems beim Eisen und Stahl uns tiefe Einblicke in das Wesen der Korrosion überhaupt geschaffen hat. Wir wissen heute, daß die Mitwirkung von Flüssigkeiten, wenn auch nur als feine, niedergeschlagene Feuchtigkeitsnebel auf den Metallen, und elektrische Lokalströme, die zwischen dem Metall und der Flüssigkeitshaut, zwischen Punkten verschiedenen Potentials an der Metalloberfläche im Kreise laufen, die wesentlichen Grundbedingungen des Vorgangs sind. Solche Potentialdifferenzen wurden durch Unreinheiten oder durch ungleiche Zusammensetzung der Legierung, durch ihren regelmäßigen Aufbau aus verschiedenen Kristallarten und in ungeahntem Maße sogar auch durch einen verschiedenen Grad mechanischer Beanspruchung des Metalls hervorgerufen. Wir wissen ferner, daß Luftsauerstoff und atmosphärische Kohlensäure oder andere zufällig anwesende Säuren in der Praxis wesentliche Faktoren sind. Das Resultat des erwähnten Kommissionsberichtes war die Empfehlung der Benutzung von geeigneten Wasserquellen, die möglichst frei von Luft und sauren Substanzen (auch organischen Fäulnisstoffen) sein sollen, ferner, was sehr wichtig ist, die Empfehlung des Ersatzes des Messings durch ein anderes Metall

und der sorgfältigen Kontrolle der Temperaturbedingungen, wenn man trotzdem Messing benutzen will. Ein interessantes Hilfsmittel, das die Entwicklung der elektrolytischen Theorie der Korrosion an die Hand gegeben hat, beruht ferner auf der Anwendung des sogenannten elektrochemischen Schutzes, den man in der Weise erzielt, daß man ein beliebiges Stück eines unedleren Metalles (z. B. von Eisen) mit dem metallischen Gebrauchsgegenstande und der korrodierenden Flüssigkeit in leitende Verbindung bringt, so daß dieses unedle Metall zum positiven Pol eines galvanischen Elementes und der zu schützende Metallapparat zum negativen Pol wird. Die kleinen Potentialdifferenzen, die in der zu schützenden Metallmasse selbst bestehen, verlieren dann ihre Wirkung. Der ganze Metallgegenstand wird in der Umgebung des unedlen Blockes als edler Pol vor der Korrosion geschützt, das unedle Metallstück wird angegriffen, löst sich allmählich auf und muß dann von Zeit zu Zeit durch ein neues Stück ersetzt werden.

Inhaltlich in engerer Beziehung zu dem Kommissionsbericht stand ferner ein Vortrag von *Desch* und *Whyte* über die Mikrochemie der Korrosion. Die Versuche wurden an Messingen ausgeführt. Unsere in der Technik gebräuchlichen Messinge enthalten zwei verschiedene Kristallarten, und zwar erstens feste Lösungen von Zink in Kupfer, welche als α -Kristalle bezeichnet werden, und zweitens nur bei höheren Temperaturen eine sogenannte β -Kristallart, deren Zusammensetzung ebenfalls in weiten Grenzen variieren kann, und zwar um die Formel CuZn herum. Diese Kristallart zerfällt bei der Abkühlung in ein Gemisch der erstgenannten α -Kristalle und einer weiteren Kristallart γ , welcher etwa die Zusammensetzung Cu_2Zn_3 zukommt. Diesen Zerfall kann man durch sehr rasche Kühlung der Legierung von hohen Temperaturen (sogenannte Abschreckung) wahrscheinlich zum großen Teil unterbinden. Jedenfalls liegen die Zerfallsprodukte α und γ in so innigem Gemisch, daß diese Zerfallsmassen noch die Gestalt der ursprünglichen β -Massen beibehalten. Die Korrosionsversuche ergaben nun, daß die Korrosion unter allen Umständen mit der Entfernung von Zink aus diesen β -Massen einsetzt. Dann wird auch das Zink aus den α -Kristallen entfernt, und es können sich rein kupfrige Schalen bilden, die sich mit dem Messer von der Grundmasse der korrodierten Substanzen abheben lassen. Die abgeschreckten Legierungen zeigten eine raschere Korrosion als die stabileren, langsam abgekühlten, was auch aus allgemeinen Gründen zu verstehen ist. Es ergab sich ferner, daß Zinn die Korrosion des Messings sehr verzögerte, Eisen sie sehr beschleunigte.

Ein sehr allgemeines Interesse beansprucht ein Vortrag von *Rosenhain* und *Ewen*, weil er im Prinzip ganz allgemeine Eigenschaften der kompakten Metalle und Legierungen zum Gegen-

stande hat. Wir wissen, daß kompakte Metallmassen mit mehr oder minder großer und häufig so energischer Kraft zusammenhalten, daß sie nur sehr schwer zerbrochen werden können. Dieses Zusammenhalten beruht auf der Kohäsionskraft. Nachdem wir nun wissen, daß alle diese kompakten Metallmassen aufgebaut sind aus lauter einzelnen größeren oder kleineren regellos orientierten Kristallkörnern, ähnlich wie eine aus unbehauenen Steinen aufgebaute Mauer, entstand naturgemäß die Frage, wie denn beim Bruch einer solchen Masse die Bruchlinie verläuft. Man ist zuerst wohl geneigt gewesen, anzunehmen, daß der Bruch zwischen den Korngrenzen entlang läuft; die Erfahrung der letzten Jahrzehnte hat dann aber von den verschiedensten Seiten aus den Beweis erbracht, daß gerade das Umgekehrte der Fall ist und die Bruchlinie nach Möglichkeit quer durch die einzelnen Kristallkörner hindurchführt. Nur in anormalen Spezialfällen folgt der Bruch den Korngrenzen. Es ergibt sich daraus die notwendige Folgerung, daß diese Korngrenzen eine größere Festigkeit haben müssen als die Körner selbst. Vollständig hiermit in Übereinstimmung steht die Tatsache, daß unter sonst gleichen Umständen das feinere Korngefüge die höhere Festigkeit gegenüber dem gröberen besitzt. Das Verhältnis des gesamten Flächeninhalts der Trennungsflächen zwischen den Körnern zum Rauminhalt sämtlicher Körner, d. i. zum Rauminhalt des ganzen Legierungsstückes selbst, ist ein mathematischer Ausdruck für die Kornfestigkeit. So entspricht die Zunahme der Festigkeit bei feinerem Korn einer Zunahme der gesamten inneren Oberflächen.

Handelt es sich soweit um festgestellte Tatsachen, so empfand die wissenschaftliche Forschung natürlich darüber hinaus das Bedürfnis, auch die Ursachen dieser Erscheinungen festzustellen. In diesem Sinne wurde von *Beilby* vor einigen Jahren die sogenannte „Theorie des amorphen Zementes“ aufgestellt, d. h. eine Theorie, welche annahm, daß die einzelnen Körner miteinander durch eine nicht kristalline, amorphe Zwischenschicht verbunden sind. Diese zeichnet sich durch große Festigkeit aus und bewirkt, daß ein Bruch, wenn überhaupt, dann eher durch das Innere des Kristalls als durch die Zwischenwände geht. Auf die theoretischen Diskussionen dieses Problems soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden.

Im Anschluß an eine frühere Untersuchung von *Rosenhain* und *Humfrey* über die Beziehungen dieser Theorie zu der Festigkeit des Eisens bei verschiedenen Temperaturen hat *Rosenhain* zusammen mit *Ewen* nun diese weitere Untersuchung durchgeführt. Die Verfasser betrachten nämlich die Festigkeit der Kristalle und des amorphen Zementes einzeln für sich: Amorphe Zustände gehen bekanntlich bei hoher Temperatur ganz kontinuierlich und allmählich in den flüssigen Zustand über. Die Vis-

kosität, d. h. der Zusammenhalt der Flüssigkeiten, ist nun im Vergleich zur Viskosität oder der Zähigkeit der amorphen Körper verschwindend klein. Nach verschiedenen Untersuchungen nimmt man eine parabolische Abhängigkeit von der Temperatur an, so daß bei tieferen Temperaturen die Festigkeit eine immer kräftiger ansteigende Zunahme aufweist. Nimmt man nun für den kristallinen Zustand eine mehr lineare Abhängigkeit der Festigkeit von der Temperatur an, so ist leicht zu verstehen, daß bei tieferen Temperaturen die außerordentlich stark anwachsende Festigkeit der amorphen Substanz die der kristallinen überragt, während bei hohen Temperaturen umgekehrt die kristalline Substanz fester sein kann als die amorphe. Zwischen beiden muß ein kritischer Übergangspunkt liegen. Ist diese Annahme richtig, so muß der Bruch, der bei tieferen Temperaturen und auch bei mäßigen Temperaturerhöhungen bis zum kritischen Punkte (meist bis auf Rotglut) quer durch die Kristallkörner läuft, schließlich bei noch höheren Temperaturen oberhalb des kritischen Punktes den Korngrenzen folgen. Dies haben die Untersuchungen von *Rosenhain* und seinen Schülern bestätigt.

Es kommt aber dann noch ein weiterer Gesichtspunkt hinzu, und zwar der Zeitfaktor der Belastungsdauer bei Ausführung der Belastungsprobe, durch welche man den Bruch herbeiführt. Eine plötzlich, stoßweise wirkende Kraft kann völlig anders wirken, als eine langsam ansteigende und abschwellende Belastung oder eine Dauerbelastung, die bei verhältnismäßig sehr geringer Beanspruchung doch schließlich in sehr langer Dauer zum Bruch führen kann. Daß die Beanspruchungen unter dem Einfluß des Zeitfaktors sehr verschieden wirken können, ist leicht einzusehen, wenn man sich vergegenwärtigt, daß ein Stein, der mit großer Gewalt flach aufs Wasser geworfen wird, von diesem elastisch zurückgeworfen wird, ohne darin eindringen zu können, während natürlich ein Stein, den man auf eine Wasserfläche legen wollte, sofort unter sinken würde. Ebenso ist es bekannt, daß man einen Block Teer mit dem Hammer wie einen spröden Körper zerschlagen kann, daß er aber andererseits, durch verhältnismäßig geringe Gewichte gespannt oder unter dem Einfluß des eigenen Gewichts im Laufe längerer Zeit sich plastisch deformiert und zähe Fließbewegungen macht. Es ist demnach zu erwarten, daß auch die Festigkeitserscheinungen von dem Zeitfaktor der Beanspruchung in weitem Maße abhängig sein müssen, und daß sich demgemäß der oben erwähnte kritische Festigkeitspunkt unter dem Einfluß verschiedener Belastungszeiten wesentlich verschieben können muß.

Rosenhain und *Ewen* zogen demgemäß die Schlußfolgerung, daß innerhalb des Temperaturgebietes, innerhalb dessen der kritische Punkt durch Variierung der Belastungszeit sich ver-

schieben läßt, plötzliche Belastung eine Deformierung und Bruch nach der Art, wie bei tieferen Temperaturen, d. h. quer durch die Kristallkörner, erzeugen wird. Umgekehrt müßte sehr leichte und dauernde Belastung auch bei relativ niedrigen Temperaturen den Bruch innerhalb der Korngrenzen nach Art der Wirkung hoher Temperaturen erfolgen lassen. Die Verfasser vertreten nun wohl mit Recht die Ansicht: daß man bei niedrig schmelzenden Metallen lediglich den Bruch quer durch die Kristallkörner beobachtet, rühre lediglich daher, daß man diese Kristalle wegen ihres niedrigen Schmelzpunktes nicht über ihren kritischen Festigkeitspunkt erhitzen könne. Durch Anwendung sehr leichter und dauernder Belastungen müßte es aber schließlich möglich sein, diesen kritischen Punkt so weit herabzudrücken, daß er unter den Schmelzpunkt tritt und man dann den Bruch an den Korngrenzen entlang zwischen dem Schmelzpunkt und dem kritischen Punkt beobachten kann. Versuche, die an Blei, Zinn und Wismut angestellt wurden, bestätigten die Vermutung. Gewisse Schwierigkeiten bestehen allerdings noch deshalb, weil diese Temperaturen dem Schmelzpunkt sehr nahe lagen, und man befürchten muß, daß vielleicht eine beginnende Schmelzung die Versuchsergebnisse störte.

Eine weitere allgemeine Erscheinung der metallischen Substanzen besteht in ihrem fortgesetzten Wachstum der Korngröße; so oft eine Metallmasse hoch genug erhitzt ist, um eine gewisse molekulare Beweglichkeit zu gestatten, beginnt unfehlbar dieser Prozeß, der darin besteht, daß überall in der Masse größere Kristallkörner kleinere aus ihrer Umgebung derart umorientieren, daß sie dem Körper des größeren Kristalls einverleibt werden, ein Prozeß, der, streng genommen, niemals zum Stillstand kommt, solange überhaupt noch zwei Kristalle gleicher Art in innigem Kontakt nebeneinander liegen, ohne zu einem gemeinsamen Kristall orientiert worden zu sein.

Auf diesem Gebiete liegt ein Vortrag von *Rose*. Durch mechanische Bearbeitung wird, wie allgemein bekannt, das Korngefüge verfeinert, und gleichzeitig tritt eine gewisse Härtesteigerung auf, deren Ursache mit den vorher besprochenen Theorien der Entstehung einer amorphen Zwischenschicht im Zusammenhang steht. Durch nachträgliches Verweilen bei höherer Temperatur, das allgemein angewendete Ausglühen, wird diese Härtesteigerung rückgängig gemacht und der geschilderte Einformungsprozeß eingeleitet.

Rose geht nun von der bekannten Tatsache aus, daß gewisse Unreinheiten beim Kupfer die Intensität dieser Glühwirkung oder die Temperatur, bis zu der man erhitzen muß, um eine gewisse Wirkung zu erreichen, sehr erheblich beeinflussen. Er hat selbst Gold als Versuchsmaterial gewählt, weil sich hier die Verunreinigungen am

besten bestimmen lassen. Diesem setzte er geringe Mengen Silber oder Kupfer, je bis 2,5 %, zu. Er untersuchte die Härte und Mikrostruktur. Durch den Walzprozeß wurde die Härte fortgesetzt gesteigert. Bei Verfolgung der Härte in Abhängigkeit von der Temperatur, bis zu welcher die Legierung erhitzt war, zeigte sich, daß von einer gewissen Temperaturgrenze an ein mehr oder weniger plötzlicher Abfall der Härte eintrat und daß diese Temperatur durch die gemachten Zusätze erhöht wird. Die verschiedenen Zusätze haben dabei sehr verschiedene Einwirkung, Kupfer wirkt stärker als Silber, und andere Elemente übertreffen die Wirkung beider sehr wesentlich. Gold in einer Wasserstoffatmosphäre geschmolzen erfuhr eine sehr starke Hebung

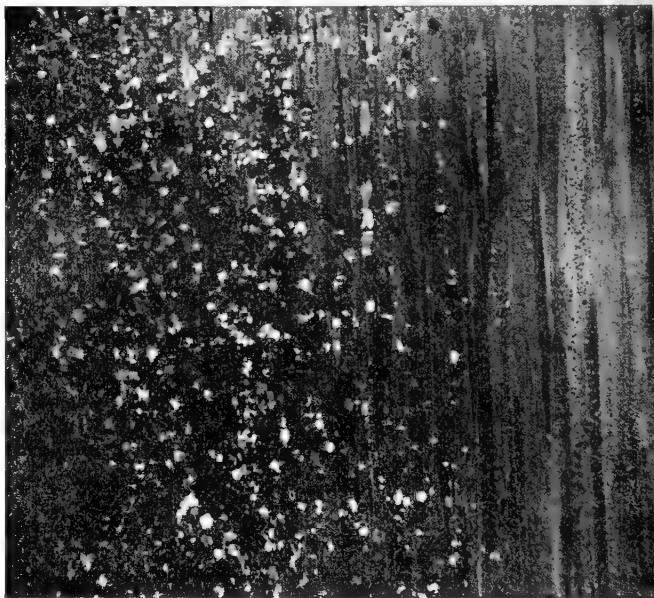


Fig. 1. Gold. Gewalzt, dann auf 270° erhitzt. 3 fach vergrößert.

der in Rede stehenden Temperatur, obwohl es durch die Wasserstoffatmosphäre nur 0,002 % an seinem Reinheitsgrade verloren hatte. Schmelzen an freier Luft liefert geringere Werte für die in Rede stehende Temperatur als Schmelzung in reduzierender Atmosphäre. Ganz analoge Erscheinungen sind beim Kupfer bekannt.

Nimmt man einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit dem Einformungsprozeß und einer Oberflächenspannung der einzelnen Kristallkörner an, so ist dies verständlich, da es wohl bekannt ist, daß Unreinheiten die Oberflächenspannung wesentlich verringern.

Eine weitere Ausarbeitung des Verfahrens führte sogar dazu, auf die Beobachtung der Temperatur, bei welcher der starke Rückgang der Härte eintritt, eine sehr einfache Schnellbestimmung des Reinheitsgehaltes von Gold zu gründen.

Im Zusammenhang mit mikrographischen Untersuchungen wurde festgestellt, daß die Ein-

formung und der Abfall der Härte Hand in Hand gehen. Aber sie vollziehen sich nicht in der ganzen Masse zu gleicher Zeit, sondern die Bildungen sind sehr lokal. Die hier wieder-gegebene Figur 1 ist ein typisches Beispiel für diese Erscheinungen. An einzelnen Stellen sind die durch das Anlassen gebildeten größeren Körner deutlich erkennbar, während an anderen

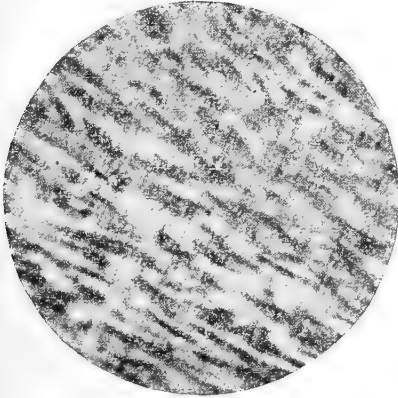


Fig. 2. Zonen ungleicher Zusammensetzung in antikem unreinem Kupfer, die auch im Lauf von über 2000 Jahren sich nicht durch Diffusion ausgeglichen haben.

Stellen die ursprüngliche Feinheit noch geblieben ist, die so weit geht, daß man nicht die einzelnen Körner, sondern nur die dem Walzprozeß entstammende Streifenbildung erkennen kann.

Die eben geschilderten Erscheinungen, wonach solche Einförmungsprozesse in allen Metallmassen bei genügender Temperaturerhöhung sofort einsetzen, führt schon ohne weiteres zu der



Fig. 3. Dasselbe Objekt wie in Fig. 2. Die Ungleichheiten haben sich bei kurzem Glühen durch Diffusion in den Kristallen ausgeglichen.

Folgerung, daß bei tieferen Temperaturen diese Prozesse nur deshalb ausbleiben, weil die Beweglichkeit zu gering ist, daß aber an sich ein unbeständiger Zustand vorliegt. Man kann deshalb vermuten, daß die Vorgänge, wenn auch äußerst langsam, dennoch fortschreiten und in vielleicht sehr langen Zeiträumen zur Geltung kommen. Ähnliche Vorgänge treten hinzu, die chemischen Ursprungs sind. So findet man beispielsweise

Fälle, wo wegen gewisser Gleichgewichtsstörungen die einzelnen Kristalle in der Legierung eine vom Kern zum Rande jedes einzelnen Kristalles wechselnde Zusammensetzung haben. (Siehe Fig. 2.) Diese Unterschiede sollten sich allmählich durch Diffusionsprozesse ausgleichen. *Garland* berichtet in seinem Vortrage über seine Studien an antiken Metallgeräten, die sämtlich mindestens 2000 Jahre alt waren. Man konnte an ihnen noch mit Hilfe der beobachteten Kornfeinheit und der beschriebenen Variationen der Zusammensetzung innerhalb der einzelnen Kristalle die verschiedenen Herstellungsweisen feststellen, weil die genannten Erscheinungen von diesen abhängen. So läßt sich erkennen, ob ein Stück gegossen oder geschmiedet oder geglüht ist. Die Untersuchungen ergaben, daß nur an sehr wenigen Stellen und in sehr beschränktem Grade unter dem Einfluß der Jahrtausende die unstabilen Zustände sich allmählich in die Richtung auf die stabileren verschoben hatten.

(Schluß folgt.)

Die VI. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Bericht von Dr. F. Moewes, Berlin.

Nach Begründung der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen (1906) wurde durch einen Erlaß des Kultusministers vom 30. Mai 1907 die Bildung von Provinzial-, Bezirks-, Landschafts- und Ortskomitees herbeigeführt, die im Wege freier Verständigung zu bilden waren und mit der (ehrenamtlichen) Geschäftsführung möglichst einen naturwissenschaftlich durchgebildeten Fachmann zu betrauen hatten. Diese Komitees sollten mit der Staatlichen Stelle dauernde Verbindung unterhalten. Im Laufe der nächsten anderthalb Jahre wurde die Naturdenkmalpflege in dieser Weise über einen großen Teil des preußischen Staatsgebietes organisiert, und im Dezember 1908 konnte in Berlin die erste Konferenz der Geschäftsführer der Komitees stattfinden. Die folgenden Jahre brachten Versammlungen gleicher Art, zu denen sich mit der weiteren Ausgestaltung der Organisation auch eine wachsende Zahl von Teilnehmern einfand. Der Nutzen, den diese unter dem Vorsitz des Leiters der Staatlichen Stelle, Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. *Conwentz*, stattfindenden Zusammenkünfte für die Sache der Naturdenkmalpflege haben, ist gar nicht hoch genug zu bewerten. In den Vorträgen, den Diskussionen und dem persönlichen Gedankenaustausch wird eine Fülle von Anregungen gegeben und empfangen, die der lokalen Arbeit wie der Tätigkeit der Zentrale zugute kommen und die Beteiligten zu weiterem freudigen Schaffen an dem oft recht mühevollen Werke ermutigen.

Die sechste in der Reihe dieser Jahreskonferenzen für Naturdenkmalpflege wurde am 5. und 6. Dezember 1913 im Sitzungssaale der Staatlichen

Stelle in Berlin-Schöneberg unter sehr starker Beteiligung abgehalten. Nicht nur die Geschäftsführer fast aller preußischer Komitees und verschiedener, den Naturschutz fördernder Vereine, sondern auch hervorragende Vertreter der Naturdenkmalpflege in anderen Bundesstaaten sowie Österreichs, ja auch Gäste aus dem fernen Osten und dem fernen Westen — der Botaniker Prof. *Miyoshi* aus Tokio und der Chef der landwirtschaftlichen Delegation von Argentinien *J. Bolla* — wohnten den Verhandlungen bei. Das Kultusministerium, von dem die „Staatliche Stelle“ ressortiert, war durch Prof. *Krüss* und Regierungsassessor *Trendelenburg* vertreten. Auch der Schweizerische Gesandte, *A. de Claparède*, erschien in einer der Sitzungen.

Der Vorsitzende, Geheimrat *Conwentz*, machte in seinem einleitenden Bericht eine Reihe interessanter Mitteilungen. U. a. legte er einen zunächst als Manuskript gedruckten Ausweis über alle Körperschaften vor, die sich in den verschiedenen Ländern (Preußen und die anderen Bundesstaaten, Österreich-Ungarn, Schweiz, Frankreich, England, Belgien, Niederlande, Dänemark, Schweden, Norwegen, Italien, Rußland, Japan, Vereinigte Staaten) mit dem Schutze der ursprünglichen Natur befassen. Nach gehöriger Vervollständigung soll dieses Verzeichnis veröffentlicht werden und wird dann einen Überblick über die Organisationen der Naturdenkmalpflege und des Naturschutzes auf der ganzen Erde geben. Auch eine Zusammenstellung aller Gesetze, die in den verschiedenen Ländern zum Schutze der Landschaft, der Pflanzen- und Tierwelt erlassen worden sind, ist angefangen worden. Ferner wird in der „Staatlichen Stelle“ schon seit Jahren eine internationale Bibliographie für Naturschutz und Naturdenkmalpflege vorbereitet und ist, wie eine vom Redner vorgelegte Karteothek zeigte, bereits tüchtig vorgeschritten. Von den vierzig jetzt bestehenden preußischen Komitees für Naturdenkmalpflege veröffentlichen dreizehn die Fortschritte ihrer Arbeiten in eigenen „Mitteilungen“. Die planmäßige Durchführung der größeren Naturschutzgebiete nimmt rüstigen Fortgang. Nach der Untersuchung des Plagefenns bei Eberswalde (deren Ergebnisse in den von der Staatlichen Stelle herausgegebenen „Beiträgen für Naturdenkmalpflege“ Bd. 3 veröffentlicht worden sind) ist die des Hochmoores von Neu-Linum im Kreise Kulm (Westpr.), über die auch der Geschäftsführer des Westpreußischen Provinzialkomitees, Prof. *Kumm*, einige Angaben machte, nach fast zehnjähriger Arbeit ihrem Abschlusse nahe. Im Reservat Sababurg (Reg.-Bez. Cassel) ist die botanische Untersuchung durch Prof. *Bock* (Hannover) beendet; eine gemeinverständliche Darstellung soll in einem der nächsten Hefte der „Naturdenkmäler“ (vgl. diese Zeitschr. Jahrgang 1, S. 484) erscheinen. Endlich wird das Fürstlich Hohenzollernsche Naturschutzgebiet im Böhmerwalde (vgl. diese Zeitschr. Jahrg. 1,

S. 631) weiter emsig durchforscht. Ein Gesetz zum Schutze der Naturdenkmäler in Preußen ist in Vorbereitung.

Eine lebhaftere Naturschutzbewegung hat in Rußland eingesetzt. In Charkow veranstaltet Dr. *Taliew*, Privatdozent der Botanik, gegenwärtig eine Ausstellung für Naturdenkmalpflege — die erste ihrer Art. Auf dem 13. Kongresse russischer Naturforscher und Ärzte, der jüngst in Tiflis abgehalten wurde, hat Geh. Rat *Conwentz*, einer an ihn ergangenen Einladung folgend, in einer besonderen Naturschutzsitzung, zu der sich an tausend Personen im Kaiserlichen Theater versammelt hatten, Vorschläge für den Naturschutz im Kaukasus gemacht. Die Erhaltung der ursprünglichen Natur des Kaukasusgebietes ist wegen seiner eigenartigen Tier- und Pflanzenwelt, die stellenweise noch einige aus der Tertiärzeit erhalten gebliebene Typen umfaßt, höchst erstrebenswert und im gegenwärtigen Augenblick noch leichter durchzuführen als die Schaffung von Reservaten in stärker von der Industrie besetzten und von Eisenbahnen durchschnittenen Ländern. Großfürst *Nikolai Michailowitsch*, ein Schüler von *Gustav Radde*, hat dort bereits mehrere Naturschutzgebiete mit urwüchsigem Waldbestande und seltenen Pflanzenarten sowie bemerkenswerten Tieren geschaffen, deren eines 50 Quadratkilometer groß ist. Um dem Wisent (*Bison europaeus*) sein Wohngebiet am Kuban zu bewahren, hat sich ein Komitee gebildet; das Gelände gehört nämlich den Kosaken, die es bisher verpachtet hatten, aber jetzt zurückhaben wollen. — Zu einer besonderen Naturschutzsitzung traten auch gelegentlich der Naturforscherversammlung in Wien die Abteilungen für Geographie, Geologie, Botanik, Zoologie, naturwissenschaftlichen Unterricht und Geschichte der Naturwissenschaften zusammen. Prof. *Conwentz* führte den Vorsitz. Vorträge hielten Hofrat Prof. *A. von Guttenberg* über Naturschutzbestrebungen in Österreich (vgl. diese Zeitschrift Jahrg. 1, S. 972) und Prof. *J. Podpera* über die Möglichkeit der Erhaltung von Naturdenkmälern in den Sudetenländern. Es war, wie der Vorsitzende bemerkte, nicht das erste Mal, daß sich eine deutsche Naturforscherversammlung mit solchen Fragen beschäftigte; vor 10 Jahren hatte er selbst den ersten derartigen Vortrag auf der Naturforscherversammlung in Cassel gehalten. Dann ist der Gegenstand aber bis zum Jahre 1912, wo *P. Sarasin* in Münster die Ausrottung der Wale und Robben behandelte (vgl. diese Zeitschrift Jahrg. 1, S. 1048), nicht mehr zur Sprache gekommen. In Wien war zum ersten Male eine eigene Sitzung für Naturschutz anberaumt worden. Um für künftig eine Vereinigung aller einschlägigen Vorträge herbeizuführen, schlug der Vorsitzende eine Resolution vor, durch die der Vorstand der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte ersucht wird, dahin zu wirken, daß bei den Versammlungen fortan eine besondere Abteilung für Naturschutz eingerichtet

werde. Diese EntschlieÙung fand einstimmige Annahme. Prof. *Schillings* erläuterte eine Resolution, die im Anschlusse an einen von ihm gehaltenen Vortrag von der zoologischen Sektion gefaÙt worden war. Darin wird die Notwendigkeit ausgesprochen, daÙ alle interessierten Stellen, vor allem aber die gesetzgebenden Körperschaften, der Erhaltung der Naturschätze besondere Aufmerksamkeit zuwenden; der BeschluÙ des amerikanischen Senats, dem Gesetzesvorschlage seine Zustimmung zu erteilen, der alle Federn wilder Vögel von der Einfuhr in die Vereinigten Staaten ausschließt, wird als vorbildliche Lösung einer wichtigen Frage des Weltnaturschutzes begrüÙt. Auch dieser Resolution schlossen sich die Teilnehmer der Wiener Naturschutzsitzung einstimmig an.

In seinem Bericht über die Konferenz für internationalen Naturschutz in *Bern* verwies Prof. *Conwentz* auf frühere Veranstaltungen ähnlicher Art. So ist schon im Jahre 1883 in Paris eine internationale Vereinbarung zum Schutze der Robben im Beringsmeer getroffen worden, und ebenda hat man 1895 eine internationale Konvention zum Schutze der landwirtschaftlich wichtigen Vögel abgeschlossen. 1899 wurde auf dem Friedenstag im Haag vereinbart, daÙ in Kriegezeiten der besetzende Staat sich nicht als Besitzer, sondern nur als NutznieÙer betrachten und die Wälder demgemäß nicht abholzen solle. 1900 fand sodann der internationale KongreÙ in London zum Schutze der afrikanischen Tierwelt statt, und 1901 trat der internationale ZoologenkongreÙ in Berlin für alle Bestrebungen zur Erhaltung der durch die Kulturfortschritte bedrohten unschädlichen höheren Tierarten ein. Der internationale BotanikerkongreÙ in Wien (1905) regte die Schaffung eines Reservates in Bosnien an. Auf dem internationalen land- und forstwirtschaftlichen KongreÙ in Wien (1907) hielt *Conwentz* einen Vortrag über den Schutz der Wälder. Frankreich gebührt das Verdienst, im Jahre 1909 den ersten internationalen KongreÙ für Naturschutz (*Protection des Paysages*) einberufen zu haben. Prof. *Sarasin* behandelte den Tierschutz auf dem internationalen ZoologenkongreÙ in Graz im Jahre 1910. In Bern ist nach dreitägigen Verhandlungen die Begründung einer konsultativen Kommission für internationalen Naturschutz beschlossen worden. Ihr gehören zwei Vertreter jedes Staates oder jeder autonomen Kolonie an, und sie hat die Aufgabe, alles den internationalen Naturschutz betreffende Material zu sammeln und zu veröffentlichen. Mit den Regierungen der einzelnen Staaten verkehrt die Kommission nur durch ihre diesen Staaten angehörigen Vertreter.

Nach Vorlegung von Verfügungen, die einzelne Regierungen in Hinsicht auf die Verunstaltung des Waldes durch Papier und Speisereste von seiten der Schulkinder erlassen haben, teilte Realgymnasialdirektor Prof. *Wetekamp* mit, daÙ die Brandenburgische Provinzialkommission für Naturdenkmalpflege eine Eingabe an das Kultus-

ministerium gemacht hat, nach der die Lehrer angewiesen werden sollen, die Schüler am Sonnabend auf den Schutz des Waldes aufmerksam zu machen.

Den ersten Hauptvortrag hielt Dr. *Heering*, Geschäftsführer des Schleswig-Holsteinischen Provinzialkomitees, über „*Naturdenkmalpflege und allgemeine Biologie*“. Der Redner besprach im AnschluÙ an die Verhältnisse seiner Provinz die wissenschaftlichen Ziele der Naturdenkmalpflege, soweit sie sich auf Pflanzen- und Tierwelt erstreckt. Indem sie eine zuverlässige Aufnahme des Inventars der Naturdenkmäler eines Gebietes herbeiführt, schafft sie zugleich ein Archiv des Lebendigen in diesem Gebiet. Aus der Beobachtung des Werdens und Vergehens des Lebendigen entsteht die Frage nach der Ursache: so tritt die Naturdenkmalpflege in Verbindung mit der Biologie. Die Pflanzen sind teils als Individuen (hauptsächlich Holzgewächse), teils als Angehörige einer Art, teils als Bestandteile der Vegetation eines Naturschutzgebietes Gegenstand der Naturdenkmalpflege. Wie diese in innigem Verein mit der biologischen Forschung vorzugehen hat, um ihren Aufgaben gerecht zu werden, und wie jedes aus der Arbeit des anderen Nutzen zieht, wurde von Dr. *Heering* des näheren dargelegt. Die Notwendigkeit statistischer Aufnahmen des Bestandes an Individuen einzelner Tierarten zur Lösung gewisser Fragen erläuterte er sodann an dem Beispiel der Störche, für die es gilt, die Ursache ihrer Verminderung in Deutschland festzustellen. Nach seinen Ermittlungen betrug 1907 die Zahl der besetzten Storchnester in Preußen 3651, so daÙ auf 500 ha ein Storchnest kam. Im Jahre 1911 waren nur noch 2075 bewohnte Storchnester vorhanden, also nur eins auf 900 ha. Von den für die Abnahme geltend gemachten Gründen fällt, nach *Heerings* Ausführungen, die Zerstörung der Nistgelegenheit nur wenig ins Gewicht. Der durch die zunehmende Drainage bedingte Nahrungsmangel spiele lokal sicher eine Rolle, insofern er die Aufzucht der Jungen ungünstig beeinflusse. Dies schließt *Heering* daraus, daÙ sich für 1911 ein starker Rückgang in der Zahl der Jungen gegenüber dem Jahre 1910 hat feststellen lassen. DaÙ die Verfolgung durch den Menschen für die Verminderung der Störche in erster Linie in Betracht komme, wird von *Heering* bestritten, obwohl er zugibt, daÙ diese Verfolgung größer ist als man im allgemeinen glaube. Seine Ansicht geht dahin, daÙ die Störche in unserem Lande, das im Laufe eines Jahrhunderts große Veränderungen erfahren hat, nicht mehr so günstige Lebensbedingungen vorfinden wie in der Vorzeit, und daÙ sie und andere Tierarten wesentlich aus dem Grunde mehr und mehr verschwinden.

In der Diskussion, die sich an diese letzte Frage knüpfte, bemerkte Graf v. *Wilamowitz-Möllendorf*, Vorsitzender des Bezirkskomitees in Potsdam, daÙ in der Priegnitz, wo eine sehr erheb-

liche Abnahme der Störche zu beobachten sei, diese sicher nicht auf dem Mangel an Nistgelegenheit beruhe, da die Horste und Nester alle oder größtenteils vorhanden seien. Auch ein nennenswerter Abschuß in diesem Gebiet finde nicht statt, da der Storch überall sorgfältig geschont werde. Dagegen sei der Grund der Nahrungsabnahme wohl zutreffend, denn die Taufrosche, die das Hauptfutter für die Jungen bilden, hätten eine ganz gewaltige Abnahme erfahren. Bei anderen Vögeln aber, wie z. B. beim Neuntöter, der seit einigen Jahren sehr selten geworden ist, fehlt jede Erklärung ihres Rückganges. Ein Einfluß der Verminderung der Nahrung auf die Sexualtätigkeit wurde von Prof. Gerhardt (Breslau) in Abrede gestellt. Übereinstimmend versicherte eine Reihe von Rednern, daß die Störche bei uns fortdauernd heimlich abgeschossen würden, und Prof. Schillings wies zudem auf die Verfolgungen hin, die sie in Afrika zu erleiden hätten, und die wesentlich zur Verminderung ihrer Zahl beitrügen. Nach diesen ganz bestimmten Bekundungen würde das allgemein beklagte Verschwinden Freund Adebars aus unsern Gauen gar nicht weiter rätselhaft sein.

Höchst bedauerlich ist auch das fortgesetzte Abschießen der *Seeadler*, über das der Geschäftsführer des Pommerschen Provinzialkomitees, Prof. Winkelmann, Mitteilungen machte. Leider gibt es noch immer Zeitungen und Zeitschriften, die das „seltene Jagdglück“ solcher Schützen preisen, anstatt (um ein von Prof. Wetekamp gebrauchtes Wort anzuwenden) ihren „seltenen Unverstand“ zu brandmarken.

Über die *schädlichen Folgen der übertriebenen Meliorationen* in den norddeutschen Niederungen sprach Oberrealschuldirektor Fr. Gottschalk als Vertreter des Naturschutzvereins M.-Gladbach, unter besonderem Hinweis auf die drohende Melioration des Schwalmgebietes, die die Verschmutzung so ziemlich des letzten jungfräulichen Wasserlaufs in jenen Gegenden (eines Nebenflusses der Maas) und die Entstellung seiner natürlichen Umgebung zur Folge haben würde. Die überhandnehmenden Meliorationen rauben nicht nur der schwer arbeitenden Bevölkerung die Erholungsstätten in freier Natur, sie tragen auch dazu bei, ein starkes Sinken des Wasserspiegels herbeizuführen, das bei Eintritt heißer Sommer die schlimmsten Folgen haben kann, auch für die Industrie, die den Ast abschneidet, auf dem sie sitzt, indem sie sich das Wasser abschneidet. Beispiele für die schädliche Wirkung, die übermäßige Drainage auf den Pflanzenwuchs, namentlich auch auf den Wald ausübt, wurden insbesondere noch von Prof. Winkelmann beigebracht.

Gegen die *Auswüchse der Reklame* wendeten sich Landrichter Dr. Wolf (Berlin), Rechtsanwalt Dr. Weise (Dresden) und Prof. Mertens, der über die Maßnahmen in der Provinz Sachsen berichtete. Dabei kam die von den Vertretern der Naturdenkmalpflege wiederholt beklagte Dehnbarkeit des Begriffes der „landschaftlich hervor-

ragenden“ Gegenden, die gesetzlich gegen Verunstaltung durch Reklametafeln geschützt sind, zur Erörterung. Bekanntlich hat sich neuerdings das Berliner Kammergericht der Auffassung angeschlossen, daß unter jener Bezeichnung hervorragend *schöne* Gegenden zu verstehen seien, eine Deutung, die durchaus nicht im Sinne derer lag, die an dem Erlasse des Gesetzes mitgewirkt haben. Durch das Gesetz sollten vielmehr, wie Direktor Prof. Wetekamp hervorhob, allgemein solche Gegenden geschützt werden, die aus ihrer Umgebung hervorragen. Mit Recht bemerkte der Redner, daß man unter Umständen eine Reklametafel in den Alpen eher einmal übersehen könne, als in der Ebene.

(Schluß folgt.)

Das Radium, ein Mittel zum Treiben der Pflanzen.

Von Prof. Dr. Hans Molisch, Wien.

Die Bemühungen der Forscher, die Pflanzen aus ihrer Ruheperiode zu erwecken und zu ungewohnter Zeit zum Wachstum oder, wie wir auch sagen, zum Treiben zu veranlassen, haben in den letzten Dezennien überraschende Fortschritte gemacht. Das Ätherverfahren *Johannsens*, das Warmbadverfahren von *Molisch*, die Verletzungsmethode *Webers*, die Säuremethode *Jesenkos*, die von *Lakon* empfohlene Förderung des Treibens durch Zuführung von Nährsalzen und das elektrische Verfahren von *Klebs* haben höchst wertvolle Erfahrungen zutage gefördert.

Längere Zeit mit dem Einfluß des Radiums auf die Pflanze beschäftigt, schien es mir wünschenswert, auch zu prüfen, ob es nicht vielleicht durch Radium gelänge, die Ruheperiode der Pflanze abzukürzen oder aufzuheben. Meine Versuche über diesen Gegenstand wurden im Radiuminstitut der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Wien und in dem von mir geleiteten pflanzenphysiologischen Institut daselbst durch mehr als 2 Winter fortgesetzt und ergaben ein positives Resultat. Zu den Versuchen dienten Glasröhrchen und Scheibchen mit festen Radiumpräparaten und die Radiumemanation.

Versuche mit festen Radiumpräparaten. Ich arbeitete mit 2 Röhrchen. Das eine enthielt als Radiumbaryumchlorid 46,2 mg reines RCl_2 . Diese Menge ist äquivalent 35,3 mg Radiummetall, das andere Röhrchen barg ebenfalls als Radiumbaryumchlorid 29,4 mg reines RCl_2 , äquivalent 22,2 mg Radiummetall.

Die besprochenen Präparate wirkten hauptsächlich durch ihre β - und γ -Strahlen, da ja die α -Strahlen durch die Wand des Glasröhrchens so gut wie völlig absorbiert worden waren. Um aber auch die Wirkung der α -Strahlen zu erproben, wurde ein Lackscheibchen, in dessen Lack das Radiumpräparat gleichmäßig verteilt war, verwendet. Es lieferte durch seine α -Strahlen einen

Sättigungsstrom von 123,5 elektrostatischen Einheiten. Die Präparate wurden auf die ruhenden Knospen so aufgelegt, daß sie der Radiumstrahlung möglichst gleichmäßig ausgesetzt waren. Nach der Bestrahlung, die gewöhnlich 1—48 Stunden währte, wurden die Zweige in

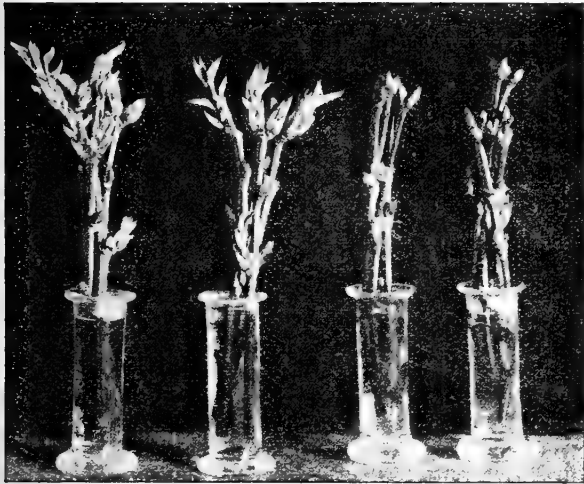


Fig. 1. Endknospen des Bündels 1 (links) durch 48 Stunden, des Bündels 2 durch 24 Stunden, des Bündels 3 durch eine Stunde, die des Bündels 4 (rechts) gar nicht bestrahlt. Die beiden Bündel 1 u. 2 (links) haben getrieben, die beiden anderen 3 u. 4 (rechts) nicht.

Wasser eingestellt und dann im Warmhause am Lichte weiter kultiviert. Die in der Fig. 1 abgebildeten Zweige von *Syringa vulgaris* zeigen die Wirkung der Bestrahlung.

Aus den zahlreichen Versuchen geht hervor, daß die Bestrahlung von Knospen von *Syringa vulgaris* durch β - und γ -Strahlen Mitte November noch keine merkbare Wirkung auf das Treiben ausübt, wohl aber schon eine sehr deutliche in der zweiten Hälfte November und auch in der späteren Zeit der Nachruhe im Dezember, wenn die Bestrahlung 1—2 Tage dauert. Fällt die Anstellung der Versuche in spätere Zeit, z. B. in den Januar, so tritt keine Begünstigung des Treibens ein, unbestrahlte Zweige treiben dann ebenso gut oder sogar besser. Ist die Ruhe schon ausgeklungen, so kann eine 72 stündige Bestrahlung sogar hemmend oder schädigend einwirken. Es ist sorgfältig darauf zu achten, daß die Bestrahlung erstens zur richtigen Zeit, d. h. Ende November und im Dezember, und zweitens nicht zu kurz und nicht zu lang vorgenommen wird. Dauert die Bestrahlung zu kurz, so hat sie keinen merkbaren Effekt, dauert sie zu lang, so wird die Knospe geschädigt. Die Zweige verhalten sich in dieser Beziehung analog wie ätherisierte oder warm gebadete.

Versuche mit Emanation. Die Verwendung von Radiumröhrchen hat den Nachteil, daß die Bestrahlung der Knospen naturgemäß eine sehr ungleichmäßige sein muß. Daher erschien es namentlich mit Rücksicht auf die α -Strahlung

wünschenswert, auch den Einfluß der Radiumemanation auf das Treiben zu untersuchen. Die Emanation ist ja ein Gas, und von diesem war eine gleichmäßigere Beeinflussung der Knospe mit Sicherheit zu erwarten. Diese Vermutung hat sich auch tatsächlich bestätigt; denn die Einwirkung der Emanation auf ruhende Knospen war viel auffälliger als die der Radiumröhrchen und -scheibchen. Indem ich bezüglich der Methodik auf meine Abhandlung¹⁾ verweise, will ich nur kurz folgendes hervorheben. Als Emanationsraum diente ein zylindrisches Glasgefäß von 24 cm Höhe und 16,5 cm Breite. Alle 24 oder 48 Stunden wurde Emanation zugeleitet, ihr Gehalt in dem Versuchsgefäß betrug 1,84—3,45 Millicurie. Für den Kontrollversuch diente ein vollkommen gleicher Apparat ohne Emanation. In die beiden Versuchsgefäße kamen Bündel von Syringazweigen, die knapp vor Beginn des Experimentes von ein und demselben Strauch abgeschnitten worden waren. Zur genaueren Veranschaulichung sei folgender, am 27. November 1911 mit Flierzweigen eingeleiteter Versuch geschildert:

1. Zweigbündel in Emanation durch 20 Stunden
2. " " " " 48 "
3. " " " " 72 "
4. " stets in reiner Luft (Kontrollversuch)

Am 10. Dezember treibt Bündel 3, die anderen nicht. Am 23. Dezember treibt Bündel 4 nicht, 1 mäßig, 2 sehr gut und 3 ausgezeichnet. — Am 30. Dezember treibt es immer noch nicht, hingegen haben alle Zweige, die der Emanation ausgesetzt waren, sehr gut getrieben. Die Bündel 2 und 3 am besten. Von dem Aussehen der Zweige am 23. Dezember gibt eine gute Vorstellung Fig. 2.



Fig. 2. Einwirkung der Radiumemanation auf Zweige von Flieder (*Syringa vulgaris*). Bündel 1 (links) stets in reiner Luft, Bündel 2 durch 20, Bündel 3 durch 48, Bündel 4 (rechts) durch 72 Stunden in Emanation gewesen. Die Kontroll-exemplare (links) treiben nicht, die anderen um so besser, je länger sie der Emanation ausgesetzt waren.

¹⁾ Molisch, H., Über das Treiben von Pflanzen mittels Radium. Sitzungsber. d. Kais. Akad. d. Wissensch. in Wien. Mathem.-naturw. Kl. 1912. Bd. CXXI, Abt. I, p. 121—139.

Sehr deutlich ist auch der Einfluß der Emanation auf das Treiben von ruhenden Roßkastanienknospen gewesen, die am 4. Dezember 1911 dem Versuche unterworfen wurden. Siehe Fig. 3.

Abgesehen von Flieder und Roßkastanie erhielt ich Ende November und im Dezember auch gute Resultate mit Zweigen von Liriodendron tulipifera, Staphylea pinnata und einigermaßen auch mit Acer platanoides. Hingegen gaben andere Gewächse, wie Ginkgo biloba, Platanus sp., Fagus silvatica und Tilia sp. negative Ergebnisse. Daß sich nicht alle Gehölze mit Radium treiben lassen werden, war von vornherein zu erwarten, da ja auch beim Treiben mit Äther und dem Warmbad ganz ähnliche Erfahrungen gemacht worden sind. Welche Vorgänge in der ruhenden Knospe durch die Strahlung ausgelöst werden,

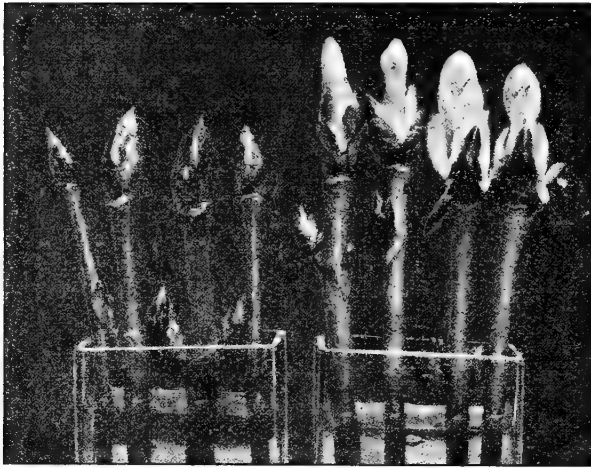


Fig. 3. Einwirkung der Radiumemanation auf Sprosse der Roßkastanie (*Aesculus Hippocastanum*). Sprosse links in reiner Luft, Sprosse rechts 24 Stunden der Emanation unterworfen. Die Emanationsknospen treiben, die Kontrollknospen aber fast gar nicht. Dauer des Versuches vom 14. Dezember bis 15. Januar.

die schließlich die Ruheperiode aufheben und zum Treiben der Knospe führen, entzieht sich heute unserer Einsicht. Eines darf nicht überraschen, wir wissen ja im Grunde genommen auch nicht, wie das Äther- oder Warmbad auf die ruhende Knospe wirkt, denn die inneren Vorgänge erscheinen auch hier vielfach in Dunkel gehüllt. Es wäre naheliegend, daran zu denken, daß Fermente, vielleicht diastatische und proteolytische Enzyme aktiviert oder in ihrer Entstehung gefördert werden und hierdurch die Hydrolyse der Stärke oder, allgemeiner gesagt, die Mobilisierung der Nährstoffe eingeleitet werden. — Praktische Bedeutung kommt der Treiberei mit Radium wohl nicht zu, da dieses Element eine höchst kostspielige Substanz darstellt und wir auch andererseits im Äther, namentlich aber im Warmbad¹⁾ ein so ausgezeichnetes und

billiges Treibverfahren besitzen, daß mit diesem keine andere Methode erfolgreich konkurrieren kann. Aber die Wissenschaft fragt zunächst nicht danach, ob ein neuer Fund uns auch Nutzen bringt, sie geht selbstlos ihrer Wege. Und wenn auch zugegeben werden muß, daß das Radium für die Treiberei derzeit praktisch nicht in Betracht kommt, so muß es doch unser größtes Interesse erregen, daß dieses wunderbare Element, das auf dem Gebiete der Physik und Chemie so revolutionär gewirkt hat, mit seiner unsichtbaren Strahlung auch auf die lebende Substanz der ruhenden Knospe einen so tiefgreifenden Einfluß auszuüben vermag.

K. Bürker, Die physiologischen Wirkungen des Höhenklimas.¹⁾

Referat von Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.

Der Mensch kann einen erheblichen Wechsel des Aufenthalts, der Temperatur und des Luftdrucks ertragen, ohne geschädigt zu werden. Es steht zur Frage, wie weit bei einer längere Zeit andauernden Veränderung dieser äußeren Bedingungen eine *Anschmiegung* oder eine wirkliche strukturelle *Anpassung* zur Geltung kommt?

An die Schwankungen des Seeschiffs gewöhnt man sich meistens nach wenigen Tagen, indessen manche Menschen gewöhnen sich daran nur schwierig und unvollkommen. Dabei handelt es sich um eine Abstumpfung gewisser Nerven, also um eine *negative* Anpassung. Die Gewöhnung an ein heißeres oder kälteres Klima ist unvollkommen, da die Eingeborenen doch das Klima besser zu ertragen pflegen, auch soll das venöse Blut der Europäer in den Tropen heller rot sein als im gemäßigten Klima. Die Nerven pflegen sich zwar dem veränderten Klima anzupassen, aber nicht nur negativ, wie auf dem Schiff, sondern sie werden zugleich empfindlicher gegen Temperaturen, die vor der Gewöhnung an das neue Klima ohne Beschwerde ertragen wurden. Die dunkle Färbung der Haut dürfte das Ursprüngliche gewesen sein; nachdem sie in den lichtärmeren Klimaten verloren gegangen ist, bräunt sich zwar die Haut der Europäer unter starker Lichtwirkung, aber eine *Anpassung* wird nicht erreicht, weil die Färbung sich nicht vererbt. Die Muskulatur ist sehr anpassungsfähig. Starke und dauernde Märsche und Bergbesteigungen, wie überhaupt Muskelübungen führen zu deutlichen Anpassungen. Mit genügender Vorsicht behandelt, gewöhnt sich das Herz an vermehrte Anforderungen und verdickt sich die Muskelmasse der bezüglichen Ventrikelwandung. Alle genannten Anpassungen lassen sich kaum oder gar nicht numerisch verfolgen.

Gegen starke und plötzliche Schwankungen des Luftdrucks ist ein gesunder Mensch sehr schmiegsam; dies erweisen die Erfahrungen an Tauchern und Ballonfahrern zur Genüge. Da es sich dabei um Schwankungen, die innerhalb weniger Stunden verlaufen, handelt, kann nicht an eine wirkliche Anpassung gedacht werden, und wo man eine solche gefunden zu haben glaubte, folgten die Widerlegungen auf dem Fuß. Anders liegt die Sache bei Bergbe-

¹⁾ Molisch, H., Das Warmbad als Mittel zum Treiben der Pflanzen. Jena 1909, bei G. Fischer.

¹⁾ Zeitschrift für Biologie, Bd. 61, 1913.

wohnern, deren Bau etwas verschieden von dem der Bewohner der Ebene zu sein pflegt. Es ist aber namentlich in Berücksichtigung der Bergkrankheit die spezielle Frage entstanden, ob eine Anpassung an den verminderten Luftdruck vorhanden ist, und ob dieser Faktor für sich allein zu besonderen, entsprechenden Abänderungen des Organismus führt. Theoretisch denkbar wäre ein Anschmiegen oder ein Anpassen an den verminderten O-Gehalt 1. durch Verminderung der Muskeltätigkeit, 2. durch Vertiefung der Atmung und Beschleunigung des Kreislaufs, 3. durch Vermehrung der roten Blutkörperchen (also der atmenden Blutoberfläche) und Vermehrung ihres Hämoglobins, das deren O bindet. Der Untersuchung der letzteren Frage hat sich namentlich die Forschung zugewendet.

Den ersten Anstoß in genannter Richtung hat Paul Bert 1882 gegeben. Er veröffentlichte Blutuntersuchungen von einer Reihe von Säugetieren, die in Bolivien in einer Höhe von nahe 4000 m gelebt hatten. Er fand in deren Blut pro 100 ccm 17 bis 21 ccm O, während das Blut derselben in der Tiefebene lebenden Tierarten nur gut die Hälfte O sollte aufnehmen können. Einige Jahre später wurden diese Angaben durch Vault, der an Ort und Stelle Blut entnahm und untersuchte, widerlegt. Er fand, daß das Blut der Tiere der Ebene fast die gleiche Menge O aufnehmen konnte, wie das der gleichen Tierarten der Höhe. Dagegen fand er, daß die Zahl der roten Blutkörperchen des Menschen in der Ebene nur 5, der in genannter Höhe lebenden dagegen 7 Millionen im Kubikmillimeter betrage.

Damit war die Frage der Anpassung an den Höhenaufenthalt in Fluß gebracht. Es haben sich dabei unter anderen die Herren Abderhalden, Cohnheim, Gaule, Kronecker, Miescher, Mosso, Zuntz beteiligt, zu denen schließlich noch Bürker gekommen ist. Die Zahl der Blutkörperchen, der Hämoglobingehalt des Blutes und der Eisengehalt des Körpers wurde bestimmt. Die Resultate der Forschungen sprachen z. T. für eine starke Anpassung, z. T. vollständig gegen eine solche, daher hat nun Bürker durch eine äußerst genau vorbereitete und umfassend und sorgfältig durchgeführte Expedition in das Hochgebirge versucht, einen Abschluß herbeizuführen. Bürker hat mehrere Jahre darauf verwendet, die Methodik zu prüfen und zu verbessern, denn wohl nur auf Unvollkommenheiten der Methodik können die vorhandenen Widersprüche bezogen werden. Die zur Verfügung stehende Zeit gestattet nur von den gut 5 Millionen Körperchen, die sich in 1 cmm Blut finden, gut 1000 zu zählen. Es muß daher $\frac{1}{5000}$ cmm bis auf mindestens 1 % genau abgemessen werden, um genügend gesicherte Resultate zu gewinnen. Ehe das Blut auf die quadrierte Glasfläche ausgegossen werden und innerhalb eines abgemessenen Raumes ausgezählt werden kann, muß es verdünnt werden. Bei den vielfachen Operationen von Entnahme aus bestimmter Fingerkuppe bis zur Zählbereitschaft entstehen namentlich durch das Senkungsbestreben der Körperchen viele Fehlergefahren, die Bürker verfolgt und möglichst eliminiert hat. Sehr wesentlich ist, daß Bürker selbst und allein alle Zählungen und Messungen ausgeführt hat, denn viele Forschungen sind schon dadurch wertlos geworden, daß im Interesse der Beschleunigung ausschlaggebende Nebenarbeiten von dem Forscher auf Hilfskräfte abgewälzt wurden. Durch diese Zählungen Tag für Tag sind von Bürker während der eigentlichen Untersuchung etwa 150 Zählungen ausgeführt worden. Für diese Zählungen bestimmte sich der mittlere Fehler zu 3,3 % und der mittlere

Fehler des Mittelwerts zu 1,2 %. Der Mittelwert ist Mittel je einer Woche.

Für die Bestimmung des Hämoglobins diente ein besonders aufgebauter Spektralapparat. Die Farbstreifen eines Spektrums konstanter Helligkeit wurden durch Polarisierung so weit verdunkelt, um sie gleich hell wie die Streifen der durch eine Blutlösung konstanter Dicke gefallenen Lichtquelle gleicher Intensität zu machen. Durch Rechnung konnte dann der Hämoglobingehalt des Blutes mit dem mittleren Fehler von 1,7 % und dem mittleren Fehler am Mittelwert von 0,6 % bestimmt werden. Daraus und aus der Zählung der Blutkörperchen ließ sich dann der Hämoglobingehalt des einzelnen Blutkörperchens ermitteln. Dabei häuften sich allerdings die Fehlerwerte. Als mittlerer Fehler für den Gebirgsaufenthalt wird für diese Bestimmung 3,6 %, und als mittlerer Fehler am Mittel 1,3 % angegeben. Für jede einzelne Person konnte nur an jedem fünften Tag eine quantitative Hämoglobinbestimmung ausgeführt werden.

Es wurden die Untersuchungen an drei Personen aus Tübingen und einer in der Schatzalp bei Davos domizilierten Person angestellt. Alle äußeren Bedingungen, Nahrung, Zimmertemperatur und was sonst anging, waren in Tübingen und in der Schatzalp möglichst dieselben. Tübingen mit 314 m über dem Meer wechselte mit dem Aufenthalt auf der Schatzalp, 1874 m hoch, so daß der Unterschied des Luftdrucks im Mittel 124 mm Hg betrug. Dabei ist zwar die Dichte des O noch völlig genügend, um das Hämoglobin fast ganz zu sättigen, denn da die Bindung des O durch Hämoglobin wesentlich chemisch ist, wird allein durch die Druckminderung um 124 mm Hg die Sättigung fast nicht verhindert. Wenn aber angenommen werden kann, daß die Zeitdauer der Berührung der Körperchen mit der Alveolarluft bei Bewohnern der Tiefebene gerade so bemessen ist, daß das Blut sich völlig mit O sättigen kann, wird allerdings die genannte Druckerniedrigung eine gewisse Kompensation erfordern, wenn die gleiche Sättigung mit O erreicht werden soll. Eine stärkere Druckminderung ist nicht erstrebt worden, da sich gezeigt hat, daß sie nicht erheblich stärker auf die Blutveränderung wirkt und da sich dabei andere Momente, z. B. Störungen in den Lungen und anderes, geltend machen, die vermieden werden mußten.

Es wurden zunächst 3 Personen in Tübingen drei Tage, darauf in der Schatzalp 28 Tage, dann nach einem Reisetag wieder in Tübingen drei Tage, endlich dort nach einem Monat wieder einige Tage untersucht. Gleichzeitig auf der Schatzalp wurde der dort residierende Dr. Neumann in gleicher Weise untersucht. Leider mußte dieser eine Reise nach Ragatz, 1000 m tiefer ausführen. Dadurch trat eine Störung in den bezüglichen Verhältnissen seines Blutes ein, die sich nicht ganz ausgeglichen zu haben scheint. Die Störung bestand in einer Senkung seiner Blutkörperchenzahl und seines Hämoglobingehalts. Im ganzen war aber weder die Zahl seiner Blutkörperchen noch auch deren Hämoglobingehalt gegenüber den Tübinger Herren nennenswert vermehrt.

Die sehr genau registrierten klimatischen Verhältnisse haben sich in der Weise gestaltet, daß es berechtigt war, die einzelnen Wochen der Beobachtung zu Mittelwerten zusammenzufassen.

Die nachfolgend zusammengestellte Tabelle gibt eine Übersicht der Ergebnisse. Die mit Eryt. und mit Hb. überschriebenen Kolonnen geben die Zahlen der roten Körperchen und die in ihnen vorhandenen Hämoglobin-

Ergebnisse in Prozenten des Anfangswerts in Tübingen.

	Moll		Jooss		Bürker		Neumann	
	Eryt.	Hb.	Eryt.	Hb.	Eryt.	Hb.	Eryt.	Hb.
Schatzalp 1. Woche	+ 8,3	÷ 3,3	+ 2,4	+ 0,7	+ 1,1	+ 1,3	÷ 0,9	0,0
" 2. "	+ 11,1	÷ 0,3	+ 4,6	+ 3,0	+ 4,0	+ 1,9	+ 2,1	÷ 4,4
" 3. "	+ 10,3	÷ 0,3	+ 4,5	+ 2,0	+ 3,8	+ 2,5	+ 1,9	÷ 2,3
" 4. "	+ 11,5	÷ 0,7	+ 2,2	+ 6,0	+ 3,0	+ 4,4	+ 1,3	÷ 0,3
Tübingen	+ 6,3	+ 2,3	÷ 2,4	+ 9,2	+ 0,6	+ 4,1		
Tübingen, 1 Monat später	+ 15,2	0,0	+ 5,4	+ 4,3	÷ 1,1	+ 7,6		

gewichte in Prozenten, da die bezüglichen, in Tübingen anfänglich gefundenen Mengen zu 100 gesetzt worden sind, so daß z. B. Moll in der ersten Schatzalwoche anstatt je 100 Körperchen 108,3 Körperchen besaß.

Die Bestimmung des Hämoglobingehalts in dem Volumen des Bluts geht einen etwas anderen Weg. Da das Volumen des Plasmas nachgewiesen unverändert blieb, möchte ich daraus schließen, daß die Größe der Blutkörperchen kleine Veränderungen erlitten hat.

Das Resultat der Versuche war, sagt Bürker, daß das Höhenklima eine entschiedene Wirkung auf das Blut hat, indem unter seinem Einflusse die Erythrocytenzahl und der Hämoglobingehalt in die Höhe geht, und zwar absolut, nicht nur relativ. Das Maß der Blutveränderungen erwies sich aber mit 4 bis 11,5 % Zunahme für die Erythrocytenzahl und mit 7,8 bis 10,7 % Zunahme für den Hämoglobingehalt weder so groß noch so klein, als man bisher angegeben hat. Soweit dieser Ausspruch sich auf die Wirkung des *verminderten Luftdrucks* bezieht, würde ich ihm nur zögernd folgen können. Sowohl die Beobachtungen an Neumann, die keine dauernde Luftdruckwirkung zeigen, wie auch die merkwürdige Hebung des Hämoglobingehalts der Körperchen und zum Teil deren Vermehrung in Tübingen *einen Monat später* machen etwas ängstlich. Bürker bezeichnet letztere Veränderungen als *Nachwirkung*, aber er sagt, daß sie noch einer Erklärung bedürfen.

Die meines Erachtens vortreffliche Untersuchung zeigt sehr deutlich, wie richtig es gewesen ist, neben der Zahl der Körperchen das Verhalten des Hämoglobins zu bestimmen. Außerdem zeigt sie objektiv die erheblichen Verschiedenheiten dieser Organisationen bei den drei Menschen, die vielleicht den Unterschied des Verhaltens der verschiedenen Menschen gegen die Bergkrankheit erklären könnten.

Wege und Ziele der modernen Flußmuschelforschung.

Sammelreferat.

Von Dr. F. Haas, Frankfurt a. M.

Besprochene Literatur:

1. Geyer, D., Die Molluskenfauna des Neckars. Jahreshefte des Vereins für vaterländische Naturkunde in Württemberg. 67. Jahrgang, 1911, S. 354—371, Taf. V—VI.

2. Haas, F., Die geographische Verbreitung der westdeutschen Najaden. Verhandl. des Naturhistorischen Vereins der preussischen Rheinlande und Westfalens. Jahrgang 68, 1911, S. 505—528, Taf. IV—VII.

3. Israel, W., Biologie der europäischen Süßwassermuscheln. Herausgegeben vom Thüringer Lehrerverein für Naturkunde, Sitz Weida. Stuttgart, K. G. Lutz. 93 Seiten, 18 Tafeln, 3 Textfiguren.

4. Zwiesele, H., *Unio pictorum* in der Schweiz. Verlag J. Fink, Kgl. Württ. Hofbuchdruckerei, Stuttgart, 1913. 15 Seiten, 8 Tafeln.

5. Zwiesele, H., Die Muscheln (Najaden) des Vierwaldstättersees. Verlag J. Fink, Kgl. Württ. Hofbuchdruckerei, Stuttgart, 1913. 20 Seiten, 16 Tafeln.

6. Zwiesele, H., Die Najaden von Lungern- und Sarnersee. Verlag J. Fink, Kgl. Württ. Hofbuchdruckerei, Stuttgart, 1913. 8 Seiten, 3 Tafeln.

7. Zwiesele, H., Die Unionen des Genfersees. Verlag J. Fink, Kgl. Württ. Hofbuchdruckerei, Stuttgart, 1913. 8 Seiten, 3 Tafeln.

Als W. Kobelt vor wenigen Jahren berichtete, er könne den Rheinlauf durch die in diesem lebenden Flußmuscheln in mehrere, ganz verschiedenartige Teile zerlegen, von denen einer auf die Donau und ein anderer auf die Mosel hinwies, da erregte diese Nachricht bei den Zoologen, Geographen und Geologen berechtigtes Aufsehen, und sie alle wünschten zu erfahren, welcher Hilfsmittel sich Kobelt bei seinen Untersuchungen bedient hatte. Die Antwort, das Studium der Flußmuscheln allein habe zu den erwähnten Resultaten geführt, befriedigte nicht und rief sogar ein gewisses Mißtrauen hervor, war man doch von jeher gewohnt, die Sippschaft der Flußmuscheln oder Najaden als sehr veränderlich und vielgestaltig, viele und nur sehr schwer unterscheidbare Arten enthaltend, anzusehen und aus diesen Gründen als für zoogeographische Untersuchungen unbrauchbar zu halten. Aber Kobelt und einige seiner Freunde setzten in mehreren weiteren Arbeiten auseinander, daß der Artenreichtum der Najaden nur ein scheinbarer ist, und daß die Menge der aus Deutschland bekannten Arten sich in 3 Gruppen oder Formenkreise zusammenfassen läßt, die auf 3 große Flußsysteme hinweisen, nämlich auf das der Donau, dem einst der ganze Schweizer Rhein angehörte, das des deutschen Rheines mit Maas, Schelde und Themse und schließlich das des norddeutschen Urtalstromes, der während der Eiszeit die Schmelzwasser am Südrande der nordischen Eiskecke und die nördlichen Abflüsse der deutschen Mittelgebirge sammelte und so ein zusammenhängendes Wassernetz von der Weser bis zur Memel bildete. Die erwähnte Literatur, die in einem früheren Sammelreferate (*Geologische Rundschau* Vol. II, 1911, p. 87—90) eingehend referiert worden ist, führte Kobelt neue Anhänger zu, die sich eifrig mit den Flußmuscheln einzelner Gebiete befaßten und die die Resultate ihrer Untersuchungen in den hier zu besprechenden Schriften niederlegten. Außer derartigen Spezialuntersuchungen entstand aber auch ein Buch,

das weit umfassender ist, als sein bescheidener Titel „Biologie der europäischen Süßwassermuscheln“ ahnen läßt und das einem empfindlichen Mangel abzuhelfen berufen ist. Trotzdem nämlich Kobelts Ansicht über den hohen Wert der Flußmuscheln für zoogeographische Forschungen fast allgemein siegreich durchgedrungen war, erhoben sich immer noch einige zweifelnde Stimmen, die sich von den althergebrachten Anschauungen über die Najaden nicht frei machen konnten. Diese Muscheln aus dem Regen und der Eder wollten ihr unterscheiden können, hieß es, wir sehen keinen Unterschied zwischen beiden, wir haben sogar solche aus Schweden in unserer Sammlung, die von ihnen nicht zu trennen sind; und jenen Formen gar, aus der unteren Naab und der Haidnaab, die wir als verschiedene Arten betrachten, denen gebt ihr den gleichen Namen! Solche Einwürfe, wenn sie berechtigt waren, mußten die Kobeltschen Theorien stark gefährden, aber sie waren unberechtigt, wie die neuere, biologische Betrachtungsweise zeigen konnte. Jene Muscheln aus dem Regen, der Eder und aus Schweden, die die Vertreter der alten Schule als die gleiche Art ansahen, waren nur durch Konvergenz ähnlich geworden, sie stellen die gleiche Reaktion verschiedener Grundformen auf die gleichen Lebensbedingungen dar, wie sie kalkarmes, raschströmendes Gebirgswasser gewährleistet; untersucht man die Jugendformen dieser Muscheln aus dem Böhmerwald, der Eder und aus Skandinavien, so wird man sie leicht unterscheiden können. Andererseits müssen die scheinbar zu verschiedenen Arten gehörigen Muscheln aus der unteren Naab und der Haidnaab als eine Form aufgefaßt werden, weil sie die gleiche Grundform besitzen, die sich im kalkreicheren Unterlauf der Naab anders ausbildete, als ihre Schwestern in der kalkarmen Haidnaab; hier sind die Jugendformen die gleichen und beweisen, daß wir es in diesem Falle mit verschiedener Reaktion gleicher Grundformen auf verschiedene Lebensbedingungen zu tun haben! Während man sich also früher dazu verleiten ließ, konvergent ausgebildete Formen als Gleiches, divergent ausgebildete Formen als Verschiedenes anzusehen; entkleidet die moderne Betrachtungsweise, nachdem sie den Einfluß der verschiedensten Lebensbedingungen auf die Muschelschale erkannt hat, die Muscheln der Charaktere, die sie nur der Einwirkung ihrer Umgebung verdanken, und beurteilt einzig und allein die so freigelegte reine Grundform! Erst diese Methode, die die wahren verwandtschaftlichen Beziehungen der einzelnen „Arten“ erkennen ließ, ermöglichte die Verwertung der Flußmuscheln zu zoogeographischen Forschungen. Diese neue Anschauungsweise dem Laien nahe gebracht zu haben, ist das Verdienst von W. Israel (3). Seine „Biologie der europäischen Süßwassermuscheln“ ist das beste Lehrbuch für jeden, der sich mit den Najaden befassen will; sie gibt ihm alle Vorkenntnisse, deren er bei seinem Studium bedarf, denn außer dem biologischen Teile enthält sie noch anatomisch-morphologische und zoogeographische Kapitel. Besser als alle Beschreibungen wird eine Inhaltsangabe zeigen, was Israels Buch dem Leser bietet. Es zerfällt in: a) Allgemeines über die Najaden; b) Bau und Funktionen des Najadenkörpers; c) Die Schale der Najaden; d) Das Lebenselement der Najaden und seine Verseuchung; e) Systematische Übersicht; f) Phylogenetischer Zusammenhang der Najaden der Erde; g) Entwicklung der einzelnen Unterfamilien; h) Die ontogenetische Entwicklung der Flußmuscheln; i) Die ersten Jugendstadien der jungen Muscheln. Die Lebensdauer; k) Zoogeographische Ver-

wertung der Najaden, und l) Nutzen und Schaden der Najaden. Sieht man von der Phylogenie der Flußmuscheln und ihren fossilen Vertretern ab, so wird Israel wohl die Gesamtheit dessen gegeben haben, was man von dem Thema überhaupt sagen kann. Die anatomisch-embryologischen Kapitel hat er aus Lehrbüchern und Spezialwerken (z. B. denen von Ortman) zusammengestellt und die Summe der in diesen enthaltenen wissenschaftlichen Erkenntnisse geschickt auf das gebotene engste Maß zusammengedrängt und in gemeinverständliche Form gebracht. In den Abschnitten über die Biologie der Süßwassermuscheln hat der Verfasser aber seine eigenen Untersuchungsergebnisse niedergelegt, deren Fülle zeigt, wieviel es in unserer so gut durchforschten Heimat noch zu untersuchen gab und noch gibt. Auch im Kapitel über die zoogeographische Verwertung der Najaden sind Erfolge eigener Forschungen enthalten, die Israel in Böhmen ausführte und die den sicheren Beweis dafür erbringen, daß die Moldau einmal nach Süden, der Donau zu, geflossen ist. Obwohl man dem Verfasser nun nicht in allen einzelnen Punkten zustimmen kann, so ist sein Werk, im ganzen genommen, doch eine vorzügliche Leistung, die allgemeine Verbreitung verdient und deren Studium der Najadenforschung sicher viele neue Anhänger gewinnen wird.

Während Israel die Abhängigkeit der Muschelgestalt von der Umgebung mehr allgemein schildert und nur die Gesetzmäßigkeit, die dieser Gestaltsanpassung zugrunde liegt, vorzuführen sucht, erläutert Geyer (1) an einem speziellen Beispiele, wie sehr die Lebensbedingungen auf die Form der Muschelschale einwirken. Im Rahmen einer Aufzählung der im Neckar lebenden Mollusken widmet Geyer, der verdienstvolle Verfasser des ersten Werkes über die Biologie der deutschen Weichtiere¹⁾, den Flußmuscheln eine besonders eingehende Besprechung. Durch genaue biologische Analyse der im Neckar vorhandenen verschiedenen Wohnorte für Muscheln, wie Schleusenkanäle, Buhnen oder der offene Strom, weist er nach, daß die von den genannten Wohnstätten stammenden, untereinander so unähnlichen Muscheln nur durch die besonderen Lebensbedingungen ihres jeweiligen Fundortes ein derart verschiedenes Aussehen gewonnen haben, daß aber dieses Aussehen einen sicheren Schluß auf die Beschaffenheit dieses Fundortes zuläßt, und faßt seine Ergebnisse in die Worte zusammen, daß die Schale der Muschel die Urkunde ihrer Geschichte ist. Geyer legt auf diese Weise ganz einwandfrei klar, daß der von früheren Autoren im Neckar angegebene *Unio consentaneus* (= *U. cytherea*) in Wirklichkeit gar nicht zu dieser auf das Donauebiet beschränkten Art gehört, sondern daß er die Reaktionsform des *Unio batavus* des offenen Neckars in den Buhnen ist, in denen der dünne, feine Schlamm des Untergrundes die Muscheln zur Verlängerung des Hinterendes zwingt, und sie Formen annehmen läßt, die denen von *Unio consentaneus* (= *U. cytherea*) sehr ähnlich, durch alle biologischen Übergänge aber mit dem typischen *Unio batavus* des Neckars verbunden sind. Eine einfache biologische Untersuchung genügt also, um das zoogeographische Rätsel, das den Zoologen durch das vermeintliche Vorkommen der Donaumuschel *Unio consentaneus* (= *U. cytherea*) im

1) D. Geyer, Die Weichtiere Deutschlands. Naturwissenschaftlicher Wegweiser, herausgegeben von Prof. Dr. K. Lampert, Serie A, Band 6. 1909.

Neckar aufgegeben war, in befriedigender Weise zu lösen!

Der Lösung einer anderen Frage hat *Zwiesele* (4—7) vier gründliche Arbeiten gewidmet, der Frage nämlich, wie die Lebensbedingungen in Süßwasserseen die Muschelschale beeinflussen. Seit vielen Jahren durchgeführte, sorgsame Aufsammlungen brachten den Verfasser in den Besitz eines riesigen Muschelmateriales aus den meisten Schweizer Seen, und nur das Studium dieser großen Muschelmengen konnte zu den vortrefflichen Ergebnissen führen, über die *Zwiesele* berichtet. Bis vor ganz kurzer Zeit nämlich waren die Seeformen der Flußmuscheln einer der unklarsten Punkte in der ganzen Weichtierforschung. Nicht genug, daß man aus fast jedem See in der Schweiz und in Bayern eine eigene „Art“ von Flußmuscheln beschrieben hatte, wollten einzelne Forscher sogar mehrere „Arten“ in einem und demselben See gefunden haben! Und immer fast kehrte die Angabe wieder, die Muscheln seien in dem betreffenden See sehr, sehr selten, nur wenige Stücke hätten erbeutet werden können. Hier war der Punkt gegeben, an dem sorgfältige Forschung einsetzen konnte, und *Zwiesele* war es, der diese Forschung ausführte. Im Verlauf vieler Jahre untersuchte er die Schweizer Seen der Reihe nach; er begnügte sich aber nicht damit, die Muschelwelt jedes Sees nur an wenigen Fundorten zu studieren, sondern sammelte und beobachtete längs des gesamten Seeufers! Er erhielt auf diese Weise nicht nur Tausende von Muscheln aus Seen, in denen seine Vorgänger nichts oder fast nichts gefunden hatten, sondern er konnte auch die jeder Seebucht eigentümlichen biologischen Bedingungen und deren Einfluß auf die dort lebenden Muscheln genau feststellen. Bisher hat *Zwiesele* seine Untersuchungsergebnisse vom Sarner, Lungern-, Lowerzer, Aegeri-, Zuger, Vierwaldstätter und Genfer See veröffentlicht (4—7) und an Hand zahlreicher, schöner Tafeln klar bewiesen, daß die aus einem See beschriebenen nahe verwandten „Arten“ in Wirklichkeit nur verschiedene Reaktionsformen einer und derselben Grundform sind, und daß auch die in den einzelnen Schweizer Seen lebenden, mit verschiedenen Namen belegten Seemuscheln sich auf diese gleiche Grundform zurückführen lassen, also nur deren Standortsformen sind. Ein wichtiges biologisches Gesetz ist damit erkannt worden: es ist bewiesen worden, daß die annähernd gleichen biologischen Bedingungen in den verschiedenen Seen aus der gleichen Grundform annähernd gleiche Reaktionsformen machen und daß in jedem einzelnen See, da in seinen verschiedenen Teilen nicht ganz gleiche Lebensbedingungen herrschen, in diesen verschiedenen Seeteilen aus der gemeinsamen Grundform auch nicht ganz gleiche Reaktionsformen entstehen müssen. Außer diesem biologischen Resultat hat *Zwiesele* aber auch ein wichtiges zoogeographisches Ergebnis zu verzeichnen: Die Grundformen, von denen sich die Seeformen der erwähnten, zum Rhein oder zur Rhone abfließenden Seen ableiten, weisen deutlich zur Donau hin und stärken *Kobelts* Ansicht, daß der Schweizer Rhein (der sog. *Hochrhein*) und die oberste Rhone mit dem Genfer See in geologisch junger Zeit dem Donaugebiet angehörten, die Donau demgemäß ein Alpenfluß war.

Rein zoogeographischen Fragen ist die kleine Arbeit von *Haas* (2) gewidmet. Die Flußmuscheln einzelner Teile des Rhein- und Wesergebietes werden in ihr einer eingehenden Untersuchung unterworfen, und es wird festgestellt, daß sich die Zuflüsse der ge-

nannten Ströme in Gruppen mit gleicher Najadenfauna zerlegen lassen. Auffällig ist nun, daß diejenigen Zuflüsse, die die gleichen Lokalformen von Flußmuscheln enthalten, aus geologisch einheitlichem und von dem der benachbarten Zuflüsse verschiedenen Gebiete stammen, daß also ein Zusammenhang zwischen Untergrund, d. h. Lebensbedingung und Formausbildung konstatiert werden kann. Nach den in der Einleitung gegebenen Grundsätzen wären also die von *Haas* genannten Lokalformen lediglich als durch geographische Sonderung konstant gewordene Standortsformen zu betrachten. Konstant müssen diese Standortsformen geworden sein, denn sie bewahren ihre Gestaltseigentümlichkeiten selbst dann noch rein, wenn ihr Gebiet sich auf verschiedene Flußsysteme verteilt hat. So konnte *Haas* in der oberen Lahn bis ungefähr Gießen *Unio batavus tauricus* nachweisen, der in genau gleicher Gestalt in der zum Main abfließenden Nidda lebt, während in der unteren Lahn, von der Dillmündung bei Wetzlar abwärts, nur der *Unio crassus rubens* der Dill vorkommt. Durch diese eigentümliche Verteilung glaubt sich *Haas* berechtigt, einen ehemaligen Zusammenhang der oberen Lahn mit dem Niddagebiet anzunehmen, der in der flachen Senke zwischen Gießen und Butzbach zu suchen wäre; die Dill wäre dann der Oberlauf der unteren Lahn, und das verbindende Lahnstück zwischen Gießen und Wetzlar stammte demnach erst aus der jüngsten Zeit.

Die hiermit beendete Besprechung der eingangs aufgeführten Schriften hat gezeigt, wie viel ein geübtes Auge aus der Flußmuschelschale herauszulesen vermag, hatargetan, daß das Aussehen einer Muschelschale ihren Fundort sowohl in geographischer als in biologischer Hinsicht verraten kann, d. h. in anderen Worten, daß man aus der Form einer Muschel entnehmen kann, aus welchem Flußgebiete oder sogar aus welchem Flusse sie stammt, und ob sie in einem Bach, Fluß oder See gefunden wurde. Das sind ja zweifellos interessante Befunde, aber rechtfertigen dieselben eine so ausgedehnte Literatur und so ausführliche Referate? Nein, die Bedeutung der Flußmuschelforschung liegt auf ganz anderem Gebiete: Alles, was hier von den Najaden berichtet wurde, gilt fast ebenso von allen Süßwassertieren und, in kaum geringerem Grade, auch von den Meeres- und Landtieren! Alle die Gesetze der Anpassung an herrschende Lebensbedingungen, der Bildung von lokalen Unterarten durch geographische Sonderung sind auch für die übrige Tierwelt gültig, nur sind bei ihr die Verhältnisse weniger klar und schwieriger zu studieren, da sie im allgemeinen nicht mit einem so vorzüglich und deutlich auf die Einflüsse der Umwelt reagierenden Organ versehen ist, wie die Muschel mit ihrer Schale. Wie wir gesehen haben, daß zur richtigen Betrachtung die Muschelschale der Eigentümlichkeiten entkleidet werden muß, die sie der Einwirkung der umgebenden Medien verdankt, so gehört zur richtigen Wertung einer jeden Tierform die Abstraktion aller der Charaktere, die sich durch den Einfluß der Umwelt verändern können. Ein sehr großer Teil der beschriebenen Tierarten wird sich, wenn die hier geschilderte Betrachtungsweise angewendet werden wird, als biologische Reaktionsformen von ganz anders aussehenden Grundformen herausstellen, und namentlich bei den Tieren des Süßwassers und des Meeres werden sich zahllose Arten oder sogar Gattungen als auf Standortsformen begründet erweisen. Um das „Tier an sich“ kennen zu lernen, müssen alle die durch den Einfluß der Umgebung bedingten Formveränderungen

von seiner Gestalt abgezogen werden, und diese Fähigkeit zu erlangen, den Blick für diese veränderlichen und systematisch unwichtigen, bisher aber überschätzten Charaktere zu schärfen, dazu ist, wie nichts sonst, die moderne Flußmuschelforschung geeignet.

Das Edaphon als Lebensgemeinschaft bodenbewohnender Mikroorganismen.

In meiner soeben erschienenen Untersuchung: „Das Edaphon“¹⁾, habe ich diesen Terminus gleichsam als Gegenstück zu dem Begriff des Planktons aufgestellt zur Zusammenfassung der als Lebensgemeinschaft erkannten bodenbewohnenden Mikroorganismen, von denen in fast 10 jähriger Arbeit als ständige Bewohner aller Arten von Böden folgende Gruppen festgestellt wurden: Bodenbakterien, Bodenpilze, Algen, Protozoen, Rotatorien, Nematoden, Oligochaeten, Tardigraden.

Neu ist hieran nicht so sehr die Tatsache des Vorkommens von Vertretern der genannten Gruppen, wie vielmehr, daß zwischen ihnen biocoenotische Zusammenhänge bestehen, ferner daß sie regelmäßig in solcher Menge vorhanden sind, daß sie dadurch für die Vorgänge des Stickstoffhaushaltes im Boden, der mechanischen Bodenbearbeitung, der Krümelung, der Durchlüftung, des Kohlensäurehaushaltes, der Humusbildung, damit aber auch für die Fruchtbarkeit und die Selbstreinigung des Bodens von hervorragender Bedeutung sind.

Im besonderen gliedern sich die neu erkannten Tatsachen etwa in folgende Gedankenkreise:

Während bisher mit Ausnahme der Bodenbakterien nur noch einige Arten der Bodenpilze und die Oligochaeten eingehender studiert wurden, ansonst aber nur gelegentliche Angaben über das Vorhandensein verschiedener Bacillariaceen, Rhizopoden, Rotatorien, Nematoden und Tardigraden in „feuchter Erde“ gemacht wurden, die sich eigentlich nur auf die Oberfläche überrieselter Erdstellen und auf die „Moosfauna“ bezogen, ergab sich nun, daß auch (im Sinne der Landwirtschaft) trockene Erde, und zwar sowohl Wald- wie Wiesen- und Gartenboden und die Ackererde bis in die relativ ansehnliche Tiefe von einem Meter überall in solcher Menge von etwa 120 Arten²⁾ der genannten Organismen bewohnt werden, daß die Zahl der Individuen im Durchschnitt

auf	50 000—100 000	pro ccm	guter Ackererde
„	75 000—115 000	„	„ guter Wiesenerde
„	30 000—100 000	„	„ guter Gartenerde
„	100 000—150 000	„	„ guter Walderde (Mull)

berechnet werden konnte, wobei natürlich Großwürmer und Bodenbakterien nicht mitgerechnet sind.

Da die reichsten Vorkommen von Bodenbakterien nach Ramann (1 ccm Mullboden 2 460 000 Individuen) bei deren Kleinheit nur höchstens etwas über zwei Millionen Kubikmikron Plasmasubstanz von lebendiger Wirksamkeit im Kubikzentimeter Erde bedeuten, ergibt sich sofort die besondere Bedeutung des Edaphons,

da dieses den Boden in etwa zehnfachem Quantum mit Leben durchsetzt. Die Überlegenheit besteht aber nicht nur quantitativ, da für eine Reihe edaphischer Organismen (Schizophyceen, Bacillariaceen, Chlorophyceen) nachgewiesen ist, daß sie Stickstoffproduzenten sind, wie denn alle, sowohl die tierischen wie die pflanzlichen Geobionten, schon durch ihr bloßes Dasein den Bodenbakterien das Material zu den von ihnen betätigten Stickstoffumsetzungen bieten. Aber weit wichtiger als diese Beteiligung an dem chemischen Bodenhaushalt, ist die Rolle des Edaphons bei der Verbesserung der physikalischen Bodeneigenschaften. Es war bisher schwer verständlich — die Bodenbakterien konnten gerade daran nicht beteiligt sein —, wieso die feinste Verteilung und Zerlösung der Bodenteilchen erfolgt. Allgemein seit Darwin-Hensen der Regenwürmern zugeschrieben, war es vollkommen unverständlich, woher diese Krümelbildung in regenwurmfreien Böden rührt. Das Edaphon gibt nun den Schlüssel der Erklärung hierfür. Alle edaphischen Organismen zerkleinern die organischen Substanzen im Boden, und es ist sehr kennzeichnend, daß nicht nur die so reichlich vertretenen Nematoden und beschalten Rhizopoden, sondern gerade auch die zwei pflanzlichen Hauptformengruppen des Edaphons: die Bacillariaceen und von den Schizophyceen die Oscillatoriaceen gleichfalls beweglich sind. Die zwei häufigsten Edaphonkieselalgen, nämlich *Hantzschia amphioxys* und *Navicula mutica*, sind sogar die beweglichsten aller mir bekannten Diatomaceen.

Dieses ununterbrochene feinste Durchwühlen des Bodens bedeutet eine ideale Ergänzung der Tätigkeit der Regenwürmer, ja sie ist die notwendige Vorbedingung der Humusbildung und der durch die Bodenbakterien bewirkten Nitrifikations- und Denitrifikationsvorgänge, da, wie E. Wollny zuerst gezeigt hat, die Bodenbakterien ihre Tätigkeit nur dann ausüben können, wenn die verwesenden Substanzen genügend zerkleinert sind.

Ebenso wesentlich sind die Geobionten durch ihre Atmung (das Phytedaphon auch durch seine Assimilation) für die Durchlüftung bzw. die Kohlensäureproduktion, von der bekanntlich Humifikation und Aufschließung des Bodens (Verwitterung) abhängt.

Hat so das Edaphon vornehmlich für die Bodenkunde und die mit ihr verknüpften landwirtschaftlichen Interessen die gleiche Bedeutung wie die Bodenbakteriologie, so sind aber auch Geologie, Hygiene und die Biologie an dem neuen Wissenszweig der Edaphologie nicht wenig interessiert.

Es wurde bereits festgestellt, daß die edaphischen Organismen (vornehmlich Schizophyceen, Bacillariaceen und Rhizopoden) die ersten Verwitterungsvorgänge am nackten Fels einleiten. Desgleichen haben sich auch schon Anhaltspunkte ergeben, daß durch den biocoenotischen Kreislauf des edaphischen Lebens eine Selbstreinigung der Böden nach Fäulnisvorgängen, Infektionen, Verschlämmungen erfolgen muß, die die lebhafteste Aufmerksamkeit des Hygienikers verdient. Im Zoedaphon sind die Rhizopoden zum Teil Algen- und Pilz-, zum überwiegenden Teil Bakterien- und Humuszehrer, desgleichen die Nematoden und Rotatorien, während für die Bacillariaceen und Schizophyceen seit O. Richter, Bouilliac, Schloesing u. a., heterotrophe und mixotrophe Ernährung (also eine Aufnahme von Verwesungsstoffen) bekannt ist. Dieses Zusammenwirken, das bei Vermehrung der Bakterien und der Zersetzungstoffe (wie auch durch Düngungsversuche nachgewiesen wurde), eine Vermehrung des Edaphons nachzieht, rückt

¹⁾ R. H. Francé, Das Edaphon. (Arbeiten aus dem Biolog. Institut München Nr. 2.) München 1913. 80. (Verlag der Deutsch. mikrol. Gesellschaft.) Preis 3,50 M.

²⁾ Diese Zahl wurde durch die seit Veröffentlichung des ersten Berichtes fortgesetzten Untersuchungen im Biolog. Institut München auf etwa 200 Arten gesteigert.

die seinerzeit so viel Aufsehen erregenden Auffassungen *Pettenkofer*s und *Emmerichs* in neue Beleuchtung.

Die Biologie endlich wird aus diesem Nachweis, daß auch ein scheinbar so lebensungünstiges Medium wie die Erdtiefe von einer reichen und eigenartigen Lebewelt besiedelt ist, mannigfache Anregungen empfangen können. Sie wird mit einer großen Zahl neuer Formen bekannt gemacht und erhält vor allem den Anreiz zu neuen Problemstellungen. Besonders fragwürdig wird ihr die Tatsache erscheinen, daß in Tiefen von 2 dm bis 10 dm noch mit Chromatophoren versehene, assimilierende Pflanzen (*Nostoc*, *Oscillatoria*, *Navicula*, *Hantzschia*) leben, was das Problem der „Assimilation im Dunkeln“ neuerdings aufrollt. Auch auf die Ursache der Beweglichkeit von Bacillariaceen und Oscillatoriaceen, auf die Fragen der Gehäuse- und Schalenbildungen bei beschalteten Rhizopoden und Bacillariaceen kann nun Licht fallen, wie denn schließlich sogar für die Beurteilung der Stammesgeschichte dieser Organismen mit der Erkenntnis des Edaphons neue Gesichtspunkte möglich sind. Es ist also sehr wahrscheinlich, daß das Edaphon einmal ähnliche Beachtung finden wird, wie sie seit einem Menschenalter dem Plankton zuteil geworden ist.

R. Francé, München.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Klarstellung

gegenüber Herrn Dr. P. Kammerers Gegenkritik.

Herr Dr. *Kammerer* hat die ausführliche sachliche Begründung (diese Zeitschrift Heft 49, 1913) meines scharfen Urteils in der „Neuen Freien Presse“ vom 28. August 1913 in einer den Fachmann sehr befremdlich anmutenden Weise zu erledigen gesucht (diese Zeitschrift l. c.), wobei die wahrheitsgetreue Darstellung der Tatsachen etwas zu kurz gekommen ist. Hatte Herr Dr. *Kammerer* schon in seiner ersten Fußnote (Heft 43) mich bloß persönlich attackiert, so stellt er in seiner Entgegnung implicite meine wissenschaftlichen Kenntnisse und meine Ehrlichkeit als Kritiker in Frage. Dieser unerwartete Vorgang zwang mich, gegen meine frühere Absicht, zu einer Abwehr. Eine das Vorgehen *Kammerers* kennzeichnende und notgedrungenenmaßen auch die von ihm hereingezogene persönliche Seite berührende Entgegnung fand, gleich einem darin enthaltenen Zitate aus einem soeben von dritter Seite erschienenen wissenschaftlichen Werke, nicht die Billigung der Redaktion. Infolgedessen beschränke ich mich auf wenige kurze Feststellungen und überlasse es getrost dem Leser, sich ein Urteil zu bilden.

1. *Es ist unwahr*, daß *Kammerers* Schilderung der Paramäciumkonjugation mit der von *R. Hertwig* übereinstimmt. Die scheinbare Übereinstimmung erzielt *K.* unter Zitierung von *Hertwig*, aber erst von jenem Punkte an, von welchem an auch seine Beschreibung (nicht ohne Anwendung großer Nachsicht) einigermaßen richtig ist. Der für meinen Entwurf entscheidende und von Grund auf falsche Passus am Beginne wird still übergangen.

2. *Es ist unwahr*, daß die Konjugation von Paramäcium eine Heterogamie ist. In den allermeisten und maßgebendsten Äußerungen kommt die Meinung zum Ausdruck, daß es sich um eine Isogamie handle. Dies erscheint schon aus dem Grunde geboten, weil innerhalb der Konjugation erst recht eine isogame Form (z. B. Paramäcium) und eine heterogame (Car-

chesium) unterschieden werden muß. Der von *K.* für sich zitierte Vorgang bei *Hesse* beruht auf einer von der herrschenden abweichenden Betrachtungsweise und einer hypothetischen Deutung des Prozesses unter Außerachtlassung der zunächst liegenden Rücksichtnahme auf die gleiche oder verschiedene Beschaffenheit der daran beteiligten Zellen.

3. *Es ist unwahr*, daß bei Algen Konjugation vorkommt. Die beiden, auch von *K.* in seinem Buche scharf unterschiedenen Begriffe Konjugation und Kopulation interessieren den Botaniker nicht, da er nur letztere (in zoologischem Sinne) kennt und hierfür unbedenklich beide Bezeichnungen als synonym benutzen kann.

4. *Es ist unwahr*, daß der Befruchtungsvorgang bei *Basidiobolus* „einer der Paramäcium ähnlichsten Fälle“ ist, im Gegenteil, er ist eine geradezu schematische Kopulation.

5. *Es ist unwahr*, daß bei Paramäcium auch Kopulation (Verschmelzung zweier Individuen) vorkommt, wie es *K.* sehr ausführlich schildert, es kann daher noch weniger wahr sein, daß dieser nicht existierende Vorgang die Erholung nach der eingetretenen Depression bewirkt.

Ich mußte diese Berichtigung unter Verzicht auf Ausführlichkeit im Interesse meiner persönlichen Ehre vornehmen, weil die zuversichtliche und selbstbewußte Art, mit der Herr Dr. *Kammerer* meine Einwände zurückweist, zwar nicht bei meinen Fachgenossen, den Zoologen, aber bei einem großen Teil der auf zoologischem Gebiete nicht in entsprechendem Grade heimischen Leser die Täuschung erwecken könnte, als hätte ich leichtfertig und ohne die genügenden Kenntnisse diesen Streit vom Zaune gebrochen.

Wien, den 5. Januar 1914.

Heinrich Joseph.

Erwiderung auf das Vorstehende.

Meiner Erklärung, die Polemik nicht fortsetzen zu wollen, dem entsprechenden, berechtigten Wunsche der Redaktion zufolge und der eigenen kostbaren Zeit zuliebe, verzichte ich auf nochmalige eingehende Darstellung des angefochtenen Gegenstandes, der in solcher Behandlung bei den Lesern nicht gewinnen kann, bezüglich dessen man sich auch auf den Standpunkt stellen könnte, daß eine Verfehlung darin die Qualitäten eines Lehrbuches über Bestimmung und Vererbung des Geschlechts nicht grundlegend zu erschüttern vermöchte. Ich verweise auf das Original und überlasse es meinen übrigen Kritikern (worunter auch Fachzoologen), ob es — unbeschadet der Irrtümer, die es selbstverständlich und leider enthält wie jedes andere — so sehr zu verurteilen ist wie Herr Prof. *Joseph* es jetzt schon zum dritten Male getan hat. Hinsichtlich der obigen Punkte genügt, soweit sie neu sind, die Feststellung, 1. daß das Zitat aus *R. Hertwig* (Biol. Zentralbl. XXXII, S. 44) nicht erst von einem mir genehmen Punkte beginnt, sondern vollständig wiedergibt, was *Hertwig* dort über Konjugation der Infusorien sagt. Das geht am besten aus dem unmittelbar vorausgehenden Einleitungssatze hervor: „Wie bei allen Infusorien ist bei *Didinium* die Befruchtung eine wechselseitige oder gekreuzte.“ Nun folgen die von mir zitierten Sätze: „Nach der Reifung teilt sich der Geschlechtskern in einem jeden Konjuganten in zwei Kerne, einen oberflächlich gelegenen Wanderkern und einen in den inneren Schichten des Protoplasmas gelagerten stationären Kern. Die Wanderkerne werden ausgetauscht und verbinden sich mit den stationären

Kernen des anderen Tieres, womit die Befruchtung vollzogen ist.“ Sie enthalten, worauf es in allererster Linie ankommt, die bejahende Angabe bezüglich Austausch und Verschmelzungsprozeß, wogegen Herr Prof. Joseph schrieb: „Ebensowenig kann, nachdem das Bisherige unrichtig war, auch der von K. geschilderte Verschmelzungsprozeß dem wahren Sachverhalt entsprechen.“ 2. Wenn Hesse den Vorgang als Heterogamie darstellt, so bin ich damit ebenfalls gerechtfertigt. Übrigens entschied ich mich weder für Hetero-, noch für Isogamie, weil ich mich hierzu nicht genügend kompetent fühle; in meinem Buch zog ich nur die eine der beiden möglichen Auffassungen heran, da es dort belanglos, ja verwirrend schien, zwei Meinungen gegeneinander abzuwägen.

Die Ehrlichkeit der Kritik, die Herr Prof. Joseph an mir geübt hat, anzuzweifeln, ist mir nicht eingefallen, sondern einzig deren Gerechtigkeit. Es tut mir leid, daß er eine Äußerung von mir dahin mißverstand.

Wien, den 10. Januar 1914.

Paul Kammerer.

Besprechungen.

Fischer, Julius, Das Problem der Brütung. Eine thermo-biologische Untersuchung. 8°. III, 155 S. Leipzig, Quelle und Meyer, 1913. Preis geh. M. 3,20; geb. M. 3,80.

Die vorliegende kleine Arbeit behandelt einen Gegenstand, der schon oft den Streit der Meinungen hervorgerufen, der aber immer noch nicht endgültig geklärt erscheint. Zwei Ansichten stehen sich gegenüber. Die eine hält eine Brütung, sofern sie von Erfolg begleitet sein soll, nur für möglich, wenn die Eier von einer völlig gleichmäßigen Wärme umgeben werden; die andere tritt dafür ein, daß zwei verschiedene Wärmegrade zur Brütung notwendig sind. Gelegentlich der Patentanmeldung für einen Brutapparat hatte Ingenieur Baumeyer darauf hingewiesen, daß bei der Bebrütung die Temperatur der Eierunterseiten wesentlich niedriger sein muß als die der Eieroberseiten. Der Verfasser ist durch theoretische Betrachtungen zu der gleichen Ansicht gelangt, wobei er besonderen Wert darauf legt, daß nicht nur der Temperaturunterschied, sondern die Wärmeabgabe als Wirkung des Temperaturunterschiedes für die Brütung von wesentlicher Bedeutung ist. Fischer weist aus der Beschaffenheit des Nestes, der Zusammensetzung des Nestbodens, des Standes des Nestes nach, daß das Ei durch den brütenden Vogel oberseits eine höhere Wärme empfängt als unterseits, und daß die Kühlung der unteren Eifläche für den Bruterfolg sich durchaus als notwendig erweist. Der Verfasser behandelt eingehend die verschiedenen Nestformen unter besonderer Berücksichtigung des nur geringe Wärme abgebenden Materials des Nestbodens: die sparrig durchsichtigen Nester, lose Reiser- und Pflanzenstengelnester, Boden-, Baumhöhlen- und Erdlochnester; ferner dann den Einfluß des Neststandortes und der meist den Nestboden füllenden Materialien wie Erde, Fasern, Rispfen, Mulm, Blätter und dgl. mehr.

Sehr zahlreich sind in den einzelnen Abschnitten die der Literatur entnommenen Beobachtungen, welche vom Verfasser als Beweise für die von ihm vertretene Ansicht herangezogen werden. Vielleicht hätte hier eine kleine Einschränkung stattfinden und verschiedene Mitteilungen, die in nidologischer Hinsicht für einzelne Arten nur als abnorme zu bezeichnen sind, ausgeschaltet werden können.

Die Arbeit ist ungemein lesenswert und enthält mannigfach neues physiologisches Material zur Erkenntnis des Brutproblems. H. Schalow, Berlin.

Reichenow, Ant., Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie. 1. Band. Mit einer Karte und 185 Textabbildungen, nach der Natur gezeichnet von G. Krause. Lex. 8°. VIII, 529 S. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 16,60.

In den Jahren 1882 bis 1884 veröffentlichte Anton Reichenow ein zweibändiges Werk, betitelt: Die Vögel der Zoologischen Gärten, ein Leitfaden zum Studium der Ornithologie mit besonderer Berücksichtigung der in Gefangenschaft gehaltenen Vögel. Das vorliegende Werk ist nach seinem ganzen Plan und in der knappen Form der Darstellung als eine Neubearbeitung jenes ersten Buches zu betrachten. Aufgebaut indessen auf breiterer Grundlage und bearbeitet nach unserer heutigen fortgeschrittenen Kenntnis der Naturgeschichte der Vögel darf es als ein vollständiges Handbuch der gesamten Ornithologie bezeichnet werden. Wenn der Verfasser in der Vorrede sagt, daß ein in annähernder Vollständigkeit die gegenwärtig bekannten Vogelarten behandelndes Buch im deutschen Schrifttum fehle und sein Werk bestimmt sei, diese Lücke auszufüllen, so darf dieser Bemerkung ergänzend hinzugefügt werden, daß ein solches Werk auch in keiner anderen ornithologischen Literatur vorhanden ist. Die 27 Bände des Catalogue of the Birds in the British Museum (London 1873—1895) sind ein beschreibender Katalog, aber kein Handbuch der Vogelkunde. Ein solches zu schreiben war niemand berufen als der Verfasser, der in seiner Stellung an dem größten zoologischen Museum Deutschlands mit umfassendem allgemeinen ornithologischen Wissen eine außerordentliche Spezies Kenntnis verbindet.

Der vorliegende erste Band gibt zunächst eine Einführung in die Vogelkunde. Er behandelt die wichtigsten anatomischen Merkmale, alle mit der Biologie in Beziehung stehenden Lebensäußerungen und ferner die geographische Verbreitung der Vögel. Diesem Abschnitt ist eine Karte der vom Verfasser angenommenen 10 zoogeographischen Regionen beigegeben. Reichenow hat in dieser Darstellung die Gesichtspunkte beibehalten, welche er bereits im Jahre 1888 in einer umfassenden Arbeit dargelegt und begründet hatte, Gesichtspunkte, die inzwischen auch allgemeine Annahme gefunden haben. Es folgt dann eine Schilderung des Ursprungs und der Entwicklung der Vögel, der Leitsätze des Systems und der damit in Verbindung stehenden Fragen. Überall finden sich Hinweise auf die betreffende Literatur. Der Einleitung folgt eine Übersicht der Reihen, Ordnungen, Familien, Gattungen und Arten, geordnet nach einem von Reichenow entworfenen logischen System, welches er bereits seit Jahren gegenüber den künstlichen Systemen anderer Forscher vertritt. Die Beschreibungen sind knapp aber treffend, nicht bequeme landläufige Kompilationen, sondern entworfen und nachgeprüft auf Grund des reichen im Berliner Museum befindlichen Materials. Der erste Band bringt in aufsteigender Reihe die Ratiten, Natatoren, Grallatoren, Cutinaren und Ficulatoren. Rund 2600 Arten werden in ihm beschrieben. Besondere Berücksichtigung haben die Vögel Europas wie die der deutschen Kolonien gefunden. Schlüssel und analytische Darstellungen erleichtern das Bestimmen der einzelnen Formen. Charakteristische Abbildungen begleiten den Text.

Der zweite Band, für welchen bereits umfangreiche Vorarbeiten vorliegen, wird hoffentlich bald erscheinen. Er wird die Scansoren, Insessoren, Clamatoren und Oscinen behandeln. Mit Abschluß des Werkes dürften in demselben ca. 6000 Arten aufgeführt und beschrieben sein, eine bedeutende Zahl, wenn man erwägt, daß von den bis jetzt als bekannt angenommenen rund 20 000 Vögeln mindestens 8000 als subspezifische Formen charakterisiert sind, welche sich nicht durch Beschreibungen, sondern nur durch Vergleich von Museumsmaterial bestimmen lassen.

Nach dem Erscheinen des zweiten Bandes des Reichenowschen Werkes wird die Vogelkunde endlich ein Handbuch besitzen, welches den Studierenden eine ausgezeichnete Einführung in die Ornithologie geben und sich den Zoologen als ein bequemes und gern benutztes Nachschlagebuch erweisen wird.

H. Schalow, Berlin.

Kerner, A., Pflanzenleben. 3. Aufl., neubearbeitet von A. Hansen. I. Bd. XII, 495 S., 159 Textabbildungen und 28 Tafeln. Leipzig, Bibliograph. Institut, 1913. Preis geb. M. 14,—.

Das Werk von Kerner hat in seiner Art eine gleich große Bedeutung gewonnen wie *Brehms* Tierleben. Zahlreichen Laien wie Botanikern ist es der erste Anstoß gewesen, sich eingehender mit den Pflanzen und ihren Einrichtungen zu befassen. Es verdankt diese Wirkung der Lebendigkeit der Darstellung, die überall die Persönlichkeit des Verfassers spiegelt. Gegenüber diesem Hauptvorteil traten die Mängel, die aus der gleichen Quelle stammen, zurück. Da sich aber zu ihnen die Wirkung der Zeit gesellte, suchte die Verlagsbuchhandlung dem gänzlichen Veralten durch eine neue Bearbeitung vorzubeugen. Wie weit das gelungen ist, wird man erst nach dem Erscheinen des ganzen Werkes übersehen können, von dem der erste der drei Bände vorliegt.

Er enthält „den Bau und die lebendigen Eigenschaften (!) der Pflanzen“ mit dem Untertitel „Zellenlehre und Biologie der Ernährung“. Diese recht unglücklichen Bezeichnungen sollen andeuten, daß es sich um die Ökologie des inneren Baues, der physikalischen und chemischen Physiologie handelt. Nach einer Einleitung wird „Das Lebendige in der Pflanze“, „Die Aufnahme der Nahrung durch die Pflanzen“, „Die Stärkesynthese (!) aus der aufgenommenen anorganischen Nahrung“ besprochen, dann „Die Pflanze und das Wasser“, „Stoffwechsel und Stoffwanderung“, „Die Ernährung unter Benutzung organischer Substanzen“, „Die Ernährungsbeziehungen“ und „Die allgemeinen Bedingungen des Pflanzenlebens“.

Die Änderungen bestehen in Umstellung einiger Kapitel, Neubearbeitung gewisser Teile, wie Wasserleitung, Erfrieren, Gärungen u. a. und Durchsicht des Ganzen zwecks Ausmerzung veralteter Anschauungen. Sie sind im ganzen nicht sehr groß. An manchen Stellen wäre eine erheblichere Änderung wohl am Platze gewesen, so bei den Ameisenpflanzen, bei der Mikrobiologie, den Kohäsionsbewegungen, den Enzymen usw.

Für die Wiederaufnahme der schönen Bilder wird man dem Bearbeiter Dank wissen. Doch hätte dieses Verfahren nicht auf die anatomischen Zeichnungen ausgedehnt werden sollen, wie überhaupt die mikroskopische Forschung etwas zu kurz kommt. Ungenauigkeiten sind wohl nie ganz zu vermeiden. Sie sind freilich etwas zahlreicher als nötig. Trotzdem wird das Werk hoffentlich auch in dieser neuen Form seine

alte Werbekraft entfalten. Da es seit der ersten Auflage eine ganze Reihe Mitbewerber erhalten hat, wird der durch den größeren Umfang bedingte Preis wohl etwas hemmend wirken. Dem nach Anregung zu eigener Beobachtung suchenden Anfänger kann man aber auch heute nichts Besseres in die Hand geben.

Ernst G. Pringsheim, Halle.

Lindau, Gustav, Die Flechten. (Kryptogamenflora für Anfänger, Bd. III.) VII, 36 u. 250 S. u. 306 Textabb. 8°. Berlin, J. Springer, 1913. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 8,80.

Dieser neue Band der Lindauschen Kryptogamenflora entsprach einem besonderen Bedürfnis. Das Gebiet der Flechten ist seit alten Zeiten botanischer Forschung vielfach mit Erfolg gerade von Laien betreten worden, auch heute noch ziehen die wunderliche Gestalt und die interessanten augenfälligen Verhältnisse in Verbreitung und Biologie die Aufmerksamkeit auch der Botanik ferner Stehender auf diese Organismen. Für alle diese ist ein mäßig umfangreiches Handbuch der Flechtensystematik nötiges Handwerkszeug. Fragt man aber den Botaniker, so ist auch dieser nicht im Besitz eines bequemen Nachschlagebuches für die verbreitetsten Formen der Flechten. Jahre werden uns noch vergehen, ehe die Rabenhorstsche Kryptogamenflora oder die Kryptogamenflora der Mark Brandenburg einen Band Flechten herausbringen werden. Vor diesem und später insbesondere für den Anfänger, Lehrer, Studenten oder Laien, wird der obige Band seinen Platz haben.

Lindau hat übrigens gerade in diesem Bande der Kryptogamenflora für Anfänger, in offener Erkenntnis der vorhandenen Lücke der Literatur, weit mehr als die allerhäufigsten Formen aufgenommen. Nun ist bei vielen Gattungen, ich nenne nur die Cladonien, durch die moderne Systematik die Zahl der Formen ins Uferlose angeschwollen. Da die Verbreitung und relative Häufigkeit der neuen Formen noch oft der Bearbeitung harren, so war es für den Autor hier wohl schwer, die Auswahl zu treffen. Sollte weitere Kenntnis sie zu bemängeln finden, darf man ihm für den gegenwärtigen Stand keinen Vorwurf machen. Die Absicht Lindaus war, die Flechtenflora von der deutschen Meeresküste im Norden bis zu den Südalpen zu geben, doch nur unter teilweiser Berücksichtigung der West- und Ostalpen, da dort umfassendere Arbeiten fehlen. Bei den meisten Arten ist in dem Buche das örtliche Vorkommen ziemlich genau angegeben, insbesondere ist auch die Unterlage verzeichnet. Die Diagnosen sind deutsch und für jeden mit den einfachsten allgemeinen Kenntnissen vom Flechtenthallus Ausgestatteten verständlich abgefaßt. Natürlich gehen sie (was Laien bisweilen noch wundert, aber für die Bestimmung unumgänglich ist) in jedem Fall vielfach auf mikroskopische Befunde zurück, berücksichtigen außerdem, wie heute allgemein üblich, die chemischen Reaktionen sowie die auf die Früchte und Sporen bezüglichen mikroskopischen Messungen.

Ein allgemeiner Teil von 25 Seiten führt in den Bau und das Leben der Flechten ein. Wesentlich sind dabei die Angaben über Standorte und Sammelweise, auch die nötigen Utensilien und Aufbewahrung der Objekte. Ein Verzeichnis von Literatur schließt den Teil ab.

Die Angaben des Textes werden durch zu ganzen Seiten vereinigte Textabbildungen unterstützt. Lindau hat sich bemüht, von den üblichen stark schematischen

Abbildungen sich frei zu machen. Das verdient volle Anerkennung. Aber vielleicht hätte man doch hierin noch mehr erreichen können. Soweit sie mikroskopische Einzelheiten geben, sind ja ganz oder halb-schematische Zeichnungen wohl annehmbar, für habituelle Dinge indessen wäre es doch ratsamer, wie es Spezialabhandlungen der Flechtensystematik, und z. B. ausländische Flechtenfloren längst tun, auf die Photographie zurückzugreifen. Für größere Individuen kann diese allein alle Feinheit wiedergeben, wie es das Auge des technischen Zeichners weder sieht noch wiedergeben kann, bei dem bloßen Auge keine Details bietender Kleinheit des Objektes kann sogar noch mehr nur die Photographie den allgemeinen Eindruck wiedergeben, den der Zeichner höchstens schematisch zu reproduzieren versucht. Auch die Vereinigung der kleinen Bildchen zu gedrängten Seiten ist nicht geeignet, sie würden isoliert immer noch besser wirken.

Diese geringfügigen Ausstellungen können dem Buche indes keinen Abbruch tun. Es ist so eminent nötig und nützlich, daß sich für weite Kreise, die an der Lichenologie Anteil haben, seine Benutzung von selbst verstehen wird. Überall wird es der lichenologischen Forschung als Handwerkszeug förderlich sein.

F. Tobler, Münster i. W.

Fruwirth, C., Die Pflanzen der Feldwirtschaft. 8^o. VIII, 166 S., 4 farbige, 3 schwarze Tafeln u. 85 Textabbildungen. Stuttgart, Franck'sche Verlagshandlung, 1913. Preis geh. M. 3,30, geb. M. 3,80.

Das Buch ist der separat käufliche Teil II eines großen Werkes, betitelt: Die Pflanze und der Mensch. Der bekannte landwirtschaftliche Züchter *Fruwirth* gibt eine Übersicht über die im Feldbau Mitteleuropas vorkommenden wichtigeren Pflanzen. Diese werden in 5 Gruppen abgehandelt: Getreide, Hülsenfrüchte, Hackfrüchte, Handelspflanzen (Gespinstpflanzen, Tabak usw.) und Futterpflanzen. Diese Pflanzen werden beschrieben in Wort und Bild, es wird ihrer Anbauart, Sorten, Krankheiten und Bewertung Erwähnung getan. Eine interessante Einleitung (18 S.) behandelt Ursprung und Wanderung landwirtschaftlicher Kulturpflanzen und greift etwas weiter hinaus als der beschreibende Hauptteil, der (eigentlich nicht im Einklang mit dem Buchtitel) die außereuropäische Feldwirtschaft ausschließt. Ein kürzerer Abschnitt (20 S.) gibt dazu eine Übersicht über Theorie und Praxis der modernen Pflanzenzüchtung, ein weiterer verzeichnet die Grundzüge der sich an die Feldpflanzen knüpfenden wirtschaftlichen Verhältnisse (Produktion, Verbrauch, Handel), ein Schlußteil endlich die Geschichte der landwirtschaftlichen Technik. Das Buch ist allgemein verständlich und flüssig geschrieben und durch reichliche Abbildungen gut illustriert.

F. Tobler, Münster i. W.

Bauer, H., Der heutige Stand der Synthese von Pflanzenalkaloiden. Bd. 51 der Sammlung „Die Wissenschaft“, VIII, 144 S. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1913. Preis geh. M. 4,50, geb. M. 5,20.

Dem in der gleichen Sammlung erschienenen Bande „Synthetisch-organische Chemie der Neuzeit“, welche Prof. Dr. J. Schmidt (Stuttgart) 1908 bearbeitet hat, reiht der Verfasser, ein Schüler J. Schmidts, die Darstellung eines der glänzendsten Spezialgebiete der organischen Synthese in dem vorliegenden, durch schmucklose und klare Sprache ausgezeichneten Buche an.

Im ganzen hält sich *Bauer* wohl an die trefflichen Vorbilder, die sein Lehrer in den Werken „Über die

Erforschung der Konstitution und die Versuche zur Synthese wichtiger Pflanzenalkaloide“, Stuttgart 1900, ferner in den Jahresberichten über Alkaloidchemie, zuletzt in Bd. V des Biochemischen Handlexikons von *Abderhalden* gegeben hat. Allein es war die schwierige Aufgabe zu lösen, auf engem Raume dieses immense Forschungsgebiet in einer auch für Nichtspezialisten leicht verständlichen Form zu geben. Dabei faßt der Verfasser den Alkaloidbegriff mit *Schmidt* sehr weit, indem er nicht nur die Purinbasen, sondern auch die Betaine und Alkylaminbasen teilweise mitberücksichtigt. Nach einer sehr guten Einleitung über Geschichte, Physiologie, Eigenschaften und Reaktionen der Alkaloide legt Verfasser die allgemeinen Prinzipien der Konstitutionsbestimmung dar sowie die Stammgruppen, von denen sich die natürlich vorkommenden Alkaloide herleiten. Wir begleiten nun den Verfasser auf dem Wege über *Ladenburgs* Synthese des Coniins (1886), die Piperinsynthese, die Synthese der Arcabasen, des Nicotins, zu den bewundernswerten Arbeiten *Willstätters* über die Basen der Atropin- und Cocaingruppe, sodann zu der von *Goldschmiedts* schöner Arbeit über das Papaverin ausgehenden Erforschung der Isochinolinalkaloide, welche in der neuesten Zeit in der Synthese des Narcotins und des Hydrastinins gipfelte. Im Anhang begegnen wir dem Stachydrin, der Gruppe des Coffeins, an welche sich die denkwürdigen Arbeiten *E. Fischers* knüpfen, schließlich den Oxyphenyl-Alkylaminbasen, zu denen das Hordenin aus Gerste und die Aminbase des Mutterkorns gehört. Sodann wird der Übergang der Alkaloide ineinander besprochen, und schließlich werden jene Alkaloide berührt, von denen nur Spaltungsprodukte synthetisch hergestellt worden sind, wie die Chinin- und Morphinbasen.

Ein Anstand läßt sich in keiner Hinsicht erheben. Das Buch verdient als gewissenhafte Arbeit warme Empfehlung.

Friedr. Czapek, Prag.

Hirt, Walter, Das Leben der anorganischen Welt. München, E. Reinhardt, 1914. VI, 150 S. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 4,—.

Es ist oft darüber gestritten worden, ob Dilettantenarbeit der Wissenschaft nütze oder nicht. Die Entscheidung der Frage ist, wie so viele Fragen, wesentlich Sache der Definition: Nennt man einen Dilettanten einen Menschen, der nichts von einer Sache versteht und sich doch für kompetent hält über sie zu sprechen oder zu schreiben, so kann man die These erfolgreich verfechten, daß die Arbeit solcher Dilettanten nutzlos, ja eher schädlich für die Förderung der Erkenntnis sei. Bezeichnet man aber als Dilettanten einen Menschen, der nicht auf dem üblichen Wege und durch die Zunft geweiht in ein Gebiet eingedrungen ist, der infolgedessen nicht durch Schulmeinungen beschwert war und aus eigener Kraft einen Überblick und tiefen Einblick in sein Gebiet gewann, ausgestattet mit dem sicheren Sinn für das Wesentliche, so ist es klar, daß gerade die größten Fortschritte sich an die Namen solcher „Dilettanten“ knüpfen, ja daß jedes neue Wissensgebiet durch „Dilettanten“ erschlossen werden muß, da es eben auf neuen Gebieten noch keine Fachmänner gibt.

Das Buch, das Dr. med. W. *Hirt* uns zum Weihnachtsfest beschert hat, bezeichnet er selbst als eine Dilettantenarbeit und sieht ihren Wert ganz bescheiden „in der Aufstellung großer allgemeiner Gesichtspunkte“.

Dem Referenten ist es leider nicht gelungen, diese herauszufinden. Das Buch nennt sich „das Leben der anorganischen Welt“ und sucht den Nachweis zu erbringen, daß auch die anorganische Welt „lebt“.

Einer so paradoxen Behauptung gegenüber muß man natürlich zuerst prüfen, was denn der Verfasser als „Leben“ bezeichnet. In dem Kapitel, das von der Definition des Lebens handelt, wird zwar mit viel Emphase verkündet, daß keine der üblichen Definitionen für „Leben“ hinreichend sei, aber wodurch der Zustand des Lebens denn nun wirklich gekennzeichnet werden könne, verrät *Hirt* leider nicht; wohl aber erfahren wir staunend, daß die Knochensubstanz, das Zahnbein, Horn, Haarsubstanz (also die „geformten Sekrete“) und ebenso das Holz „leben“, und zwar, wie der Verfasser besonders betont, ohne Eiweiß zu erhalten, wobei leider übersehen ist, daß Horn und Haare fast ganz aus Eiweißkörpern bestehen.

Da das Zahnbein „lebt“, so leben — so verrät uns *Hirt* weiter — auch die Stoßzähne des Elefanten, ja auch die des Mammuth, die ausgegraben werden und deren Alter sich nach Zehntausenden von Jahren berechnet. Für diese nimmt der Verfasser (warum eigentlich?) allerdings nur an, daß sie sich im Zustande der Nekrobiose befinden, betont aber besonders, daß sie ca. 50 000 Jahre nach dem Tode des Tieres, das sie getragen hat, noch leben!

Wie schon aus diesen Proben zu ersehen ist, handelt es sich einfach um eine Spielerei mit Definitionen bzw. um die Unfähigkeit des Verfassers, etwas scharf zu definieren, denn wenn man keine Begriffsbestimmung für das gibt, was „Leben“ genannt werden soll, so kann man natürlich alles als „lebend“ bezeichnen, und dahin kommt *Hirt* in der Tat. Mit dem sicheren Takt für das Nebensächliche sucht er für alle Grundphänomene des Lebens: Atmung, Ernährung und Stoffwechsel, Fortpflanzung usw., angebliche Analogien, ja weitgehende Übereinstimmungen in der anorganischen Natur.

Aus der Fülle des Abstrusen, das in dem Buche angehäuft ist, Beispiele zu geben, dazu wäre der Raum in den „Naturwissenschaften“ zu schade. Es handelt sich wirklich um eine Dilettantenarbeit, und zwar um eine solche minderwertigster Art, denn es fehlt dem Verfasser die Fähigkeit der Kritik, d. h. die Fähigkeit zu „scheiden“, nämlich das Wesentliche vom Gleichgültigen, das Charakteristische von Äußerlichen.

A. Pütter, Bonn.

Fortschritte der Naturwissenschaftlichen Forschung, herausgegeben von *Emil Abderhalden*. Bd. 9. III, 280 S. u. 102 Abbild. Wien, Urban & Schwarzenberg, 1913. Preis geh. M. 15,—, geb. M. 17,—.

Der vorliegende neunte Band dieser inhaltsreichen Sammlung bringt vier zusammenfassende Darstellungen. *W. Kalbfäß* behandelt die *Thermik der Seen* als dritten Teil seiner Übersicht über den gegenwärtigen Stand der Seenforschung.

Der Wohnungs- und Gehäusebau der Süßwasserinsekten hat in *Wesenberg-Lund* einen berufenen Darsteller gefunden.

Die Bedeutung der Thymusdrüse für den Organismus, ein Kapitel aus der Lehre von der inneren Sekretion, das zurzeit auf allgemeines Interesse rechnen kann, wird von *Arno Ed. Lampé* behandelt, der durch eigene Forschungen mit dem Gebiet vertraut ist. Anatomie, Phylo- und Ontogenie des Organs, Physiologie und Pathologie sowie Klinik und Therapie werden in großen Zügen abgehandelt. Eine ausführliche Literaturüber-

sicht ebnet die Wege zu weiterem Eindringen in dieses wichtige Gebiet.

Die interessante Arbeit von *Robert Stigler* über „Die Taucherei“ stellt im wesentlichen eine Originaluntersuchung über die physikalischen und physiologischen Bedingungen der Atmung und des Kreislaufs beim Tauchen dar. Versuchsprotokolle über Untersuchungen an Tieren, Menschen und Leichen belegen die Anschauungen des Verfassers; die „Druckdifferenzkrankheit“, wie der Verfasser die pathologischen Zustände nennt, die sich beim Tauchen entwickeln können, wird an der Hand von Krankengeschichten geschildert. Es erscheint nur fraglich, ob eine solche Untersuchung nicht besser in einer Fachzeitschrift ihren Platz gefunden hätte als in einer Sammlung, die die Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung bringt, also doch nicht Einzeluntersuchungen mit dem unvermeidlichen Material der Versuchsprotokolle, sondern Verarbeitung der Einzelerfahrungen in zusammenfassenden Darstellungen.

A. Pütter, Bonn.

Ach, Narziss, Über die Erkenntnis a priori, insbesondere in der Arithmetik. I. Teil. (Aus Untersuchungen zur Psychologie und Philosophie Bd. II, Heft 2.) V, 70 S. Leipzig, Quelle u. Meyer, 1913. Preis M. 2,25.

Seit *Kants* „Kritik der reinen Vernunft“ und die „Prolegomena zu jeder künftigen Metaphysik“ erschienen sind, haben viele philosophische Autoren sich mit den Fragen beschäftigt, welche der Philosophie von der Mathematik gestellt werden, und der Mathematiker oder Naturforscher, der über die erkenntnistheoretischen Grundlagen seiner Wissenschaft nachdenken will, kann in der ausgebreiteten philosophischen Literatur manche anregende Gedankengänge auch aus nachkantischer Zeit finden. Was die vorliegende Abhandlung des bekannten Königsberger Psychologen betrifft, so wird der mathematisch-philosophisch interessierte Leser sich noch etwas gedulden müssen, bis der zugehörige zweite Teil erscheint. Erst in diesem zweiten Teile sollen die Axiome der Arithmetik vom philosophischen Standpunkt aus untersucht werden, mit dem Ziele, „eine Begründung der objektiven Geltung der arithmetischen Disziplin zu vollziehen“. Der vorliegende erste Teil enthält im wesentlichen lediglich rein logisch-erkenntnistheoretische Betrachtungen, deren Besprechung nur im Zusammenhange mit den noch ausstehenden Untersuchungen des zweiten Teiles in den Rahmen dieser Zeitschrift gehören würde.

R. Courant, Göttingen.

Voß, A., Über das Wesen der Mathematik. 2. Auflage. IV, 123 S. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. Preis M. 4,—.

Es ist eine schwere Aufgabe, in einer öffentlichen Rede einem größeren Publikum das Wesen der mathematischen Wissenschaften näher zu bringen. Aus einer solchen Rede ist das vorliegende Büchlein des bekannten Münchener Mathematikers *Voß* hervorgegangen. Es enthält neben dem erweiterten Text dieser Rede eine Fülle von Anmerkungen, die fortlaufend Literaturnachweise liefern, allgemeine Bemerkungen des Textes ins einzelne verfolgen, Auseinandersetzungen mit anderen Standpunkten geben, usw., so daß dem Leser auf die mannigfachste Weise Gelegenheit gegeben ist, den Anregungen des Buches durch tiefer eindringende Studien nachzugehen.

Nach dem Titel der Schrift könnte man vielleicht erwarten, eine mehr philosophische Betrachtung über

die erkenntnistheoretischen Probleme zu finden, die aus der Frage nach dem Wesen der Mathematik entspringen. Das ist jedoch nicht der Fall. Vielmehr sucht der Verfasser sein Ziel zu erreichen, indem er den Inhalt der Mathematik betrachtet, das Gesamtgebiet der mathematischen Wissenschaft durchmustert und die charakteristischen Hauptgedanken, welche die Mathematik beherrschen, in möglichst allgemein verständlicher Weise darzustellen sucht. Diese Darstellung ist in der Hauptsache in ein historisches Gewand gekleidet, was um so mehr berechtigt erscheint, als ja die historische und die systematische Entwicklung in der Mathematik eng miteinander verknüpft sind. In diesen historisch-systematischen Darlegungen liegt der Schwerpunkt des Buches; die philosophischen Gesichtspunkte treten — wenn sie auch nicht ganz fehlen — demgegenüber zurück.

Nun zum Inhalt der Schrift im einzelnen! Ein kurzer einleitender Abschnitt gibt uns eine Übersicht über die Entwicklung der Mathematik bis ins 18. Jahrhundert. Im Fluge durchleiten wir die Zeit der alten indischen und griechischen Mathematik, machen auch bei der Mathematik des Mittelalters nicht Halt und verweilen erst an der Schwelle der neueren Zeit, bei der Entstehung der analytischen Geometrie und dem Beginn der hieran sich anschließenden Entwicklung der Infinitesimalrechnung. In lebendiger Weise wird uns geschildert, wie die Aufgaben der Geometrie und der Bewegungslehre zu den Begriffen des Differentialquotienten und des Integrales führten, wie diese neuen Ideen von *Newton* und *Leibniz* rasch zu den wichtigsten Instrumenten wurden, die nicht nur alte Probleme mit Leichtigkeit zu lösen gestatteten, sondern im Siegeslaufe ungeahnt große neue Provinzen zu dem Reiche der Mathematik hinzueroberten. — Nach dieser einleitenden Skizze wird nun der eigentliche Gegenstand des Buches in Angriff genommen. Unter Verzicht auf eine allgemeine Formulierung dessen, was das Wesen der Mathematik ausmacht, wendet sich der Verfasser zu der Durchmusterung des Inhalts der Mathematik.

Zu diesem Zwecke teilt er das Gesamtgebiet ein in das Gebiet der reinen und das der angewandten Mathematik. Während er unter reiner Mathematik die „Wissenschaft von den Zahlen“ im allgemeinsten Sinne versteht, rechnet er zur angewandten Mathematik die Geometrie und Mechanik, eine Auffassung, die zu Bedenken Anlaß geben könnte, auch sofern sie nur die Terminologie betrifft. Der erste Teil der nachfolgenden Betrachtung ist der reinen Mathematik als der Lehre von den Zahlen gewidmet. Wir hören, wie die Mathematik des 19. Jahrhunderts mehr und mehr den Standpunkt der „Arithmetisierung“ annahm und so das Gebäude, das die rasche vorangehende Entwicklung teilweise recht unkritisch aufgerichtet hatte, streng begründete und mit festen Fundamenten versah. Wir sehen die historisch-systematische Entwicklung des Begriffes der Zahl an uns vorbeiziehen, von den positiven ganzen Zahlen zu den komplexen Zahlen und den hyperkomplexen Zahlen einerseits, der modernen Theorie der Irrationalzahlen andererseits. Wir hören von dem für die moderne Mathematik entscheidenden Grenzbegriff und werden in kurzen Streifzügen zu manchen Hauptgesichtspunkten der verschiedensten mathematischen Disziplinen hingeführt; die Theorie der analytischen Funktionen einer komplexen Variablen, die Theorie der Differentialgleichungen, der Integralgleichungen, die Mengenlehre, die feinen und scharfsinnigen modernen Untersuchungen über den Integralbegriff werden in buntem Wechsel besprochen und

zwar in einer Weise, daß auch der etwas ferner Stehende imstande sein dürfte, wenn auch nicht alles, so doch manches zu verstehen.

In ähnlicher Weise wird sodann das Gebiet der „angewandten Mathematik“ behandelt. In der Betrachtung der Geometrie nimmt naturgemäß die Erörterung der Nicht-Euklidischen Geometrie und ihres Verhältnisses zur Euklidischen den meisten Raum ein. Man darf wohl sagen, daß die Auffassungen, die der Autor hier über die philosophische Seite der Fragen entwickelt, in manchen Punkten noch nicht die letzten hier liegenden Schwierigkeiten lösen, wenn sie auch der heute unter der Mehrzahl der Mathematiker verbreiteten Anschauung entsprechen. Im Anschluß an die Nicht-Euklidische Geometrie werden die Grundgedanken der modernen Axiomatik dargelegt.

Was die Mechanik, den anderen Bestandteil der „angewandten Mathematik“ betrifft, so wird von ihr vor allem in diesem Zusammenhange ihre neueste Phase betrachtet, die Relativitätsmechanik, deren Grundgedanke in anschaulicher Weise entwickelt wird.

Den Schluß des Büchleins bilden einige allgemeine Reflexionen über die mathematische Erkenntnis und einige Bemerkungen über den mathematischen Schulunterricht. —

Die Aufgabe, das Wesen der Mathematik auf engem Raume so zu schildern, daß auch ein Außenstehender ein klares Bild von dem Leben in dieser Wissenschaft erhält, ist so schwierig, daß man Allgemeinverständlichkeit von einem derartigen Versuche nicht erwarten darf. Demgemäß dürfte wohl auch das vorliegende Buch für die Belehrung eines Lesers nicht geeignet sein, der nicht schon ein gewisses Maß von Verständnis und Wissen mitbringt. — Um alle Feinheiten der Ausführungen des Verfassers zu verstehen, bedarf es sogar nicht unbeträchtlicher mathematischer Kenntnisse. — Der Naturforscher oder Ingenieur jedoch, der nicht die Möglichkeit hat, das ganze Gebäude der Mathematik gründlich kennen zu lernen, wird aus dem Voßschen Büchlein eine Vorstellung davon gewinnen können, was für Gedanken in der Mathematik treibend waren und es heute noch sind. Aber auch für Mathematiker kann, besonders, wenn sie den in den Anmerkungen gewiesenen Wegen nachgehen, das kleine Buch eine Quelle mancher Anregung sein.

R. Courant, Göttingen.

Martens, F. F., Physikalische Grundlagen der Elektrotechnik. I. Band, Eigenschaften des magnetischen und des elektrischen Feldes. (Bd. 46 der Sammlung „Die Wissenschaft.“) 8°. XIII, 245 S. und 253 Abbildungen. Braunschweig, Fr. Vieweg und Sohn, 1913. Preis geh. M. 7,20, geb. M. 8,—.

So verschieden die Wege von Wissenschaft und Technik sind, so verschieden ist auch die Veranlagung zu beiden in ihren Jüngern ausgebildet. Der werdende Techniker unterscheidet oft bereits während seines Studiums mit feinem Gefühl Dinge von praktischer Wichtigkeit und solche von rein wissenschaftlichem Interesse, und fast stets hat er eine Vorliebe für praktische Anwendung und die Neigung, das rein wissenschaftliche hintanzusetzen. Die Entwicklung der Elektrotechnik hat aber stets gezeigt, daß gerade die Annäherung an die Wissenschaft zu neuen technischen Erfolgen führt. Man braucht nur z. B. an die bei der Hochspannungstechnik auftretenden Störungen und ihre Beseitigung, an die Entwicklung der Ferntelefonie, an die Quecksilberdampfgleichrichter oder auch an die der breiten Öffentlichkeit ins Auge fallende neueste Errungenschaft der Glühlampentechnik, die

Spiraldrahlampe mit Stickstofffüllung zu denken, um zu erkennen, wie die konsequente wissenschaftliche Anwendung physikalischer Prinzipien zum Fortschritt führt.

Die gründliche wissenschaftliche Durchbildung, die Befreundung des Elektrotechnikers mit der wissenschaftlichen Elektrizitätslehre ist daher ein wichtiges Problem des Hochschulunterrichtes. Man wird nicht fehl gehen, wenn man von den anregend geschriebenen „Physikalischen Grundlagen der Elektrotechnik“ einen Erfolg nach dieser Richtung erwartet. Der Studierende, bei dem man eine gewisse qualitative Kenntnis der Experimentalphysik voraussetzen kann, wird hier — immer im Anschluß an die Wirklichkeit des Experimentes — mit der scharfen Formulierung der Begriffe und Gesetze vertraut gemacht und findet dabei Unterstützung durch zahlreiche Abbildungen, die meist in sorgfältig ausgewählten instruktiven schematischen Zeichnungen bestehen. Höhere mathematische Vorkenntnisse sind entbehrlich.

Bei dem experimentellen Fundament kommen Demonstrationsversuche, Messungen und Übungsaufgaben zu gleichem Recht. Besondere Hervorhebung verdient hier die schöne neue Methode zur Bestimmung des Leitvermögens von Elektrolyten mit Hertzschen Schwingungen, die in Art. 86 kurz angegeben ist.

Eine Darstellung der gesamten Elektrizitätslehre, wie man sie in vorzüglicher elementarer Darstellung z. B. in dem umfangreicheren „Lehrbuch der Elektrizität und des Magnetismus“ von *Mie* findet, gibt das Martenssche Buch nicht. Es beschränkt sich vielmehr auf das für den Elektrotechniker unbedingt Erforderliche. So ist z. B. die Elektrolyse, aber nicht die elektrische Strömung in Gasen behandelt, obwohl auch diese für die Elektrotechnik keineswegs ohne Bedeutung ist. Wer sich dagegen über die Prinzipien orientieren will, nach denen die Wirkungsweise elektrischer Maschinen sich vollzieht, findet in dem Buche einen geeigneten Wegweiser. *H. Dießelhorst, Braunschweig.*

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer kleiner Planet ist am 6. Januar auf der Nizzaer Sternwarte von dem Astronomen *Lagula* auf photographischem Wege entdeckt worden als Sternchen der 13. Größenklasse. Der neue Planetoid stand in Rektaszension bei 8^h 28^m und in Deklination 19° 13' nördlich vom Himmelsäquator; seine tägliche Bewegung in Rektaszension betrug — 13' und in Deklination zeigte derselbe keine Koordinatenänderung. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß vom Kgl. *Astronomischen Recheninstitut in Berlin-Dahlem* jetzt besondere Planetenzirkulare herausgegeben werden, die alle notwendigen Angaben über Neuentdeckungen, Bahnelemente, Ephemeriden und sonstige für die Planetoiden wichtige Daten enthalten. Auch das *Planetarium in Frankfurt a. M.*, das mit der Sternwarte des dortigen Physikalischen Vereins in Verbindung steht, beschäftigt sich mit besonderen Untersuchungen über die nunmehr fast 750 an Zahl betragenden Planetoiden. In Nr. 4704 der *Astronomischen Nachrichten* befindet sich z. B. eine Mitteilung aus jenem Planetarium von Dr. *B. Alberts*, die sich auf den Planetoiden 699 (*Hela*) bezieht und dessen stark exzentrische Bahnbewegung einer besonders interessanten Untersuchung unterwirft. Da die bisher vorhandenen Beobachtungen des Planetoiden *Hela* aber, wie sich aus den Bahnberechnungen ergab, nicht zur sicheren Herleitung dieser stark exzentrischen Planetenbahn aus-

reichen, ersucht Dr. *Alberts* die Astronomen, den Planetoiden bei seiner diesmaligen Opposition 1914 möglichst genau zu beobachten. Zu diesem Zweck wird eine die Zeit vom 9. Januar bis 17. August 1914 umfassende Ephemeride in den *Astronomischen Nachrichten* mitgeteilt.

Neue Beobachtungen des Planeten *Venus* liegen von *W. Rabe* (Breslau) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4704 vor, die ein besonderes Interesse beanspruchen. In erster Linie handelte es sich um die möglichst genaue Bestimmung des *Durchmessers* dieses Nachbarplaneten der Erde, der sich zu 17,3 Bogenminuten, reduziert auf die mittlere Entfernung Erde—*Venus*, ergibt. Daraus folgt, daß der wahre Durchmesser des Planeten *Venus* nur etwas kleiner als der Erddurchmesser ist. Auch für die *Abplattung* der *Venus* folgt, soweit hierfür überhaupt sichere Herleitungen aus dem vorhandenen Beobachtungsmaterial möglich sind, fast genau derselbe Wert wie für die Erde, nämlich $\frac{1}{293}$. Von ganz besonderem Interesse ist endlich die Bestimmung der *Refraktion* in der *Venusatmosphäre*, die von *Rabe* gleichzeitig aus den Messungen des Durchmessers jenes Planeten hergeleitet werden konnte. Beim Planeten *Venus* findet ein deutliches Übergreifen der Hörner über den Halbkreis statt, sobald jener zwischen Erde und Sonne stehende Himmelskörper die Sichelgestalt zeigt. Diese Erscheinung ist eine Folge von Dämmerungsvorgängen in der *Venusatmosphäre*, während z. B. beim Monde, dem eine merkliche Lufthülle fehlt, kein Übergreifen der Hörner über den halben Umfang der Scheibe zu merken ist. Aus der Größe der Verlängerung der Hörner am Planeten *Venus* läßt sich der Betrag der Horizontalrefraktion auf jenem Planeten herleiten (für die Erdatmosphäre rund 34 Bogenminuten). Im Durchschnitt aus den Messungen *Rabes* folgt für den Betrag der *Venusrefraktion*, bestimmt aus dem Übergreifen der Hörner, der Wert 44 Bogenminuten in guter Übereinstimmung mit früheren Bestimmungen von *Mädler* und *Lyman*. Dadurch wird die schon bekannte Tatsache bestätigt, daß die Atmosphäre unseres Nachbarplaneten *Venus* nicht unwesentlich dichter ist (etwa $\frac{1}{3}$) als die irdische Lufthülle.

Über Veränderungen auf dem Monde berichtet in Nr. 4704 der *Astronomischen Nachrichten* *W. H. Pickering*, der Leiter der von der Harvard-Sternwarte begründeten astronomischen Station Mandeville auf Jamaica (Westindische Inseln). Man kann die auf dem Monde bisher tatsächlich festgestellten Veränderungen in periodische und nichtperiodische einteilen. Unter den ersteren sind die bekanntesten diejenigen, die sich auf eine periodische Formänderung der beiden kleinen Mondkrater „*Messier*“ und „*Messier A*“ beziehen. Nichtperiodische Änderungen auf dem Monde sind bisher von der Astronomie als nicht sicher erwiesen betrachtet worden, und es verdient daher Beachtung, daß *W. H. Pickering* eine auffallende unperiodische Änderung des kleinen Kraters „*Eimmart*“ auf dem Monde beobachtet hat, der nunmehr das lebhafteste Interesse aller Selenographen verdient. Der Mondkrater „*Eimmart*“ liegt am nordwestlichen Rande der großen Tiefenebene des „*Mare Crisium*“ und hat einen Durchmesser von rund 40 km. Früher hatte *W. H. Pickering* jedesmal beobachtet, daß im Verlaufe eines jeden Monats jener kleine Krater vollständig mit einer weißen Materie überdeckt war. Diese, wie *Pickering* sich ausdrückt, regelmäßige Eruption hat nun seit dem Beginn des vorigen Jahres aufgehört und im Mai 1913 konnte kaum noch etwas von jener Überflutung wahrgenommen werden. Durch zwei an-

schauliche Zeichnungen wird der durchaus verschiedene Anblick des Kraters „Eimmart“ vom Januar und vom August 1913 vor Augen geführt. Jedenfalls verdient die Wahrnehmung *Pickerings* über eine, wie es scheint, anhaltende Veränderung auf dem Krater „Eimmart“ volle Beachtung und baldige Nachprüfung von seiten der Mondforscher. Daß noch Veränderungen auf dem früher als völlig abgestorben angenommenen Monde möglich und mit den modernen verbesserten astronomischen Hilfsmitteln zu konstatieren sind, entspricht durchaus den neueren Anschauungen der astronomischen Wissenschaft.

Das Erwachen der fleckenbildenden Tätigkeit auf der Sonne konstatiert *W. Krebs* in einer kurzen, aber besonders interessanten Mitteilung in Nr. 4704 der *Astronomischen Nachrichten*, wo auf eine größere Flecken-Gruppe vom Dezember 1913 hingewiesen wird. Mit Recht wird diese neue Fleckengruppe als Signal einer nennmehr sich steigernden Tätigkeit auf der Sonne bezeichnet, um so mehr als auch rechnerisch das Minimum der Sonnenflecken jetzt vorbei sein muß. Von ganz besonderer Bedeutung ist aber die von *W. Krebs* erfolgte Feststellung, daß fast alle Flecken der Sonne des Jahres 1913 auf der der Erde jedesmal zugekehrten Hemisphäre der Sonne entstanden sind, was mit der von *Stephani* geäußerten Ansicht im Widerspruch steht, daß die Sonnenflecken vorzugsweise auf der unserem Planeten abgekehrten Seite der Sonne entstehen.

Über die räumliche Verteilung der Elemente in der Sonnenatmosphäre liegen neue wichtige Untersuchungen vor, die auf der Sonnenwarte des nordamerikanischen Mount-Wilson-Observatoriums von *St. John* angestellt wurden und im Novemberheft des *Astrophysical Journal* veröffentlicht sind. Ausgehend von den Eisenlinien werden für 26 andere auf der Sonne vorkommende Elemente die relativen Niveauflächen innerhalb der solaren Atmosphäre und Chromosphäre bestimmt. Am höchsten liegen die Wasserstoff- und Calciumlinien, dann kommen Magnesium, Natrium, Aluminium und Eisen.

A. Marcuse.

Technische Mitteilungen.

Verfahren und Ergebnisse der Prüfung von Brennstoffen. Über die umfangreichen Brennstoffuntersuchungen, die in den letzten Jahren im Königlichen Materialprüfungsamt in Lichterfelde angestellt wurden, sowie über die dabei benutzten Untersuchungsmethoden machen Professor *Hinrichsen* und Dipl.-Ing. *Taczak* in der Zeitschrift „*Glückauf*“ eingehende Mitteilungen. Die Probenahme erfolgte nach der vom Materialprüfungsamt in Gemeinschaft mit dem Verein Deutscher Ingenieure, dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern sowie dem Verein der Schweizer Dampfkesselbesitzer aufgestellten Vorschrift, die mit Rücksicht auf die Bedeutung einer sachgemäßen, richtigen Probenahme im Wortlaut wiedergegeben wird. Die Bestimmung der Feuchtigkeit erfolgte im offenen Tiegel bei 105°, bei Braunkohlen jedoch im Kohlen-säurestrom. Wie Verfasser in diesem Zusammenhange mitteilen, sind gegenwärtig im Materialprüfungsamt eingehende vergleichende Untersuchungen über die verschiedenen Methoden der Feuchtigkeitsbestimmung im Gange. Die Aschenbestimmung erfolgt durch mehrstündiges Erhitzen der Proben auf etwa 800° entweder über dem Bunsenbrenner oder im Muffelofen. Die Anwendung eines Muffelofens ist besonders bei der gleichzeitigen Bestimmung mehrerer Proben von Vor-

teil; das Befeuchten der Asche mit Alkohol kann Verluste verursachen. Weiter wird die Bestimmung von Schwefel, Stickstoff, Phosphor, Kohlenstoff und Wasserstoff sowie die Berechnung des Sauerstoffs und des disponiblen Wasserstoffs besprochen.

Die Koksausbeute wurde nach dem Verfahren von *Finkener* bestimmt, wobei 4 g feingepulverte Kohle in einem geräumigen *Rosetiegel* im Wasserstoffstrom erhitzt wurden. Da bei diesem Verfahren sowohl eine unvollkommene Entgasung wie auch eine teilweise Verbrennung der Kohle vermieden wird, sind die so erhaltenen Werte im allgemeinen etwas höher als die nach dem *Muckschen* u. a. Verfahren erhaltenen. Weiter werden die flüchtigen Bestandteile besprochen.

Der zweite Teil der Abhandlung umfaßt die kalorimetrische Prüfung der Brennstoffe. Im Materialprüfungsamt wird das Kalorimeter nach *Berthelot-Mahler-Krocker* in der Ausführung von *Jul. Peters* in Berlin benutzt, das aus einer Bombe von vernickeltem Stahl mit fest aufschraubbarem Deckel besteht. Die Ausführung der Heizwertbestimmung sowie die Ermittlung der erforderlichen Korrekturen wird ausführlich erläutert und an Beispielen erklärt. Weiter werden die besonderen Verhältnisse bei der Untersuchung von Holz und flüssigen Brennstoffen besprochen, wobei besonders über die Bestimmung des Schwefels in Ölen nähere Angaben gemacht werden.

Der dritte Teil der Abhandlung betrifft die Umrechnung der Untersuchungsergebnisse auf den ursprünglichen, auf den asche- und wasserfreien sowie auf vollständig wasserfreien Zustand. Zum Schluß werden die Ergebnisse der Heizwertbestimmungen, auf Reinkohle bezogen, in einer Reihe von sehr instruktiven Schaubildern dargestellt. (*Glückauf* 1913, S. 773 bis 778, 816—822, 852—855.)

S.

Erdgase rätselhaften Ursprungs. Eine sehr bedeutende Entwicklung eines brennbaren Gases ist durch Bohrungen veranlaßt worden, welche im Mai 1902 und April 1903 auf *Kokskär*, einer 4 Meilen nordöstlich von Reval liegenden Insel, in Angriff genommen worden sind. Bis heute ist man sich über den Ursprung dieses Gases noch nicht völlig klar, so daß immer noch Meinungsauseinandersetzungen von Fachleuten darüber stattfinden. Nach einem Mittel von 4 Analysen, deren größte Abweichungen voneinander 0,8 % nicht übersteigen, enthält das Gas an brennbaren Stoffen 70,0 % Methan und 20,8 % Wasserstoff. Die Ergiebigkeit der Gasquelle ist ziemlich bedeutend, im Jahre ungefähr 120 000 cbm Gas. Es ist jetzt gefaßt und wird zur Beleuchtung des Leuchtturmes von Kokskär und zur Beleuchtung und Heizung von Wohnräumen benutzt; hierbei muß täglich mehrere Male ein Gasüberschuß abgelassen werden. Oft treten stürmische Entladungen mit lautem Knall auf, über welche in der Tagespresse als „Erdbeben“ der Öffentlichkeit berichtet wird. Die Bohrungen hatten ursprünglich den Zweck, artesisches Wasser zu erschließen; sie gingen in Sand nieder, der durch dünne Tonschichten unterbrochen ist. Statt des Wassers traf man in einer Tiefe von 27 m das Gas, doch wurde die Bohrung noch bis zu einer Tiefe von 115 m fortgesetzt. *A. Mickwitz* hat früher die Ansicht ausgesprochen, daß „der große Inlandeisgletscher bei seinem Ansteigen in den Finnischen Meerbusen und seinem Vorrücken auf dem Boden desselben alle animalen und vegetabilischen Organismen des Meeres, lebende wie tote, vor sich hergeschoben, an der esthländischen Steilküste zusammengekehrt, mit plastischem Ton verknetet und über diese Masse hinweg seinen Weg nach Süden genommen habe. Diesen in die Grund-

moräne verknetenen Organismen verdanke das Gas seinen Ursprung.“ Im *Zentralblatt für Mineralogie* 1913, 1904 f. wendet sich *Bruno Doß* gegen diese Erklärung, die er für sehr unwahrscheinlich hält, da kaum die Annahme einer so reichen Fauna und Flora am Rande des Binneneises zulässig sei, außerdem nicht eingesehen werden könne, daß sich in der fetten Grundmoräne die nötigen Hohlräume unter der gewaltigen Gletscherlast erhalten haben sollen. *Doß* weist vielmehr darauf hin, daß im Schichtenverband des oberen Kambriums in Esthland ein stark bituminöser Schiefer-ton, der *Dictyonemaschiefer*, auftritt. Durch trockene Destillation desselben lassen sich flüchtige Kohlenwasserstoffe erhalten; dann ist es natürlich auch gestattet anzunehmen, daß sich bereits auf der ursprünglichen Lagerstätte dieses Schiefers im Verlaufe geologischer Zeiten solche natürliche Destillationsvorgänge abgespielt haben können, etwa bei erhöhter Temperatur, die durch Oxydationsvorgänge hervorgerufen wurde. Eine Stütze findet nun diese Annahme darin, daß bei solchen Vorgängen auch Produkte durch Spalten emporsteigen und durch Oxydation zu asphaltähnlichen Körpern werden konnten. Asphalt findet sich aber vereinzelt in Nestern im untersilurischen Glaukonitsand und im obersilurischen Kalkstein Esthlands. Hiernach bildet das Koks-kärer Gasvorkommen eine Stütze für die Richtigkeit der Ansicht, daß dem Bodenrelief des Fin-nischen Meerbusens zum Teil Verwerfungen zugrunde liegen.

—z.

Die Trennung von Radium- und Bariumsalzen, welche der letzte Prozeß in der Radiumgewinnung ist, war bis vor kurzem nur durch die umständliche Methode der fraktionierten Kristallisation möglich. Der bekannte Radiumfachmann *Ebler* berichtet in der *Zeitschrift f. anorg. Chemie* (Bd. 84, 1913, 77) über ein von ihm in Gemeinschaft mit *Bender* ausgearbeitetes neues Verfahren zur Trennung von Ra- und Ba-Salzen, das die erhebliche Adsorbierbarkeit radioaktiver Stoffe an kolloide Substanzen benutzt. Als ein sehr gut geeignetes Adsorbens für Radiumsalze hat sich das Mangansuperoxydhydrat-gel erwiesen. Man geht am einfachsten so vor, daß man frisch gefällten Braunstein mit dem Gemenge von Radium- und Bariumchlorid bis zur Einstellung des Adsorptionsgleichgewichts in Berührung läßt. Hierbei findet eine selektive Adsorption in dem Sinne statt, daß das Verhältnis der Radiummenge zur Bariummenge im Mangansuperoxydhydrat steigt. Die Desadsorption geschieht in der Weise, daß die Mangansuperoxyd-Ra-Ba-Verbindung in heißer Salzsäure aufgelöst und aus der Lösung das Radium durch Einleiten von Salzsäuregas gefällt wird. Auch hierbei findet eine Anreicherung des Radiums statt, da dasselbe in Form einer Ra-Ba-Verbindung vollständig gefällt wird, während 30 % des Ba in Lösung bleiben. Durch Elektrolyse ist es ebenfalls möglich eine Spaltung der Adsorptionsverbindung und eine Anreicherung des Ra durchzuführen. Die Scheidung zweier Stoffe durch auswählende Adsorption an kolloide Substanzen ist nicht allein auf Ra und Ba beschränkt, sondern wahrscheinlich überall dort anwendbar, wo es sich darum handelt, kleinste Mengen eines Stoffes von größeren eines ihm sehr ähnlichen Stoffes zu trennen.

O. F.

Gino Zucchini hat Studien über das **Vorkommen des Arsens** angestellt und konnte nachweisen, daß dasselbe ein normaler sich überall vorfindender Bestand-

teil der Erdrinde ist. Es war schon lange bekannt, daß Arsen regelmäßig, wenn auch in sehr kleiner Menge im pflanzlichen und tierischen Organismus vorkommt und es wurde die Vermutung ausgesprochen, daß dieses Element ebenso wie Stickstoff oder Sauerstoff als ein wesentlicher Bestandteil des zellulären Eiweißes aufzufassen sei. *Zucchini* konnte sich beim Nachweise des Arsens überaus verfeinerter analytischer Methoden bedienen. Um seinen Versuchen volle Beweiskraft zu geben, analysierte er Proben aus verschiedenen Tiefen, die verschiedenen geologischen Formationen angehörten, ferner untersuchte er, um den Einwand zu widerlegen, daß das Arsen aus dem Dünger stamme, nur ungedüngten Boden. Selbstverständlich waren die angewandten Reagenzien absolut arsenfrei. Aus seinen Versuchen, die in einer Tabelle übersichtlich zusammengestellt sind, geht hervor, daß das Arsen immer nachgewiesen werden konnte, und daß seine Menge zwischen 0,187 und 6,000 mg, bezogen auf 100 g Erde, schwankt. Es zeigte sich ferner, daß ein stark eisenhaltiger Boden auch einen großen Arsengehalt aufweist. Die Abhängigkeit des Arsens von der Eisenmenge steht gut mit der Tatsache im Einklang, daß unlösliche Eisenverbindungen das Arsen aus seinen Lösungen niederreißen können. Die im Boden vorkommenden Humussubstanzen scheinen ohne Einfluß auf den Arsengehalt zu sein. (*Gaz. chim. ital.* 43, 398, 1913.)

O. F.

Die Internationale Petroleum-Kommission in *Karlsruhe* im Großherzogtum Baden beabsichtigt die Kommission in ein **Internationales Petroleum-Institut** umzuwandeln und hat sich zu diesem Zweck an die Kaiserliche Deutsche Regierung mit der Bitte gewandt, diesen Plan den der Kommission angehörigen Staaten zu unterbreiten.

Über die Aluminiumgewinnung in der Schweiz veröffentlicht Dr. *Paul Martell* in der *Chemischen Industrie* 1913, 15/16, 446 f. einige interessante Daten. Die Aluminium-Industrie-Aktien-Gesellschaft stellte seit 1888 nach dem Héroultverfahren, bald darauf aber nach eigenem Verfahren auf elektrolytischem Wege mit großem Erfolge Aluminium dar, und zwar zuerst von allen anderen Fabriken. Seit 1892 benutzte man eine Kraftleistung von 4000 PS; weil diese nicht ausreichte, ergänzte man sie durch eine Zweigfabrik zu Rheinfelden in Baden mit 7000 PS und eine Fabrik zu Bad Gastein in Österreich mit 9000 PS in den Jahren 1898 und 1899. Die Gewinnung erfolgt durch Zersetzung von Tonerde Al_2O_3 ; diese aber wird wiederum aus Bauxit hergestellt, zu welchem Zweck eine besondere chemische Fabrik in Schlesien vorhanden ist. Interessant ist die Tatsache, daß die Kantonsregierung das ursprüngliche Gesuch, aus dem Rheinfalle 75 cbm in der Sekunde zu entnehmen, nicht genehmigte, da man eine Gefährdung des Rheinfalles befürchtete. Auch später ist nur eine Entnahme von 20 cbm in der Sekunde gestattet worden, welche eben die ersterwähnten 4000 PS liefern.

—z.

Berichtigung.

In Heft 3 S. 50 (*Oppenheimer*) ist Zeile 15 v. u. der rechten Spalte doppelt gesetzt. Der Satz muß sinngemäß heißen: Dies gilt z. B. für die bekannten Fuselöle, die Nebenprodukte der Hefengärung, die aus den Aminosäuren durch sogenannte alkoholische Gärung der Aminosäuren sich bilden. Von all diesen Neben-sächlichkeiten wollen wir usw.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
FEB 26 1914
U. S. Department of Agriculture

Heft 6.

6. Februar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|---|---|
| Die Vitaminlehre, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung. Von <i>Dr. Casimir Funk</i> , London. S. 121. | Selbstaufzeichnung des Zeitsignals. Von <i>H. Thurn</i> , Berlin-Friedenau. S. 132. |
| Vom Kongress des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913. Von <i>Priv.-Doz. Dr. W. Guertler</i> , Grunewald (Schluß). S. 125. | Die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Jahre 1913. Von <i>Prof. Dr. H. v. Merczyng</i> , St. Petersburg. S. 137. |
| Die VI. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin. Bericht von <i>Dr. F. Moewes</i> , Berlin (Schluß). S. 129. | Besprechungen. S. 138. |
| | Astronomische Mitteilungen. S. 143. |
| | Kleine Mitteilungen. S. 143. |

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Tabellen zur Berechnung der „theoretischen“ Mol- refraktionen organischer Verbindungen

Von

K. v. Auwers und **A. Boennecke**

Preis M. 1.20.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W. 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Methode der Zuckerbestimmung insbesondere zur Bestimmung des Blutzuckers

Von

Dr. med. Ivar Bang

o. Professor der medizinischen und physiologischen Chemie an der Universität Lund

Zweite Auflage

Preis M. —,50; bei Bezug von mindestens 10 Exemplaren je M. —,40.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Neu! Neu! Neu!
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden
gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quar-
talsrate franko geliefert. Ein Band zur
Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

In unserem Verlage erschien:

Das Problem der Brütung.

Von Dr. Julius Fischer.

Preis geheftet M. 3.20, in Orig.-Leinenb. M. 3.80.

Dieses Buch ist ein hervorragender Lehrmeister
für jeden Geflügelzüchter oder Vogelliebhaber und
enthält eine Fülle der wertvollsten Winke für die
natürliche und die künstliche Brut.

Verlagsbuchhandlung v. Quelle & Meyer, Leipzig.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

6. Februar 1914.

Heft 6.

Die Vitaminlehre, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung.

Von Dr. Casimir Funk, London,

Leiter der Physiologisch-chemischen Abteilung, Cancer Hospital Research Institute, London, Brompton, SW.

Wir wollen an dieser Stelle einen kurzen Bericht über die Vitaminlehre in ihrer bisherigen Entwicklung geben. Diese Lehre umfaßt eine besondere Abteilung der menschlichen Pathologie — die *Avitaminosen* —, Volkskrankheiten, die infolge des Vitaminmangels in der Nahrung entstehen und durch Vitaminzufuhr heilbar sind. Ferner umfaßt diese Frage wichtige Seiten der Volksernährung, der rationellen Ernährung der Säuglinge und Kinder, der wachsenden Jugend, der graviden und stillenden Frauen, der Kranken und Rekonvaleszenten, die diätetische Behandlung mancher Krankheiten. Die ganze Diätlehre wird durch das Studium der Vitamine in neue Bahnen gelenkt. Auch bei Tieren entstehen, wie wir weiter sehen werden, infolge Vitaminmangels im Futter Massenkrankheiten von großer wirtschaftlicher Bedeutung, die erst jetzt im richtigen Licht erscheinen. Endlich eröffnet die Vitaminlehre ein neues Kapitel der Physiologie: die Bedeutung der Vitamine für sämtliche Verrichtungen des Organismus, in erster Linie des Nervensystems.

I.

Die Avitaminosen¹⁾.

Beriberi.

Wird eine Taube oder ein Huhn mit weißem Reis oder Weißbrot gefüttert, so erkrankt das Tier nach einigen Wochen unter typischen Symptomen; zeigt Appetitverlust, Diarrhoe, Gewichtssturz, Kontraktionen und Lähmungen und verendet, insofern nicht frühzeitig eine Diätänderung vorgenommen wird. Wird nämlich zur obigen Nahrung Reiskleie, Bohnen oder Hefe zugegeben, so erholt sich das Tier vollständig. Post mortem wird ausgedehnte Entartung im Rückenmark und den peripheren Nerven gefunden, ferner Herzdilatation, und — wie ich neulich mit Dr. Douglas gefunden habe²⁾ — bedeutende Veränderungen in den endokrinen Drüsen. Dies ist die Geflügelberiberi.

Was fehlt nun in der Nahrung, die zu dieser schweren Erkrankung und zum Tode führt? Ich habe unlängst Tauben und Hühner bei einer Diät gehalten, die aus gereinigtem Kasein, Fett, Stärke und Salzen besteht (Osborne-Mendelsche

Diät). Bei dieser, scheinbar vollwertigen, Nahrung bekamen die Tiere ebensogut Beriberi, wie bei weißem Reis. Es kann demnach eine scheinbar komplette Diät zum Tode führen, trotzdem ihre Zusammensetzung und Kalorienzahl der Norm entspricht. Wir kommen später auf diese Tatsachen und ihre Bedeutung für die Diätlehre zurück.

Beim Menschen entsteht genau dieselbe Krankheit unter denselben Bedingungen, nämlich bei einseitiger Ernährung mit weißem Reis, Stärke, Weißbrot, Sago. Die menschliche endemische Beriberi ist an die Reiszone (Ostasien, Afrika, Südamerika) gebunden, doch kann dieselbe überall da erscheinen, wo eine ähnliche Nahrung längere Zeit hindurch genossen wird. Beriberi ist keine exotische Krankheit, wie allgemein geglaubt wird, sondern besitzt eine universelle Bedeutung. Wir werden später sehen, wie wichtig es ist die Symptome der Beriberi zu kennen.

Die Symptome der Beriberi bilden zwei große Gruppen, die aber vielfach kombiniert erscheinen. Die erste Gruppe umfaßt Lähmungen, Kontraktionen, Muskelatrophien, besonders der Extremitäten; die zweite: Erweiterung des rechten Herzens, Dyspnoe, Cyanose, Oligurie, Anasarca, Hydropericardium, Hydrothorax, Ascites. Zu den Frühsymptomen gehören Appetitverlust, Diarrhoe, Gewichtssturz. Der Verlauf ist meist chronisch, es entstehen aber mitunter akute perniciöse Fälle, besonders nach einer Überanstrengung. Hier entsteht, oft binnen wenigen Stunden, ein schweres Krankheitsbild mit vorwiegend kardialen Symptomen: Präkordialangst, Tachykardie, Dyspnoe, sichtbare Pulsation am Epigastrium, Übelkeit, Erbrechen, Diarrhoe. Die Unruhe ist sehr groß, die Atmung keuchend, es entsteht oft Aphonie oder Heiserkeit, die Urinmenge fällt bis 100—120 ccm, die Temperatur bleibt immer normal. Der Tod tritt ein nach einigen Tagen, mitunter nach wenigen Stunden unter kleinem frequenten Puls, Cyanose und Lungenödem.

Ein ähnliches schweres Bild entsteht oft plötzlich bei Säuglingen, die von beriberikranken Müttern gestillt werden: hartnäckiges Erbrechen, Cyanose um den Mund, Dyspnoe, Tachykardie, Aphonie, Anasarca am Gesicht und an den Beinen. Aber dieses schwere Bild verschwindet mitunter binnen wenigen Stunden, wenn noch rechtzeitig eine gesunde Milch oder Reiskleienextrakt verabreicht wird.

Anatomisch-pathologisch bestehen die Läsionen bei Beriberi in weitgehender Entartung der Nerven. Es wurden ferner wichtige Läsionen im

¹⁾ Näheres über dieses Thema findet der Leser in meinem Buche über Vitamine und Avitaminosen, bei J. F. Bergmann, Wiesbaden, 1914.

²⁾ Wird nächstens veröffentlicht.

Rückenmark und in der Medulla oblongata gefunden. Von den Hirnnerven ist der Vagus besonders oft entartet. Diese wichtigen Läsionen des Nervensystems beherrschen wahrscheinlich das ganze Krankheitsbild. In welcher Weise aber, durch welchen Mechanismus der primäre Vitaminmangel der Nahrung zu dieser schweren Entartung des Nervensystems führt, ist gänzlich unbekannt. Wir kennen die Endglieder dieser Kette, die Zwischenglieder müssen erst erforscht werden.

Sporadische Beriberi.

Wo immer nur entkleietes Mehl, entkleietes Brot, Mehlsuppen, u. ä. als Hauptnahrung dient, mit unzureichenden Zulagen anderer Nahrungsmittel, da kommt es leicht zum Ausbruch der Beriberi. Die Krankheit erscheint nach Wochen und Monaten und oft in einer Form, die nicht leicht als Beriberi erkannt wird. Die Symptome sind nicht immer typisch. So ist es z. B. sehr wahrscheinlich, daß die sog. Arbeitertetanie, die in sehr ungünstigen Verhältnissen, bei Brotnahrung, vorzukommen pflegt, als Beriberi aufzufassen ist. Das Vorwiegen spastischer Symptome in diesen Fällen erinnert an Geflügelberiberi.

Bei Kindern kommt es ebenfalls bei Mehlnahrung zum Ausbruch der Beriberi, wobei jedoch durch schwere Atrophie die anderen Beriberisymptome verdeckt werden (Mehlnährschaden, Czerny). Hypertonie der Muskulatur, Tetanie, elektrische Übererregbarkeit der peripheren Nerven, Herzschwäche, Oedeme am Gesicht und Beinen, skorbutartige Gingivitis, Konjunktivalxerose und Neigung zu sekundären Infektionen werden bei diesen Kindern beobachtet. Postmortal wurde nicht selten bedeutende Entartung der peripheren Nerven gefunden.

Eine gruppenweise auftretende Hemeralopie ist ebenfalls als ein Prodromal- oder Frühsymptom einer Avitaminose zu deuten. Hemeralopie wurde oft sowohl bei Beriberi, wie auch beim Skorbut und Pellagra beobachtet. Die altgriechische Kur der Hemeralopie mittelst Leber möge hier erwähnt werden.

Aber auch ganz typische Beriberi kommt in Europa zur Beobachtung. Hierher gehören manche Endemien in Asylen für Geisteskranke, auch manche Fälle von peripherer Neuritis mit Herzdilatation, Anasarca und serösen Ergüssen. Eine prägnante Beobachtung teilte unlängst Axel Holst mit. Eine Anzahl norwegischer Fischer erkrankte massenhaft an Beriberi, nachdem sie entkleietes Roggenbrot auf den Fischfang mitzunehmen anfangen; früher pflegten sie Vollbrot zu essen und sind bei dieser Nahrung immer gesund geblieben.

Auch bei Tieren, und namentlich bei jungen trächtigen Kühen, kommt eine endemische Krankheit vor, die ich der Beriberi nahestelle. Es ist die sog. Lamziekte (Südafrika), auch in Austra-

lien, Tasmanien und New-Zealand unter diversen Namen bekannt, welche infolge langer Dürre entsteht und große Verluste verursacht. Auch hier wird sich hoffentlich die Vitamintherapie bewähren, nämlich frisches süßes Gras, keimende Gerste, Kartoffel, Karotten, Milch und in erster Linie gekochte Hefe.

Es möge hier bemerkt werden, daß die Avitaminosen sehr oft bei Gravidität und Laktation vorkommen, besonders Beriberi und Osteomalazie. Diese letzte erscheint auch endemisch beim Menschen und Tier und wird durch unzureichende Nahrung hervorgerufen. Offenbar ist der Vitaminbedarf bei Gravidität und Laktation erhöht. Wir sehen, wie wichtig es ist, bei diesen Zuständen auf gute, gemischte, vitaminreiche Nahrung (Obst, Gemüse, Fleisch, Milch, Butter) zu achten.

Skorbut.

Dies ist der längst bekannte Typus einer Diätkrankheit. Skorbutepidemien brechen auf hoher See, in Hunger- und Kriegszeiten aus, in belagerten Städten, wie in Paris im Jahre 1871, und besonders bei Kartoffelmißernten.

Das Prodromalstadium des Skorbuts wird durch eine eigenartige Hautblässe, Apathie, Muskelschwäche und Dyspnoe charakterisiert. Die Haut wird gelblich blaß, trocken und schuppig und bedeckt sich, besonders an den Beinen mit Petechien. Es entstehen an den Schenkeln, in der Kniekehle, den Waden subkutane diffuse, schmerzhaftes Schwellungen; das Zahnfleisch wird geschwollen, weich und dunkelrot, besonders in der Umgebung kariöser Zähne, doch fehlt diese so charakteristische Gingivitis in manchen Fällen. Im späteren Verlauf leiden die Kranken sehr an Dyspnoe und Palpitationen; sie werden leicht ohnmächtig, die Herzschwäche nimmt immer zu. Jetzt magert der Kranke ab, die Muskeln atrophieren, Oedem zeigt sich am Gesicht und Unterschenkel, das kranke Zahnfleisch wird geschwürig. In diesem Stadium kommen subperiostale Blutungen, blutig-seröse Ergüsse im Perikardium, Pleura oder in einem der großen Gelenke zum Vorschein; ferner Lungeneccymosen und -Gangrän; an der Haut entstehen skorbutische Geschwüre mit lividen Granulationen. In diesem Stadium erscheint auch eine hartnäckige blutig-seröse Diarrhoe.

Es gibt in der menschlichen Pathologie kaum etwas einfacheres, als die Prophylaxe und Therapie des Skorbuts. Als beste Antiskorbutica, deren Gebrauch am sichersten gegen Skorbut schützt und Skorbutfälle heilt, sind zu nennen: frisches grünes Gemüse, wie Salat, Kohl, Zwiebel, ferner Kartoffel, das praktisch wichtigste Antiskorbuticum; saftige Früchte, wie Zitronen, Pomeranzen, Äpfel; ferner rohe oder kurz aufgekochte Milch, frisches Fleisch und Eier. Diese Diät, ohne irgendwelche Medikamente, genügt, um in nahezu allen Fällen sämtliche Symptome binnen 2 Wochen zu heilen. Sogar Hydropericardium und

Hydrothorax weichen unter dieser Behandlung zurück.

Die obengenannten Nahrungsstoffe enthalten eine antiskorbutische Substanz, welche durch Trocknen und Sterilisieren zerstört wird. Der Zitronensaft dagegen ist ziemlich stabil und deswegen von so hohem Werte; dieses Mittel hat tatsächlich Tausende von Menschenleben auf weiten Seereisen gerettet. Trockene Vegetabilien, wie Getreidekorn oder Leguminosen, enthalten keinen antiskorbutischen Stoff. Wird jedoch das trockene Getreide zum Keimen gebracht, so kommt es zur Bildung des Skorbutvitamins. Wir kommen noch auf diese interessante Frage zurück.

Aus diesen Angaben ersehen wir klar, unter welchen Verhältnissen der Skorbut entsteht: es ist meistens eine einseitige Mehlnahrung, dabei etwa noch sterilisierte Fleischkonserven, getrocknete Vegetabilien, sterilisierte Milchkonserven u. dgl. Genau dieselbe Nahrung führt zur Entstehung des Skorbut bei Tieren, wie bei Meer-schweinchen, Kaninchen, Schweinen, Hunden, Affen.

Barlowsche Krankheit (infantiler Skorbut).

Einige zweifelhafte Fälle ausgenommen, kommt diese Krankheit ausschließlich bei künstlich ernährten Kindern vor. Die einzige Ursache der Krankheit ist eine langdauernde Ernährung des Kindes mit hochsterilisierter Milch, mit sterilisierten Milchpräparaten oder mit Kindermehlen als Hauptnahrung. Nach dem Einführen des Soxhletapparates wurde die Milch oft 45 Minuten und länger erhitzt. Ein wiederholtes Erhitzen der Milch hat sich auch als besonders schädlich erwiesen. Erst nach monatelanger fehlerhafter Diät kommt es, unter zunehmender Anämie, und Muskelschwäche, zum akuten Ausbruch der Krankheit mit Schmerzen in den Beinen. Dieses Symptom ist typisch für diese Krankheit: das Kind hält die Beine unbeweglich und schreit beim Berühren auf. Bei der Untersuchung wird gewöhnlich eine periosteale Schwellung an den Tibien (Hämorrhagien) gefunden. Dabei bleibt die Haut oberhalb der Schwellung blaß, die Körpertemperatur normal; die Haut an beiden Fußrücken ödematös. Ähnliche periosteale Schwellungen sowie Frakturen an der Epiphysengrenze erscheinen auch an anderen langen Knochen, ferner Frakturen an der Knorpelgrenze der Rippen. Beim Vorhandensein der Zähne erscheint die pathognomonische Zahnfleischschwellung. Zu den typischen, wenn auch selteneren Symptomen gehört Hämaturie und Protrusio Bulbi (Blutung in der Orbita). Bleibt die defekte Diät unverändert, so nimmt die Anämie, Herzschwäche, Kachexie, Diarrhoe und Blutungen beständig zu und der Tod kann infolge der Herzschwäche oder einer Blutung eintreten. Bei richtiger Diätänderung erfolgt dagegen sofort ein wunderbarer Umschwung und

das schwer kranke Kind wird binnen 2 bis 3 Wochen vollständig hergestellt.

Anatomo-pathologisch ist Atrophie des Knochengewebes und fibröse Entartung des Knochenmarks besonders für den Skorbut typisch, nebst Blutungen in den meisten Geweben. Die Therapie der Barlowschen Krankheit besteht in Diätänderung. Gute Brustmilch, rohe oder kurz aufgekochte Kuhmilch, frisch ausgedrückter Fleischsaft sind gute Mittel, es müssen jedoch in allen Fällen frische Vegetabilien verabreicht werden, da diese viel reicher das Skorbutvitamin enthalten und auch in kleinen Mengen eine energische Wirkung entfalten. Zu den besten gehört durchgeseiebte Kartoffelpurée und Gemüsebouillon (Kartoffel und Karotten), deren Wirkung eine wunderbare zu nennen ist; für über 1 Jahr alte Kinder auch Weintrauben-, Orangen- und Zitronensaft, gebackene Äpfel und ähnliches.

Pellagra.

Während die Vitaminmangeltheorie der Beri-beri und des Skorbut auf genauer experimenteller Basis gegründet ist, fehlt bei Pellagra die experimentelle Forschung. Das genaue Verhältnis dieser Krankheit zum Skorbut und Beri-beri konnte deshalb nicht klargestellt werden. Trotz dieser Lücke gehört Pellagra zweifellos zu den Diätkrankheiten. Es ist eine endemische Krankheit der maisessenden Landbevölkerung, und die Zahl der Pellagrafälle in Norditalien, Rumänien und Nordamerika wird gegenwärtig auf viele Tausende geschätzt. In Nordamerika besonders ist die Krankheit in steter Zunahme und die Sterblichkeit beträgt ca. 25 %. Außerhalb der Maisdistrikte gibt es keine endemische Pellagra. Skorbut, Pellagra und Beri-beri zeigen manche gemeinsame Symptome und Läsionen, auch Übergangsfälle; es gibt zahlreiche Beweise für die Zusammengehörigkeit dieser Krankheiten.

Die pellagrösen Läsionen bestehen hauptsächlich in einem spezifischen Erythem der Haut, Stomatitis, Gastroenteritis und schweren degenerativen Veränderungen des zentralen Nervensystems (Symptome: Kontrakturen, Tremor, Krämpfe, Psychosen); der Verlauf ist akut oder chronisch; die einzig wirksame Therapie dieser Krankheit besteht im rechtzeitigen Diätwechsel.

Das Maiskorn ist mit einer dicken Haut bedeckt; unmittelbar unter der Haut liegt eine Aleuronzellenschicht, sehr reich an Proteinen, Fett und Salzen; an der Basis des Korns befindet sich der Keim, ebenfalls sehr reich an Proteinen und besonders an Fett. Wird durch das Mahlen die Hülse und das oberflächliche Stratum entfernt, so verarmt das Maiskorn bedeutend, nicht nur an Proteinen, Fett, Lipoiden und Salzen, sondern auch an Vitamin, welches sich bekanntlich in den protein- und fettreichen Pflanzenzellen befindet. Ich habe neulich ein Maismehl aus Südafrika chemisch untersucht. Infolge des Mahlens hat das Mehl 16 % verloren,

aber bedeutend mehr an Proteinen, Fetten und Salzen. Durch Zubereitung, nämlich durch langes Kochen und Backen wird noch ein Teil der Vitamine zerstört. Daß ferner im getrockneten Maiskorn auch das Skorbutvitamin zerstört wurde, ist aus dem früher Gesagten klar genug. Das endliche Produkt aller dieser Prozeduren unterscheidet sich bedeutend vom frischen Maiskorn, ist stark verarmt an edleren Bestandteilen, und namentlich an Vitaminen, und ist als Hauptnahrung unbrauchbar und gefährlich.

Aus dem Gesagten können folgende, für die Maisdistrikte wichtige Schlüsse gezogen werden: 1. Das Maiskorn darf beim Mahlen keine Verluste erleiden; 2. neben Maisprodukten müssen unbedingt frische Vegetabilien (Obst, Gemüse, Kartoffel) gebraucht werden.

Rachitis, Osteomalazie, Spasmophilie.

Auch bei dieser Gruppe von Krankheiten fehlt die experimentelle Forschung, obwohl spontane Rachitis bei zahlreichen Tierarten vorkommt. Unter welchen Verhältnissen entsteht Rachitis? Sicher genügt unzureichende Nahrung allein, um die Krankheit auszulösen, auch unter den besten hygienischen Verhältnissen, doch soll die Rolle anderer Faktoren, wie Luft- und Lichtinsuffizienz, nicht in Abrede gestellt werden. Im großen und ganzen wächst die Zahl der Rachitisfälle mit der Abnahme der Brustnahrung. Je stärker eine Kindernahrung von der Norm (Brustmilch) abweicht, desto schwerer gestalten sich die Symptome der Rachitis. Diese Volkskrankheit kommt selten vor in den Ländern, wo die Brusternährung zur Regel gehört, häuft sich dagegen in den großen industriellen Zentren, infolge der künstlichen Ernährung der Kinder. Kondensierte Milch und Mehlpräparate führen besonders oft zur Rachitis. Es kann aber auch die Brustmilch als insuffiziente Kost wirken, besonders bei unzureichender oder fehlerhafter Ernährung der Mutter; wissen wir doch, daß unter analogen Bedingungen Beriberi und Skorbut entstehen können.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß Rachitis nur bei Insuffizienz der Vitamine in der Nahrung entsteht. Diese Substanzen befinden sich offenbar in genügender Menge in guter Brustmilch, auch im Lebertran, nicht immer aber in künstlicher Nahrung. Es ist sehr wahrscheinlich, daß Vitamine als Material für endokrine Organe, und speziell für die Thymus- und Epithelkörperchen dienen, und daß die Vitamininsuffizienz zur Hypofunktion dieser Organe und auf diesem Wege zur Rachitis und Spasmophilie führt. Daß der Vitaminmangel allein zu Läsionen der Knochen und des Knochenmarks und zu Kalkverlusten führen kann, beweist klar das Entstehen des Skorbut bei Tieren an sterilisierter, aber sonst kompletter Nahrung.

Was die Spasmophilie betrifft, so ist eine gemeinschaftliche Pathogenese beider Krankheiten

sehr wahrscheinlich. *Finkelstein* hat in glänzender Weise die Abhängigkeit der Spasmophilie von der Diät bewiesen: er fand nämlich die kathodische Übererregbarkeit nur bei 2 % der Brustkinder, dagegen bei 55,7 % der künstlich ernährten Kinder. Daß der Entstehungsmodus der Spasmophilie ebenfalls über die Epithelkörperchen und die Thymus führt und in einer Hypofunktion dieser Organe wurzelt, ist sehr wahrscheinlich. Die Therapie beider Krankheiten ist im großen und ganzen dieselbe: hier wie dort hat sich gute Frauenmilch und Lebertran am besten bewährt.

II.

Die Vitamine.

Die Vitamine befinden sich in den meisten, vielleicht in allen pflanzlichen und tierischen Geweben, wenn auch in variabler Menge. Erst durch gewisse Eingriffe kann eine Nahrung vitaminarm oder gar vitaminfrei werden; die Nahrung in ihrem Naturzustande enthält immer genug Vitamine. So gehören die Avitaminosen meistens zu den unliebsamen Folgen der Kultur.

Untersuchen wir ein Reiskorn, ein Weizen-, Roggen- oder Maiskorn, so finden wir an der Oberfläche des Korns, unmittelbar unter der Haut, eine *Aleuronzellschicht*. Diese Zellen sind besonders reich an Proteinen, Fetten, Lipoiden und Salzen, und eben in diesen Zellen sind die Vitamine enthalten. Wird durch Mahlen oder Polieren das periphere Stratum des Korns entfernt, so bleibt ein vitaminfreies Produkt übrig, wie z. B. weißer Reis, gewöhnliches Weizenmehl, Weißbrot u. a., brauchbar als Zulage zu gewöhnlicher vitaminreicher Kost, aber unbrauchbar und gefährlich als Hauptnahrung. Diese Produkte führen beim einseitigen Gebrauch zur Beriberi. Dem gegenüber ist die Kleie nicht nur besonders reich an Vitamin, sondern auch an Proteinen, Fett und Salzen, und doch wird nicht selten dieser kostbare Stoff als Viehfutter gebraucht.

Wie wir gesehen haben, sind saftige Vegetabilien: saftiges Obst, Gemüse, Kartoffel, besonders reich an Skorbutvitamin. Beim Trocknen wird jedoch dieses Vitamin zerstört, und deshalb enthält getrocknetes Obst und Gemüse kein Vitamin. Hier haben wir somit die zweite Ursache des Vitaminmangels in der Nahrung.

Durch längeres Sterilisieren der Nahrungsmittel, besonders oberhalb 100° C., durch längeres und wiederholtes Kochen werden die Vitamine ebenfalls zerstört. Das Skorbutvitamin ist besonders gegen Erhitzen empfindlich, und eine hochsterilisierte Milch erzeugt sicher Skorbut. Demnach ist die Wirkung höherer Temperaturen als die dritte Ursache des Vitaminmangels in der Nahrung bekannt und ist diese Wirkung in erster Linie für die künstliche Ernährung im Säuglingsalter wichtig. Endlich

wird durch Auskochen der Nahrungsmittel und Weggießen der Brühe auch ein Teil der Vitamine mit entfernt, und nicht nur der Vitamine, sondern auch ein Drittel des Gehalts an Proteinen und Salzen geht durch diese Behandlung verloren.

Durch diese 4 Arten einer unzweckmäßigen Behandlung der Nahrung werden somit Avitaminosen erzeugt, teils als Massenerkrankungen der Tausende, teils als kleine Endemien und sporadische Fälle.

Durch experimentelle und chemische Studien ist die Existenz zweier Vitamine sichergestellt: des Beriberi- und des Skorbutvitamins. Das Beriberivitamin ist das bei weitem stabilere. Trockene Nahrungsmittel, wie Hafer, Gerste, Erbsen, die vor Beriberi schützen, sind nicht imstande den experimentellen Skorbut zu verhüten, beim Keimen jedoch bildet sich in den trockenen Samen das vorher fehlende Skorbutvitamin. Es ist sehr wahrscheinlich, daß beim Keimungsprozeß das Beriberivitamin durch Fermentwirkung in die antiskorbutische Substanz umgewandelt wird. Beim Trocknen wird die letztere wieder zerlegt; ob sie dabei das Beriberivitamin liefert, ist noch nicht sichergestellt. Die Nahrungsmittel, die das Skorbutvitamin enthalten, schützen sicher gegen beide Krankheiten.

Die Beriberisubstanz findet sich demnach in ruhendem Stadium in eiweiß- und fettreichen, aber wasserarmen Produkten, wo die enzymatischen Prozesse auf das Minimum beschränkt sind. Die antiskorbutische Substanz befindet sich dagegen in stark wasserhaltigen Pflanzen und ist gegen Eintrocknen sehr empfindlich.

Die Vitamine sind stickstoffhaltige, sehr kompliziert gebaute, kristalline Körper, die chemisch eine neue, unbekannte Gruppe bilden. Der Stickstoff ist in den Vitaminen nicht aminartig gebunden und reagiert nicht mit Säuren, läßt sich auch nicht nach *Kjeldahl* bestimmen. Es sind lebenswichtige Substanzen, aber pharmakologisch indifferent, und können in beliebiger Menge verabreicht werden. Von diesen Substanzen wurde bisher nur das Beriberivitamin aus der Hefe und Reiskleie isoliert und seine Wirkung an beriberikranken Vögeln sichergestellt; Gaben von einigen Milligramm, subkutan injiziert, genügen, um schwer kranke Tiere zu heilen.

Aus dem Gesagten geht klar hervor, daß die Vitamine als lebenswichtige Substanzen anzusehen sind, und daß der Vitaminmangel zur schweren Schädigung des Nervensystems führt. Es handelt sich hier offenbar um den Ausfall lebenswichtiger Funktionen, aber welche Funktionen von der Anwesenheit der Vitamine in der Nahrung abhängen, ist noch völlig unbekannt.

In dieser Richtung habe ich neulich folgende Experimente ausgeführt. Wird eine Anzahl Hühner mit 30 g polierten Reis täglich gefüttert, eine zweite Gruppe mit 10 g, eine dritte mit nur 5 g, so erliegen die Tiere der Beriberi desto später, je kleiner die tägliche Ration, und zwar

genau proportional. Wird nun statt Reis eine stickstoff- und fettreiche (Osborne-Mendelsche) Diät verabreicht, so erkranken die Tiere je nach der Quantität früher oder später, aber durchweg schneller als am Reis. Diese mit großer Sorgfalt geführten Experimente lassen uns vermuten, daß die normale Verwertung der Nahrung durch die Vitamine beherrscht wird. Je größer die tägliche Ration, desto mehr Vitamine müssen zu Gebote stehen; außerdem aber wechselt der Bedarf an Vitaminen je nach der Art der Nahrung, und diese letzte Frage wird gegenwärtig experimentell erforscht. Es werden manche klinische Fragen durch diese Untersuchungen dem Verständnis näher gerückt. So führt z. B. die Überernährung mit Kuhmilch bei Säuglingen mitunter zur schweren Atrophie, was bekanntermaßen bei Überernährung mit Brustmilch nicht vorzukommen pflegt. Die Erklärung ist die, daß im ersten Falle eine überreiche, aber vitaminarme (gekochte) Nahrung dem Kinde verabreicht wird, und je größer die Kuhmilchquanten, desto schneller wird der Verfall und Atrophie eintreten.

Demgegenüber führt das Hungern nicht zur Entwicklung einer Avitaminose, weil eben beim Nahrungsmangel der Vitaminvorrat unverbraucht in den Organen bleibt.

In den Organen, und speziell in den endokrinen Drüsen habe ich, wie schon erwähnt, mit Dr. *Douglas* bedeutende Veränderungen gefunden, die vielleicht bestimmt sind, neues Licht in das Wesen der Avitaminosen zu bringen. Ich will hier speziell hervorheben, daß sich bei der Geflügelberiberi eine so hochgradige *Atrophie der Thymus* findet, wie sie z. B. beim Hungern nie zu sehen ist. Hier haben wir offenbar mit einem besonderen Vorgang zu tun, dessen Tragweite hoffentlich durch künftige Forschung bestimmt wird¹⁾.

Vom Kongreß des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913.

Von Privatdozent Dr. W. Guertler, Grunewald.

(Schluß.)

Ein weiterer Vortrag, den der Verfasser dieses Berichtes hielt, beschäftigt sich mit allgemeinen und zusammenfassenden Darlegungen über die spezifischen Volumina der Legierungen. Legierungen haben bekanntlich einen außerordentlich komplizierten Aufbau. Es finden sich in ihnen gewisse Verbindungen der Metalle untereinander, und diese Verbindungen vermögen ebenso, wie die reinen Ausgangsmetalle selbst, die anderen oder

¹⁾ Siehe auch: *Casimir Funk*, Diät und diätische Behandlung vom Standpunkt der Vitaminlehre. Münch. Med. Woch. Nr. 47, 1913. *Casimir Funk*, Studien über das Wachstum. Das Wachstum auf vitaminhaltiger und vitaminfreier Nahrung. Hoppe-Seylers Zeits. f. physiol. Chemie. 88, 352, 1913.

überschüssigen Komponenten bis zu einem gewissen Grade in sogenannter fester Lösung aufzunehmen, und diese festen Lösungen bilden dann innerhalb gewisser Gesamtkonzentrationsgebiete mechanische Mischungen miteinander. Man hat Methoden ausgearbeitet, diese gesamten Zustände graphisch in einer Ebene darzustellen, derart, daß man für jede Zusammensetzung der gegebenen Legierung und für jede gewählte Temperatur auf Grund dieser graphischen Darstellung ohne weiteres sofort angeben kann, ob diese Legierung nur eine einzige Kristallart enthält oder ein heterogenes Gemisch zweier verschiedener (mehr als zwei Arten sind im Gleichgewichtszustande in einer Legierung aus zwei Metallen nicht möglich), und wie groß in jedem Falle die relativen Mengen der beiden Komponenten sind. Auch der geschmolzene Zustand und die Übergänge zwischen dem geschmolzenen und kristallisierten sind in gleicher Weise in diesen Zustandsdiagrammen mit aufgenommen. Die verschiedenen möglichen Kristallarten werden mit der Schmelze und dem Dampf (falls ein solcher in Betracht kommt) unter der gemeinsamen Bezeichnung Phasen zusammengefaßt.

In einem solchen Zustandsdiagramm erscheinen somit, durch gewisse sogenannte Gleichgewichtskurven voneinander abgegrenzt, verschiedene Gebiete, in denen die verschiedenen einzelnen Phasen oder ihre Gemische zu je zweien beständig sind. Betrachtet man nun irgendwelche Eigenschaften der Legierungen, so müssen diese gesetzmäßige Zusammenhänge mit dem derart beschriebenen inneren Aufbau der Legierungen haben. Die Änderung dieser Eigenschaften mit der Konzentration und Temperatur bewegt sich in gewisser gesetzmäßiger Weise, und es ist leicht verständlich, daß man schließlich imstande sein muß, für jede einzelne Phase über ihren ganzen Ausdehnungsbereich die Abhängigkeit ihrer Eigenschaften von Temperatur und Zusammensetzung (meist „Konzentrationen“ genannt) durch ein mathematisches Gesetz auszudrücken. Soweit die Grenzen der Existenzfähigkeit dieser Phasen reichen, müssen die Änderungen kontinuierlich verlaufen.

Solche einheitlichen mathematischen Darstellungen lassen sich in gleicher Weise auch für die Zustandsgebiete geben, in denen zwei verschiedene Kristallarten im Gemisch miteinander vorliegen.

Stellt man nun die numerischen Werte dieser Eigenschaften mit Hilfe der darstellenden Geometrie dar, indem man in einer dritten Dimension über der Temperaturkonzentrationsebene die Eigenschaften aufträgt, so ergibt der mathematische Ausdruck dieser Eigenschaften über jedem Teilgebiet des Zustandsdiagramms eine Raumfläche. Diese Raumflächen schneiden sich in Raumkurven, deren Projektion auf die Grundfläche wieder das Zustandsdiagramm ergibt. Ändert man entweder die Temperatur oder die Konzentration für sich allein, so wird man also

kontinuierliche Änderungen erhalten, so lange, bis man eine solche Grenzkurve passiert und von dem einen Oberflächenfelde auf das andere übergeht. Jede Darstellung der Abhängigkeit der Eigenschaften von der Temperatur oder Konzentration, die man als Vertikalschnitte durch das erhaltene Raumgebilde sich leicht erzeugen kann, muß deshalb Diskontinuitätspunkte zeigen, die jedesmal einen Punkt der Gleichgewichtskurven des Zustandsdiagramms zu konstruieren gestatten.

Experimentell lassen sich nun diese Kurven feststellen, indem man zunächst bei einigen Konzentrationen die Abhängigkeit der Eigenschaften von der Temperatur untersucht und dann mit Hilfe der erhaltenen Kurven auch die Abhängigkeit der Eigenschaften von der Konzentration bei konstanter Temperatur darstellt. Ein vollständiges System solcher Untersuchungen vermag schließlich das vollkommene Zustandsdiagramm zu liefern. Andererseits ist es auch möglich, durch diese Darstellungen im Raume aus dem Zustandsdiagramm an sich schon in großen Zügen die Volumenwerte des ganzen Systems abzulesen.

Der Sinn des erwähnten Vortrages lag nun darin, in diesem Sinne speziell die Volumenwerte der Legierungen zu bearbeiten. Die spezifischen Volumina liefern ebenso wie der spezifische elektrische Widerstand absolute und jederzeit reproduzierbare Werte, und die Methode ist vollkommen vom Zeitfaktor bei den Untersuchungen unabhängig, was sehr wesentlich ist, da es dadurch möglich wird, bei Durchführung der Messungen sich beliebig viel Zeit zu nehmen, um die Einstellung des inneren chemischen Gleichgewichts der Legierungen entsprechend dem Zustandsdiagramm abzuwarten und durch Messungen, die man nach Monaten wiederholt, zu kontrollieren.

Ein inhaltlich verwandter Vortrag von *Chamberlain* behandelte ebenfalls allgemein die Volumenänderungen der Legierungen. Die Untersuchungsmethode ist aber auf vollkommen anderen Prinzipien aufgebaut. Hier werden nicht zwei absolut bestimmbare und gesetzmäßige Größen, Temperatur und Volumen, in ihrer gegenseitigen Abhängigkeit untersucht und festgestellt, sondern es werden beide Faktoren der Zeit dargestellt. Man läßt die Legierungen aus dem flüssigen Zustande abkühlen; dabei fällt die Temperatur unregelmäßig. So wie alle anderen Eigenschaften, so zeigt auch der Wärmeinhalt der Legierungen diskontinuierliche Änderungen jedesmal, wenn die Legierungen beim Abkühlen eine Feldgrenze des Zustandsdiagramms passieren. Es treten Wärmeentbindungen als Kristallisationswärme, Umwandlungswärme, Verbindungswärme usw. auf und verzögern die Abkühlung. Analoge Veränderungen zeigt nach dem vorher Gesagten auch der Volumeninhalt. Da aber die Temperatur unregelmäßig fällt, und man die Volumina in Abhängigkeit von der Zeit hat, ist es oft sehr schwie-

rig und oft unmöglich, zu sagen, welcher Temperatur, welchem Zustandsfelde oder welchem Übergangsstadium mitten während einer Reaktion ein gemessener Volumenwert entspricht, und es ist niemals möglich, Messungen verschiedener Forscher miteinander zu vergleichen, oder überhaupt absolute Werte zu erhalten, oder auch bei sofortiger Wiederholung desselben Versuchs dasselbe Resultat zu erhalten, weil der Verlauf der Abkühlung immer von zufälligen und mehr oder weniger unkontrollierbaren Einflüssen abhängig sein muß.

Immerhin ist diese Methode für die Praxis interessant, weil sie direkt den Verlauf der Volumenänderungen angibt, die sich beispielsweise bei der Abkühlung einer Gußmasse in der Form während des Erhaltens vollziehen können. Die erst beschriebene Methode liefert ebenfalls diesen Aufschluß, wenn die Abkühlungsgeschwindigkeit des betreffenden Gußstücks bekannt ist, so daß man weiß, welche Temperatur in jedem Moment vorliegt.

Eine ausführliche Untersuchung von *Hoyt* behandelt die ternären Legierungen von Kupfer, Zinn und Zink. Zu den Kupfer-Zinn-Legierungen gehören bekanntlich die echten Bronzen, und zu den Kupfer-Zink-Legierungen die Messinge. Die Konstitution beider Systeme ist außerordentlich kompliziert. Die meisten in der Technik wirklich gebrauchten Messinge und Bronzen sind Zwischenglieder zwischen den reinen Messingen und den echten Bronzen, weil sie durchweg Zink und Zinn gleichzeitig enthalten. Eine systematische Erforschung der Eigenschaften dieser Legierungen war bisher nicht möglich, weil die Konstitution des ternären Systems noch vollkommen im Dunkeln lag. Die Kompliziertheit der beiden binären Grenzsysteme ermutigte nicht zu einem Versuch, das ternäre System aufzuklären.

Die Untersuchung von *Hoyt* hat nun überraschend einfache Verhältnisse ergeben. Es hat sich gezeigt, daß gewisse intermetallische Verbindungen, die einerseits zwischen Kupfer und Zinn, andererseits zwischen Kupfer und Zink existieren, in allen Verhältnissen feste Lösungen miteinander bilden, daß also diese Kristallarten bei Zusatz des dritten Metalles zu dem ursprünglichen binären System diesen Zusatz einfach in den Kristallen selbst aufnehmen, so daß also in dem ganzen System von den Bronzen bis zu den Messingen hinüber neben den Kupferkristallen immer nur diese beiden selben Kristallarten auftreten, wodurch die Erscheinungen sehr vereinfacht werden. Das oben Gesagte bezieht sich nur auf die kupferreichen Legierungen, welche ja auch nur allein ein technisches Interesse besitzen. Die kupferärmeren Legierungen sind noch zu erforschen. Auch über die Veränderung der Kornfeinheit mit den relativen Mengen von Zink und Zinn ergaben sich wertvolle Aufschlüsse. Mit dieser Kornfeinheit hängen wesentliche mechanische Eigenschaften, wie Festigkeit und Elastizität,

sehr eng zusammen, wie schon weiter oben gesagt wurde. Die Untersuchung hat einen sehr umfassenden Überblick darüber geschaffen, in welchen Mischungsverhältnissen die günstigsten Legierungen zu finden sind und welche Eigenschaften wir überhaupt von der ganzen Gruppe erwarten können.

Ein weiteres Beispiel dafür, wie ein für die Technik wichtiges Problem nach wissenschaftlichen Methoden systematisch angegriffen und zur Lösung gebracht werden kann, bildet die Arbeit von *Johnson* über eine Methode, die Eigenschaft von arsenhaltigem Kupfer zu verbessern. Die Tragrahmen in den Feuerungskästen der Lokomotiven werden bekanntlich aus Kupfer gefertigt. Durch die Verwendung von Maschinen mit immer höheren Dampfdrucken und immer höheren Temperaturen, größeren Feuerungskästen und überhaupt schwererer Arbeit werden die Ansprüche an diese Rahmen immer größer. Die angreifenden Einflüsse bestehen in der Einwirkung erhitzter Gase, in einer fortwährenden Ausdehnung und Zusammenziehung durch Temperaturschwankungen und in einer starken mechanischen Beanspruchung. Dabei muß das Metall doch weich und dehnbar genug sein, um sich mit genügender Leichtigkeit verarbeiten zu lassen. Reines und vor allem sauerstofffreies Kupfer entspricht diesen Ansprüchen recht gut, aber es war das Problem, ob sich nicht doch noch eine Legierung mit besseren Eigenschaften schaffen ließe.

Das Kupfer nimmt sehr leicht bei nicht genügender Vorsicht beim Schmelzen Sauerstoff auf, und dieser Sauerstoff findet sich, mit einer entsprechenden Menge Kupfer zu Oxydul verbunden, in dem erstarrten sauerstoffhaltigen Kupfer als heterogene Beimengung vor. Wird nun solches Kupfer im Betrieb längere Zeit der Einwirkung reduzierender Feuerungsgase ausgesetzt, so reduzieren diese die Kupferoxydulmassen, die zwischen den Kupferkörnern eingelagert sind, zu staubfeinem Kupferpulver, und es ist selbstverständlich, daß dadurch der Zusammenhalt der Kupfermasse zerstört wird und der Bruch eintritt. Man hatte nun zunächst gefunden, daß Zusatz kleiner Mengen von Arsen imstande ist, der schädlichen Wirkung des Oxyduls dadurch entgegenzuwirken, daß das oxydische Netzwerk zwischen den Kupferkörnern zu feinen Punkten zusammengeballt wird, wie das durch einen Vergleich von Fig. 4 und 5 deutlich erkennbar ist. In dieser Form stören die Beimengungen den Zusammenhalt der Kupferkörner weit weniger, und vor allen Dingen kann der Wasserstoff nicht in den porösen, reduzierten Stellen zwischen den Kupferkörnern ohne Hemmung sich immer weiter hineinfressen. Außerdem wurde gefunden, daß der Arsensatz die Auflösung von Gasen in dem Kupfer hemmt.

Es entstand nun die Frage, ob sich nicht noch weitere Verbesserungen einführen ließen, und zwar speziell durch Zusatz eines Desoxydierungs-

mittels, welches imstande wäre, die oxydischen Massen vollkommen zu entfernen. Dieser Zusatz müßte erstens der Löslichkeit von Gasen weiter entgegenwirken, zweitens sich mit dem Arsen gut vertragen, drittens den wesentlichen Eigenschaften nicht schaden, worunter besonders zu nennen ist, daß wegen der fortwährenden Erhitzungen und Abkühlungen der Ausdehnungskoeffizient der Legierung möglichst derselbe sein muß, als der des Kupferkastens, mit welchem die Rahmen fest verbunden sind, und viertens muß der Zusatz derart sein, daß ein Überschuß nicht schädlich wirkt. Schließlich muß er fünftens billig sein.

Von diesen Gesichtspunkten aus wurde gefunden, daß das Silizium allen genannten Ansprüchen entspreche. Da das reine Silizium selbst ziemlich teuer ist, eine siliziumreiche Eisenlegierung dagegen sehr viel billiger, so wurde diese ver-

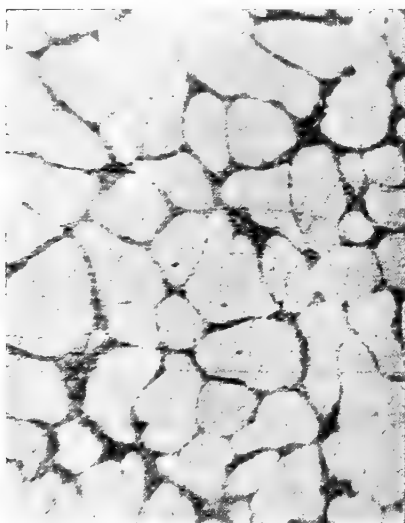


Fig. 4. Kupfer mit 0,2% Sauerstoff. 150 fach vergrößert.

wendet und dabei die Zufallsentdeckung gemacht, daß auch Eisenzusatz in gleicher Weise vorteilhaft wirkt, so daß man also Ferrosilizium zusetzen kann. Eisen sowohl wie Silizium wirken beide im Kupfer als Desoxydationsmittel. Der Expansionskoeffizient wurde nicht bestimmt, aber er muß ziemlich denselben Wert haben, wie beim reinen Kupfer, da der Betrag des Zusatzes sehr gering ist. Die verschiedenen mechanisch-technischen Eigenschaften waren ausgezeichnet. Versuche bei längerer Erhitzung in reduzierenden Gasen zeigten die Immunität der Legierung dieser gegenüber, und auch die mechanisch-technischen Prüfungen bei hoher Temperatur gaben gute Resultate. Ein Nachteil der neuen Legierung besteht in ihrer ziemlich starken Lunkerbildung, und man muß noch versuchen, dieser entgegenzuwirken.

Besonderes Interesse beanspruchen die begleitenden mikrographischen Untersuchungen, welche

zeigten, daß die sämtlichen vorhandenen Zusätze in fester Lösung in den Kupferkristallen aufgenommen sind. Freies Oxyd fehlte vollkommen. (Vgl. Fig. 6.) Nach dem Erhitzen im Wasserstoffstrom zeigten sich in den sauerstoffhaltigen

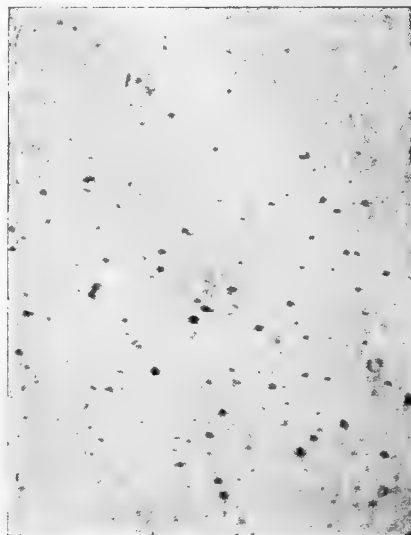


Fig. 5. Kupfer mit 0,2% Sauerstoff und 2% Arsen. 150 fach vergrößert.

Kupfern ohne weitere Zusätze große zersetzende Ausfressungen zwischen den Kupferkörnern, bei Arsensatz in bescheidenerem Maße nur an ein-



Fig. 6. Kupfer durch Zusatz von etwas Silizium und Eisen von Sauerstoff befreit. 150 fach vergrößert.

zelnen Knotenzellen, während die neuen Legierungen sich vollständig unbeeinträchtigt zeigen.

Die neuen Legierungen haben folgende Zusammensetzungen: Arsen 0,34 bis 0,39 %, Silizium bis zum Maximalbetrag von 0,8 %, Eisen bis zum

Maximalbetrag von 0,2 %. Der Sauerstoff war in diesen Legierungen durch die erfolgten Zusätze vollkommen entfernt.

In ähnlicher Weise hat *Read* untersucht, welchen Einfluß Phosphor auf Aluminiumbronze mit 5 und 10 % Aluminium haben kann. Phosphor

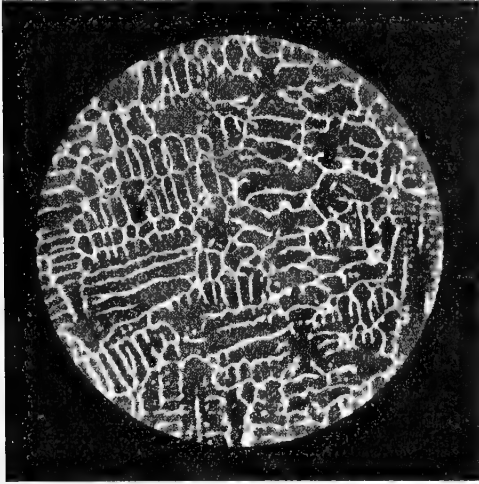


Fig. 7. 94,34 % Cu, 5,14 % Al, 0,52 % P.
100 fach vergrößert.

wird in der Technik der Messinge und Bronzen sehr viel als Desoxydationsmittel verwendet, scheint aber meistens, wenn man mit dem Zusatz nicht vorsichtig gewesen ist, ein zu hartes und sprödes Material hervorzurufen. Um die am Schluß befindlichen mikrographischen Beobach-

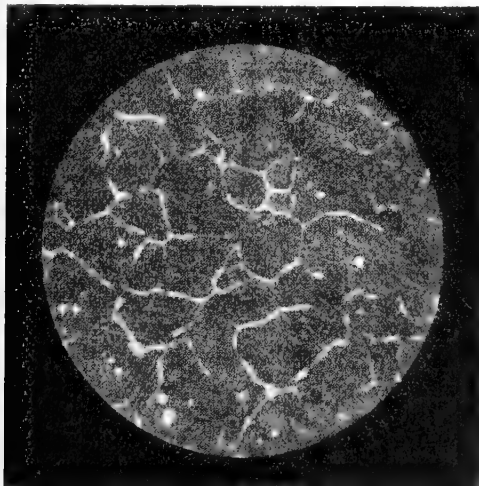


Fig. 8. Dasselbe 20 Minuten auf 800 ° erhitzt.
100 fach vergrößert.

tungen vorweg zu nehmen, so zeigten diese, daß von den Kristallen der Kupfer-Aluminium-Legierung nicht unerhebliche Mengen Phosphor in feste Lösung aufgenommen werden. Bei 10 % Aluminium rief ein Zusatz von 0,18 % Phosphor noch keine neue Kristallart in der Legierung hervor,

wohl aber waren bei Zusatz von 0,4 und 0,5 % Phosphor kleine Flecken von Phosphid zu erkennen. Bei der Legierung mit 5 % Aluminium zeigte sich bei 0,2 % Phosphor im roh gegossenen Zustande bereits freies Phosphid; wird aber das innere chemische Gleichgewicht in der Legierung durch längeres Glühen eingestellt, so lassen sich die 0,2 % Phosphor noch vollkommen in feste Lösung bringen, 0,25 % jedoch nicht mehr. Durch das Ausglühen wird außerdem ein Zusammenballen der Phosphorwände hervorgerufen. Die hier wiedergegebenen Figuren 7, 8 und 9 zeigen eine Legierung mit 0,52 % Phosphor und bei 5,12 % Aluminium; im roh gegossenen Zustande bildete das Phosphid (weiß) ein vollkommenes Maschenwerk um die aluminiumhaltigen Kupferkristalle. Nach zwanzig Minuten Ausglühen bei 800 ° zeigt sich ein Zusammenballen dieses Maschenwerkes, was nach der doppelten Zeit noch abermals deutlicher wird.

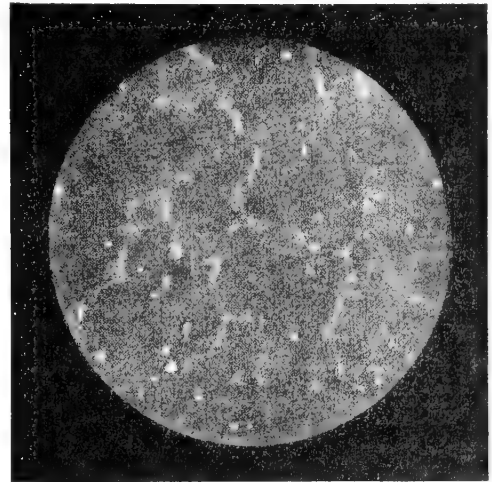


Fig. 9. Dasselbe 40 Minuten auf 800 ° erhitzt.
100 fach vergrößert.

Mit Hilfe dieser mikrographischen Beobachtungen läßt sich schon in großen Zügen voraussagen, was das Studium der Eigenschaften ergeben wird. Der spezifische elektrische Leitungswiderstand muß durch den in fester Lösung aufgenommenen Phosphor erhöht werden, so lange, bis Sättigung erreicht ist. Die Härtung muß gesteigert werden, aber die Festigkeit schon von geringen Phosphorgehalten aus abfallen, was die genaueren Untersuchungen auch zahlenmäßig bestätigen.

Die VI. Jahreskonferenz für Naturdenkmalpflege in Berlin.

Bericht von Dr. F. Moewes, Berlin.

(Schluß.)

Von anderen allgemeinen Fragen, die auf der Konferenz erörtert wurden, ist insbesondere die der Aufnahme der *Naturdenkmalpflege in den*

akademischen Unterricht von Interesse. Dr. Pax teilte mit, daß er bei seinen Vorlesungen an der Universität Breslau gelegentlich einige Stunden darauf verwendet habe. Er wünschte eine größere Berücksichtigung der Naturdenkmalpflege innerhalb der naturwissenschaftlichen Vorlesungen an den Universitäten und empfahl, zur Ergänzung der Vorträge, Exkursionen in Naturschutzgebiete zu veranstalten. Zur Unterstützung der Studierenden müßten hierfür Mittel bereit gestellt oder wenigstens freie Fahrt gewährt werden. Wie Geh. Rat Conwentz mitteilte, hält jetzt Prof. Roth an der Forstakademie in Eisenach ein einstündiges Kolleg über Naturdenkmalpflege. Prof. Schweder (Mährisch-Weißkirchen) berichtete, daß Dr. Iltis in seiner botanischen Vorlesung an der Technischen Hochschule in Brünn auch die Naturdenkmalpflege behandle. In Lemberg hat Prof. Raciborski (jetzt in Krakau) ein Semester hindurch eine einstündige Vorlesung über den Schutz der botanischen Naturdenkmäler gehalten.

Manche andere noch unerfüllten Wünsche, manche Klagen über Fehlschläge in den Bemühungen um den Schutz bedrohter Naturschöpfungen wurden aus der Versammlung laut, aber sie traten zurück gegenüber den Erfolgen, von denen die Abgesandten zu melden wußten. Ein glänzendes Bild guter Organisation, freudigen Zusammenarbeitens der leitenden Persönlichkeiten und williger Beteiligung aller Kreise bot der Bericht von Oberlehrer PaECKELMANN über die Tätigkeit des Bergischen Komitees für Naturdenkmalpflege, dem es unter Führung von Dr. Foerster in wenigen Jahren gelungen ist, bei Bürgern und Bauern das regste Interesse für den Naturschutz zu erwecken und den Beitritt, nicht nur von zahlreichen Privatpersonen und sämtlichen wissenschaftlich arbeitenden Vereinen, sondern auch von Städten und Landgemeinden als inkorporierter Mitglieder des Komitees herbeizuführen. Dank dieser regen Anteilnahme der Bevölkerung stehen dem Komitee für seine Zwecke sehr reiche Mittel zur Verfügung, wofür schon das schön ausgestattete erste Heft seiner „Mitteilungen“ Zeugnis ablegte. Das Bergische Gebiet ist an Naturdenkmälern nicht reich. Besonders bemerkenswert ist das häufige Vorkommen der Stechpalme oder Hülse, die hier nahe der Grenze ihrer Verbreitung vorkommt und sich, nach PaECKELMANNs Beobachtungen, weniger durch Samen, als durch Wurzelprozesse zu vermehren scheint. Sie ist insbesondere durch die Gärtner gefährdet, die sie hauptsächlich zu Weihnachten nach England exportieren. Eine Reihe hochstämmiger Stechpalmen sind geschützt worden. Von anderen Bäumen sind z. B. ein paar alte Femlin-den und Eiben unter Schutz gestellt worden. Nicht nur Privatpersonen, sondern auch Behörden haben solchen Bestrebungen großes Entgegenkommen bewiesen. Beispielsweise will die Eisenbahndirektion einem interessanten Aufschluß, der den Übergang vom Devon zum Karbon besonders schön zeigt,

Schonung angedeihen lassen. Die Stadt Hilden wird in ihrer Umgebung ein Moor- und Heidegebiet in seinem jetzigen Zustand erhalten; ein anderer, besonders schöner Teil des Gebietes ist von privater Seite angekauft und zu dauerndem Schutz bestimmt worden.

Viel Erfreuliches meldete auch Prof. Ahlenstiel, Geschäftsführer des Bezirkskomitees in Lüneburg, aus seinem Gebiet, wo die Stadt Harburg und andere Gemeinden Reservate gegründet haben, und wo durch landrätliche Verfügungen für den Schutz der nordischen Wintergäste (Schwäne, Sägetaucher, Möwen, Seidenschwänze usw.) gesorgt worden ist. In einem „Merkblatt für Naturdenkmalpflege“ hat das Komitee der Bevölkerung die Rettung dessen, was von überliefertem Leben und Vermächtnis der Vorzeit noch zu retten ist, empfohlen und namentlich die in den Schulen zu behandelnden Punkte gekennzeichnet. Verworfen wird darin die Anlegung von Naturaliensammlungen durch die Schüler. Das Schulbotanisieren insbesondere ist auch in anderen Teilen unseres Landes als eine große Gefahr für die Erhaltung seltenerer Pflanzen erkannt worden (vgl. diese Zeitschr. Jahrg. 1, S. 484). Oberlehrer PaECKELMANN verlangte eine entsprechende Abänderung des Lehrplanes, in dem das Sammeln von Pflanzen seitens der Schüler gefordert wird. Auch Seminarlehrer Sallet (Osterode, Ostpr.) erklärte Abwehrmaßregeln gegen das Schulbotanisieren für notwendig, indem er erwähnte, daß *Primula veris* in der Umgegend Elbings auf diese Weise ausgerottet worden sei. Aus dem Berichte von Prof. Ahlenstiel sei noch die zoologisch bemerkenswerte Mitteilung erwähnt, daß die Sumpfschildkröte, deren ursprüngliches Vorkommen im Gebiet immer noch bezweifelt wird, jetzt an acht Stellen nachgewiesen worden ist.

In andern Gebieten des preußischen Staates haben die Komitees gleichfalls eine rührige Tätigkeit entwickelt, wie namentlich die Berichte von Dr. Groß über Ostpreußen, Prof. Schaefer (Cassel) und Dr. Pax (Breslau) bewiesen. Im Regierungsbezirk Cassel sind eine Reihe von Reservaten hergestellt worden; u. a. hat die Gemeinde Zierenberg anläßlich des Regierungsjubiläums des Kaisers ein Waldgelände zur Erhaltung bestimmt. In Schlesien wird eine Enquête über das Vorkommen seltener Brutvögel veranstaltet, und der Tierwelt des Großen Teiches im Riesengebirge besondere Aufmerksamkeit zugewendet. In der Nähe der Schlingelbaude wird ein Pflanzengarten eingerichtet werden, wo biologische Beobachtungen über den Einfluß des Höhenklimas auf die Pflanzen der Ebene angestellt werden sollen. Dort will man auch Pflanzen ziehen, die im Riesengebirge gefährdet sind. Die Herstellung der Talsperre bei Ottmachau wird leider das Vogelparadies von Klein-Ellguth, wo durchschnittlich 50 000 Vögel leben, und wo Dr. Pax bei einem einzigen

Beobachtungsgänge 70 verschiedene Arten zählte, vernichten, da das Rittergut in einen See verwandelt wird. Hoffentlich findet wenigstens eine Eingabe der schlesischen Ornithologen Berücksichtigung, die um die Bepflanzung der Grenzen des Stauwerkes mit Gebüsch zur Aufnahme der vertriebenen Vögel gebeten haben.

Der für jeden Naturfreund schmerzlichen Maßregel, durch die ein bisher liebevoll behütetes Vogelheim vom Erdboden vertilgt wird, stehen freundliche Bilder gegenüber in dem Schutze, den die preußische Forstverwaltung den Vögeln auf einer zu diesem Zwecke von ihr angekauften kleinen Insel in der Oberförsterei Sadlowo (Ostpreußen) zuteil werden läßt, und in der Errichtung einer Anzahl von Vogelheimstätten durch den Deutschen Bund für Vogelschutz. Die ostpreußische Insel, über deren Vogelleben Amtsrichter *Tischler* (Heilsberg) berichtete, wird hauptsächlich von Möwen bevölkert, deren Zahl in kurzer Zeit von 100 auf 300—350 Paare angewachsen ist. Die Vogelschutzgebiete, die der Deutsche Bund für Vogelschutz errichtet hat, schilderte Ingenieur *Hähnle* (Stuttgart). Von besonderem Interesse ist das Gebiet am Federsee in Württemberg, das nicht weniger als 30 Hektar umfaßt, und dessen Gewinnung der Bund mit Einsatz seines ganzen Vermögens herbeigeführt hat. Weitere 15 Hektar werden in allernächster Zeit angekauft werden. Man ist beim Erwerb dieses Geländes, das einen äußerst günstigen Brutplatz für Sumpf- und Wasservögel bildet, besonders auf die Erhaltung der urwüchsigen Vegetation bedacht gewesen.

Aus anderen deutschen Bundesstaaten waren die Vertreter von Hamburg (Prof. *Brick*), Bayern (Regierungsrat *Reubold* [München]) und Baden (Prof. *Meigen* [Freiburg i. Br.]) mit eingehenden Referaten zur Stelle. In *Hamburg* findet die Naturdenkmalpflege viel Verständnis und Förderung. Sie stützt sich dort auf das Baupflegegesetz. Die zur Aufrechterhaltung dieses Gesetzes ernannte Baupflegekommission, die einen künstlerischen und einen wissenschaftlichen Beirat zur Seite hat, ist befugt, gegen die Entfernung einzelner Bäume und anderer Naturdenkmäler Einspruch zu erheben. Es ist gelungen, einige kleinere Gelände zu schützen, so namentlich in Langenhorn ein Moor, das eine große Zahl von Torfmoosen aufweist. In *Bayern* konzentriert sich die Tätigkeit im Landesausschuß für Naturpflege in München. In jedem Kreise sind zumeist zwei lokale Ausschüsse tätig, und außerdem beteiligen sich wie in Preußen noch zahlreiche Vereine an der Naturdenkmalpflege, der von seiten der Regierung kräftige Unterstützung zuteil wird. Besonders bezeichnend dafür ist der Umstand, daß in der Gendarmerieschule in München Unterricht im Naturschutz erteilt wird, wobei Landschaftschutz, Pflanzenschutz und Vogelschutz besprochen werden. Auch von der Künstlerschaft und der gelehrten Welt der Universitäten erfährt

die Naturdenkmalpflege jede Förderung, und — was besonders anerkennenswert ist — die Industrie geht in den meisten Fällen mit Verständnis auf ihre Bestrebungen ein. Die Bayern haben jetzt ein alpines Pflanzenschutzgebiet am Königssee, das fast 9000 Hektar umfaßt. Da jetzt das ganze Land mit elektrischen Leitungen überspannt wird, ist man darauf bedacht, eine Verunstaltung des Landschaftsbildes zu verhindern; Holzmaste sind in dieser Hinsicht weniger geeignet, als die dünneren und in größeren Entfernungen voneinander stehenden Eisenmaste. Was den Pflanzenschutz betrifft, so sind vom Ministerium des Innern (dem in Bayern die Naturdenkmalpflege untersteht) für das ganze Königreich Vorschriften erlassen worden. Eine Bestimmung im Polizeistrafbuch belegt Zuwiderhandlungen mit Strafe. Die interessantesten der zahlreichen bayerischen Moore werden im Naturzustand erhalten werden können. Hinsichtlich des Vogelschutzes ist die große Lachmöwenkolonie am Wörthsee zu nennen, wo Tausende von Möwen Brutplätze finden. Durch eine Verordnung zum Vogelschutzgesetz sind die Vögel in Bayern jetzt in intensivster Weise geschützt: abgesehen von den jagdbaren Vögeln können nur noch Rabenvögel, Sperlinge, Habichte, Sperber und Würger ohne besondere Erlaubnis erlegt und gefangen werden. Das Halten einheimischer Singvögel und die Einfuhr solcher Arten ist ausgeschlossen. Diese Maßregel wird, wie aus Äußerungen an einer anderen Stelle der Verhandlungen hervorging, von manchen als zu streng empfunden, wenigstens für Preußen nicht empfohlen. In Preußen dürfen fast alle Singvögel vom 1. Oktober bis 1. März gefangen werden, und es findet ein starker Import statt, so aus Holland (wobei nach den Ermittlungen von Oberlehrer *Kaltenbach* in Düsseldorf oft über die Hälfte der Tiere unterwegs zugrunde geht) und (nach Angaben von Prof. *Brick*) in großer Menge aus Rußland. Prof. *Hennicke* (Gera) sprach sich gegen ein Verbot des Vogelfanges und des Vogelhandels während des ganzen Jahres aus, da nur die Vogelfreunde sich Vögel hielten und die in Gefangenschaft befindlichen Tiere zumeist Männchen seien. Er empfahl eine genaue Kontrolle der Händler und verwies auf das Verfahren in Reuß, wo die Polizeibehörde Leuten, die ein Leumundszeugnis beibringen, Erlaubnisscheine zum Vogelfang geben kann.

Als Zentralstelle für den Naturschutz in *Baden* ist der 1908 aus der Verschmelzung des Badischen Botanischen und des Badischen Zoologischen Vereins hervorgegangene Badische Landesverein für Naturkunde und Naturschutz in Freiburg i. Br. (E. V.) offiziell anerkannt, dessen Schriftführer Dr. *Schlatterer* sich (wie Prof. *Meigen* hervorhob) um die Erhaltung der Naturdenkmäler im Großherzogtum besonders hohe Verdienste erworben hat. Regierung, Behörden und Private leihen der Bewegung kräftige Unterstützung, besonders hat sie auch im Landtage

warme Befürworter. In den Schulen wird auf Anordnung des Kultusministers im Unterricht der Naturschutz erörtert. Durch die Aufstellung und Verbreitung der „Zehn Gebote des Naturschutzes“, die auch weit über die Grenzen Badens hinaus bekannt geworden sind, hat der Verein das allgemeine Volksinteresse für seine Bestrebungen zu wecken gesucht. Die Erhaltung einer Reihe landschaftlich oder botanisch bemerkenswerter Punkte ist bereits gesichert. So hat man den mit Vernichtung bedrohten einzigen Standort der *Gentiana acaulis* in Baden erhalten, die Lothenbachklamm retten und der Verunstaltung des Landschaftsbildes im Murgtal, wo ein großes elektrisches Kraftwerk angelegt werden wird, vorbeugen können. 1912 wurde dem Polizeistrafgesetzbuch eine Bestimmung eingefügt, wonach die Übertretung der zum Schutz bestimmter Pflanzen oder Tiere erlassenen Vorschriften mit Geldstrafe oder Haft belegt wird. Die Verhandlungen über die Ausführungsbestimmungen dieses „Naturschutzgesetzes“ sind so weit gediehen, daß im Laufe des Winters genauere Vorschriften wenigstens über den Schutz der Pflanzenwelt erlassen werden können. Von ausgedehnteren Schutzgebieten hat der Verein vor allem die Umgebung von Kaltenbrunn-Hohloh im nördlichen und das Feldberggebiet im südlichen Schwarzwald vorgeschlagen.

Aus dem befreundeten Österreich brachte Prof. *Schweder* (Mährisch-Weißkirchen) die erfreuliche Kunde, daß im Anschluß an Vorträge, die Prof. *Conwentz* an der Deutschen Technischen Hochschule in Brünn und an der Deutschen Universität in Prag gehalten hatte, sowohl in Böhmen wie in Mähren die Organisation der Naturdenkmalpflege ins Werk gesetzt werde, und daß die Bemühungen der Freunde des Naturschutzes trotz mancher Schwierigkeiten, die zu überwinden sind, guten Fortgang nehmen. Während der Konferenz traf die telegraphische Nachricht ein, daß sich in Mähren eine Deutsche Kommission für Naturdenkmalpflege mit dem Grafen *Deym* als Präsidenten und dem Privatdozenten Dr. *Iltis* als Sekretär gebildet hat.

Interessante Mitteilungen aus Japan machte Prof. *Miyoshi*. Die japanischen Tempel sind mit Hainen umgeben, die nicht selten den Rest der früher allgemein verbreitet gewesenen Pflanzen enthalten. Dort finden sich auch die Riesenexemplare von *Ginkgo biloba* und andere merkwürdige Bäume. So dienen die Tempelhaine als Pflanzenreservate. Naturschutzgebiete im strengsten Sinne des Wortes existieren in Japan noch nicht. Doch wird an einigen Stellen tatsächlich Naturschutz ausgeübt, so in dem größtenteils der kaiserlichen Haushaltung gehörigen Gebiet von Nikko (nördlich von Tokio), wo sich eine 20 Kilometer lange Allee von *Cryptomeria japonica*, dichtbewaldete Berge, Schluchten, Seen, Hochmoore und Thermalquellen befinden, ferner Matsushima in Nordjapan, wo zahlreiche kleine Inseln mit

Pinus Thunbergii bestanden sind. Die Universitäten haben einige Forstreservate. Unter dem Vorsitz des Marquis *Tokugawa* besteht eine „Japanische Gesellschaft zum Schutz der Landschaft, ihrer Natur- und Kulturdenkmäler“. Dank der Unterstützung *Tokugawas* ist die Erhaltung einer Grotte mit dem auch an einigen Stellen in Deutschland geschützten Leuchtmoos (*Schistostega osmundacea*) gesichert. Bemerkenswert ist, daß in Westjapan ein Bambuswald um eines spärlich verbreiteten, schwarzhyphigen Pilzes (*Miyoshia fusipora*) willen, der auf dem Bambusrohr zierliche Flecke erzeugt und dessen Verarbeitung zu Kunstgegenständen bedingt, geschont wird.

Endlich sei noch eines Referates Erwähnung getan, das der Unterzeichnete auf Grund der offiziellen Jahresberichte und einiger Monographien von Dr. *Cockayne* über die Naturdenkmalpflege auf Neuseeland erstattete. Dort hat man schon 1892 den Schutz der natürlichen Landschaft in die Gesetzgebung eingefügt und 1903 ein eigenes (später noch verbessertes) Gesetz für die „Scenery Preservation“ geschaffen. Zurzeit bestehen auf der Nord- und der Südinsel mehrere Hundert kleinerer und größerer Schutzgebiete von insgesamt mehr als 1100 Quadratkilometern Flächenraum, sowie fünf große Nationalparke mit über 11 000 Quadratkilometer Oberfläche. Hierzu kommen noch drei kleinere Inseln, die in erster Linie zum Schutze der einheimischen Vogelwelt reserviert sind, und der größte Teil von Stewart Island, wo man Schutzgebiete zur Erhaltung des Landschaftsbildes sowohl wie der Fauna und Flora geschaffen hat. So ist Fürsorge getroffen, daß die merkwürdige Pflanzen- und Tierwelt Neuseelands erhalten bleibt.

Selbstaufzeichnung des Zeitsignals.

Von H. Thurn, Berlin-Friedenau.

Nach den „Wünschen und Beschlüssen der Internationalen Vorkonferenz zur Regelung des Zeitsignals“ zu Paris (15.—23. Oktober 1912) ist laut Punkt 15 bei den wissenschaftlichen Funkenzeitsignalen für den Gebrauch in der Astronomie und Geodäsie ein möglichst hoher Grad von Genauigkeit anzustreben. Gemäß Punkt 18 sollen die Sternwarten und beteiligten Verwaltungen die Einführung der Selbstaufzeichnung der Zeitsignale in Erwägung ziehen.

Soll die Selbstaufzeichnung der Signale der Wissenschaft nennenswerte Dienste leisten, so muß sie eine Genauigkeit von mindestens $\frac{1}{100}$ Sekunde gewähren. Diese Bedingung kann bei der erforderlichen elektrischen Empfindlichkeit nur eine Registriervorrichtung erfüllen, deren vom Strome bewegter Mechanismus äußerst geringe Trägheit besitzt. Eine Verschleierung der Einsetzzeiten des von der Kontrolluhr ausgelösten

Stromstoßes und der Zeitangabe des Signals läßt sich nur dann vermeiden und der Uhrstand genau genug festlegen, wenn in dem Diagramm einerseits Anfang und Ende jedes funkentelegraphischen Zeichens äußerst genau abzulesen ist und andererseits die Dauer des Kontrollstromes nur einen geringen Bruchteil der Zeitdauer des kürzesten Signalzeichens (Punktes) beträgt. Aus diesem Grunde dürfte sich bei Benutzung eines aperiodischen Spiegelgalvanometers oder Drehspulengalvanometers zur Registrierung kein sehr hoher Grad von Genauigkeit erzielen lassen; der bewegliche Stromträger des Spiegelgalvanometers besitzt eben verhältnismäßig hohe Trägheit und hohe magnetische Dämpfung. Auch beim Drehschleifengalvanometer (Oszillographen) besitzt die Drehschleife erhebliche Trägheit: Aperiodizität wird durch Erhöhung der Reibungsdämpfung, z. B. Öldämpfung, erreicht, was dieselben Erscheinungen wie beim Drehspulengalvanometer zur Folge hat.

Wirklich brauchbare Ergebnisse und hohe Genauigkeit hat Dr. *Erich F. Huth* (Berlin) bei Benutzung eines aperiodischen Saiten-

- 1 ein Empfangsapparat,
- 2 ein Saitengalvanometer,
- 3 ein Apparat zur photographischen Registrierung der Ausschläge des Saitengalvanometers und
- 4 ein Sekundenpendel.

Fig. 3 gibt schematisch die Schaltung:

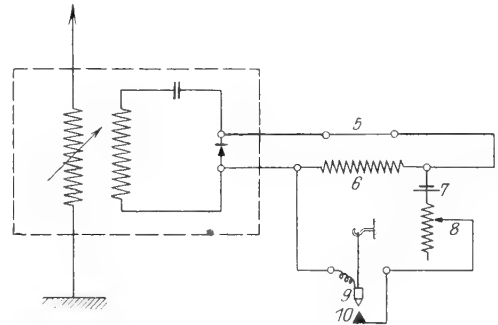


Fig. 3.

Die eintreffenden Zeichen veranlassen den Ausschlag des Fadens 5 des Saitengalvanometers; die

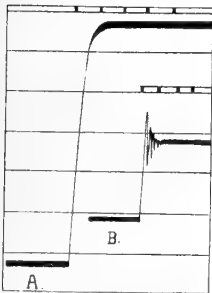


Fig. 1. Eichkurven.
A. Saitengalvanometer
B. Oszillograph.

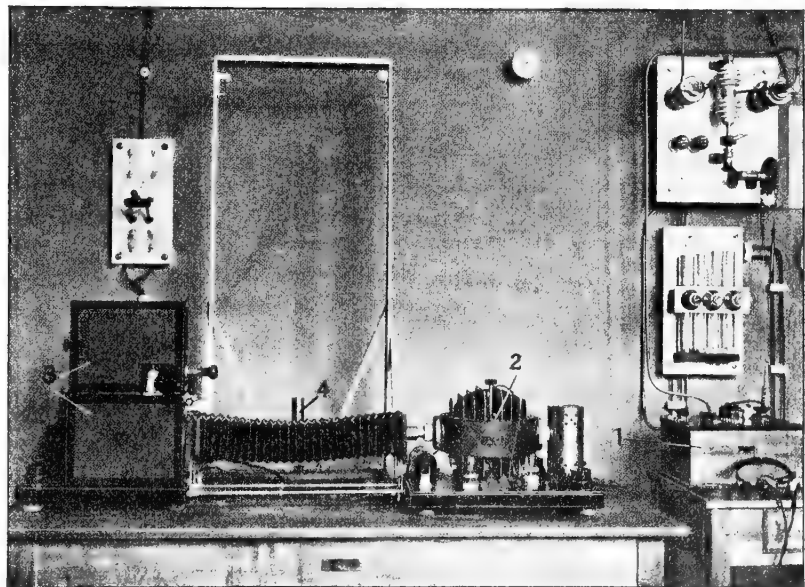


Fig. 2.

galvanometers erzielt. Aus den in Fig. 1 ersichtlichen Eichkurven eines Saitengalvanometers (A) und eines Drehschleifengalvanometers (B) ersieht man, daß bei spezifisch gleicher Reaktionsgeschwindigkeit (Parallelität des Anstieges der Kurven) das Saitengalvanometer aperiodisch, das Drehschleifengalvanometer oszillatorisch in die stationäre Lage übergeht. Die von *Huth* benutzte Versuchsanordnung zur Selbstaufzeichnung des Zeitsignals (aperiodisches Saitengalvanometer mit photographischer Registrierung) ist in Fig. 2 dargestellt. In dieser Versuchsanordnung ist

Größe des Ausschlages wird durch Regulierung der Kopplung im Empfangsapparat eingestellt. In der Zuleitung des Fadens liegt die Primärspule eines Eisentransformators 6 von besonderer Wicklung und Konstruktion, während die Sekundärspule über ein Element 7 und einen Regulierwiderstand 8 von dem Pendel 9 bzw. einem gegenüberliegenden Kontakt 10, über den das Pendel in seiner tiefsten Lage hinwegstreicht, eingeschlossen ist. Jedesmal beim Darüberhinwegstreichen wird der Stromkreis des Elementes einmal geschlossen und geöffnet, und so durch den Faden des Saitengalvanometers durch die Über-

tragung des Transformators ein Stromstoß, beim Schließen in der einen, beim Öffnen in der andern Richtung, gesandt. Die Saite macht also in jeder Sekunde einen doppelten Ausschlag nach oben und unten, der sich dem durch den Detektorempfangsstrom hervorgebrachten Ausschlag überlagert, und eine genaue Zeitkontrolle gestattet. Es kommt also die Aufnahme der Fig. 4 zustande.

Das Saitengalvanometer ist, um es leicht transportfähig zu machen, so gebaut, daß es relativ wenig Eisen und dabei eine möglichst hohe Empfindlichkeit besitzt. Dies gelang dadurch, daß

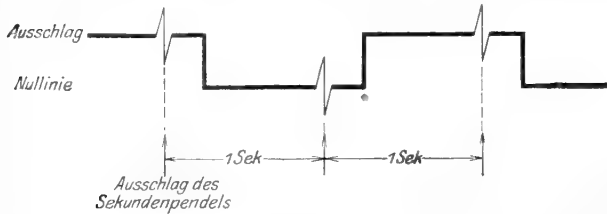


Fig. 4.

nach einem Vorschlage von Prof. F. F. Martens in Berlin das Magnetfeld des Galvanometers ringförmig ausgebildet wurde. Die Polschuhe, zwischen welchen sich die Saite befindet, sind auf einem Durchmesser dieses Ringes angeordnet. Infolgedessen befindet sich die Saite im Schwerpunkt des Instrumentes und es ergibt sich der Vorteil, daß das Galvanometer, dessen Gewicht nur 28 kg beträgt, viel weniger gegen Bodenerschütterungen empfindlich ist als alle anderen Instrumente von gleichen Prinzipien. Man kann daher das Instrument ohne irgendwelche besonderen Vorsichtsmaßnahmen, um die immer auftretenden Erschütte-

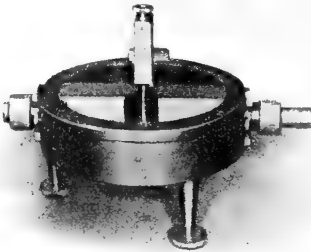


Fig. 5.

rungen des Bodens abzuschwächen, auf jeden beliebigen Tisch stellen und so ohne weiteres benutzen. Fig. 5 zeigt das Magnetsystem des Galvanometers ohne Feldspulen.

Die Feldspulen sind unterteilt und auf einem mit Rippen versehenen Spulenkörper aus Metall gewickelt. Infolgedessen sind die Spulen gut gekühlt und man kann, ohne daß eine lästige Erwärmung eintritt, mit höheren Stromstärken arbeiten, wie mit den gewöhnlichen, aus einer Wicklung bestehenden Spulen. Fig. 6 zeigt das Galvanometer.

Der Saitenhalter ist so klein und so stabil, daß man ihn bequem in der Tasche bei sich tragen

kann. Er besteht aus einem Rahmen, zwischen dem die 100 mm lange Saite gespannt ist. Fig. 7 zeigt den Einsatz. Am Kopfe des Rahmens befindet sich eine Schraube, welche zur Regulierung

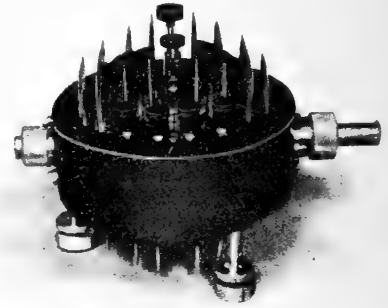


Fig. 6.

der Fadenspannung dient, um das Instrument jedesmal auf die gewollte Empfindlichkeit zu eichen. Anschläge verhindern, daß der Faden zu stark gespannt bzw. zu stark entspannt werden



Fig. 7.

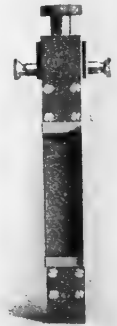


Fig. 8.

kann. Die Saite ist, wenn sich der Einsatz außerhalb des Instruments befindet, durch eine Hülse (siehe Fig. 8) geschützt, welche auf den Einsatz aufgeschoben ist.

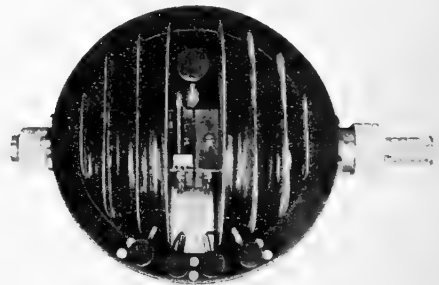


Fig. 9.

Die Hülse besitzt an ihrer offenen Seite Schienen. Mit diesen Schienen wird sie samt dem Einsatz in seitlich an den Polschuhen befindlichen Nuten eingeschoben, welche in Fig. 9 zu sehen sind. Beim Einschieben des Einsatzes

fassen zwei oben und unten am Einsatz vorhandene Haken in Ösen von Messingstücken ein, welche oberhalb und unterhalb der Polschuhe angebracht sind. Diese Messingstücke laufen auf Schraubenspindeln, welche gemeinsam durch einen Knopf in Umdrehungen versetzt werden können. Dreht man daher an diesem Knopf, so wird der Saitenträger allmählich aus seiner Schutzhülle zwischen die Polschuhe geschoben, bis er im Gesichtsfelde des Beobachtungsmikroskops erscheint. Fig. 6 zeigt das Galvanometer mit dem Einsatz in dieser Stellung.

Diese Methode, die Saite einzuführen, hat, abgesehen von ihrer Einfachheit und Sicherheit, den Vorteil, daß der Faden außerhalb des Galvanometers in einem allseitig geschlossenen Einsatz untergebracht und so allen Fährlichkeiten entzogen ist, im Galvanometer aber frei zwischen den

fällt hier vollkommen fort, da sie bereits in der Fabrik auf das sorgfältigste ausgeführt ist.

Drittens ist der Faden während seiner Benutzung absolut gegen Staub und Luftzug geschützt; der erstere stört das Arbeiten und der zweite zerstört mit der Zeit jeden Faden. Das Einziehen, das sonst eine Stunde Zeit beansprucht, dauert kaum eine Minute.

All diese Verbesserungen haben das Instrument außerordentlich empfindlich gemacht. Man erreicht bereits mit einem Platinfaden von 90 mm Länge und 6000 Ohm Widerstand eine Empfindlichkeit von $2 \cdot 10^{-11}$ Amp. für 0,1 mm Ausschlag bei einer 500fachen Vergrößerung. Dabei beträgt die Dauer des Ausschlages 0,2 Sekunden. Nach den Angaben *Einthovens* wird die gleiche Empfindlichkeit bei seinem Instrument bei 660facher Vergrößerung mit einem 140 mm

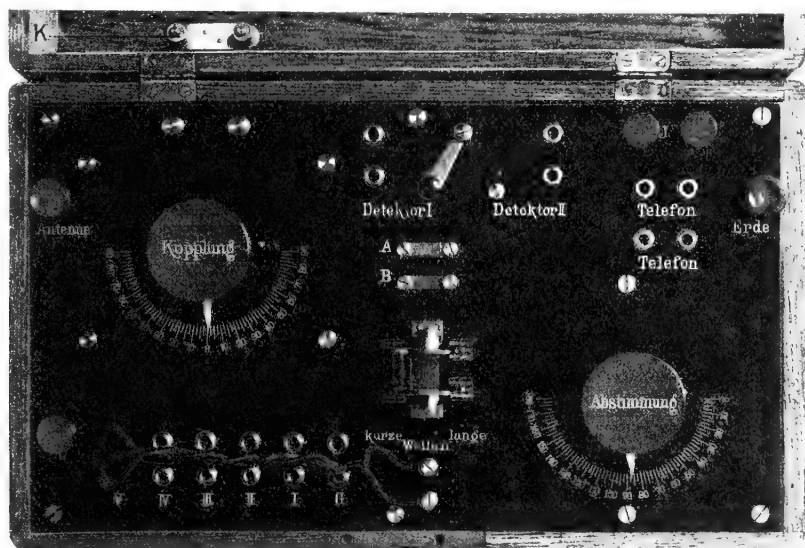


Fig. 10.

Polschuhen, abgeschlossen von der Außenluft, schwingt, aber dennoch in keinem Moment des Einschiebens „offen“ zutage liegt und dabei etwaigen Schädlichkeiten ausgesetzt ist. Infolgedessen ergeben sich folgende Vorteile:

Erstens kann, trotzdem der Faden sich in einem Einsatz befindet, jede beliebige Optik zur Verwendung kommen. Bei den bisher bekannt gewordenen geschlossenen Einsätzen kann man zur Beobachtung nur solche Objektive verwenden, welche einen freien Objektabstand von 5 mm besitzen.

Zweitens ist die Arbeit des Fadeneinziehens wesentlich erleichtert. Bei den offenen Einsätzen ist nicht nur das Einziehen der Fäden außerhalb des Galvanometers eine heikle Arbeit, sondern auch das Einführen der Saite zwischen die Polschuhe nur mit äußerster Vorsicht möglich. Hierzu kommt die notwendige „Zentrierung des Fadens“, die bisher nur durch vier an zwei Kreuzförmigen angebrachte Schrauben möglich war. Diese

langen Quarzfaden von 10 000 Ohm Widerstand und bei solcher Entspannung erreicht, daß der Ausschlag 1,5 Sekunden dauert.

Der bei der Anordnung benutzte Empfänger — Fig. 10 zeigt seine Deckplatte — ermöglicht es, für wissenschaftliche Zwecke schnell Änderungen an ihm vorzunehmen.

Der normale Wellenbereich des Empfängers erstreckt sich mit einer Antenne von etwa 500 cm Kapazität und 200 m Eigenwelle von ungefähr 250 m bis 2500 m. Mit größerer Antenne wächst der Bereich, mit kleinerer fällt er. Der gesamte Empfangsbereich wird nur durch besonders gewickelte Variometer in Verbindung mit festen Zusatzspulen bewirkt. Die kleinsten Wellenlängen werden durch einen festen Verkürzungskondensator hergestellt.

Die Kopplung des aperiodischen Detektorkreises mit dem Antennenkreis erfolgt magnetisch (induktiv); sie ist von einem Kopplungsgrad von 0 % bis etwa 75 % kontinuierlich veränderlich.

Es ist daher möglich, mit dem Empfänger durch die Verwendung der losen Kopplung in Verbindung mit den besonders dämpfungsfrei gewickelten Luftleiterebstinduktionen Wellenlängen, die um 5 % voneinander abweichen, bequem getrennt aufzunehmen.

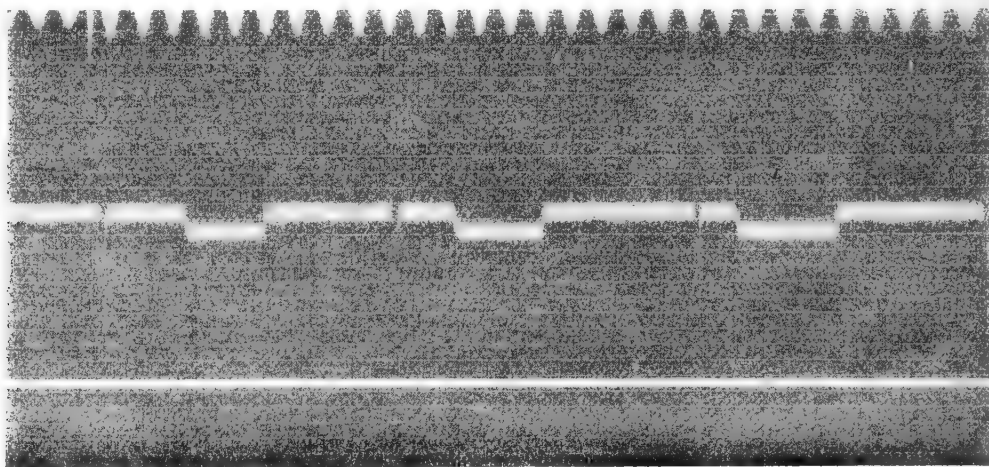
Antenne und Erde werden an die mit Antenne und Erde bezeichneten Klemmen angeschlossen.

Durch Drehen des mit „Abstimmung“ bezeichneten Knopfes über der Skala von Null Grad bis 180 Grad wird das Variometer betätigt, dessen Selbstinduktion sich in Verbindung mit dem Schalter „lange, kurze Wellen“ im Verhältnis 1 : 30 ändern läßt. Die Abstimmung des Luftleiters erfolgt durch Einfügung des Stöpsels in die Buchsenpaare *G*, I—V in Verbindung mit dem Variometer. Steckt der Stöpsel in den Buchsen *G*, I, II, so muß der Kippschalter nach rechts auf lange Wellen, steckt er in III, IV, V, nach

Löst man die Metallbrücken bei *a* und *b*, so ist der aperiodische Kreis unterbrochen. Die rechten beiden Schrauben sind mit der Spule des aperiodischen Kreises verbunden, die durch Drehen des mit Kopplung bezeichneten Knopfes bewegt wird. Man ist so in der Lage, statt des Detektorempfanges für genaue Messungen, Bolometer, Thermoelemente oder Duddellsche Heizdrahtinstrumente zu benutzen und ihre Kopplung mit dem Luftleiter beliebig zu variieren.

Schließt man den Deckel des Kastens, so wird die Antenne durch die Kontakte *k* automatisch an Erde gelegt, der Empfangsapparat und die Detektoren sind also gegen Luftentladungen gesichert.

In den der „Antenne“ (Heft 2, 1913) entnommenen Fig. 11 und 12 sind Teile der mit der beschriebenen Versuchsanordnung aufgenommenen Diagramme eines Norddeicher und Pa-



Norddeicher Zeitsignal.

Zeitmarke des Sekundenpendels.

Abb. 11.

links auf kurze Wellen geschaltet werden. — Die Klemmen *C* ermöglichen nach Einfügung des Stöpsels in die Buchsen *V* den Anschluß eines Drehkondensators. Durch ihn kann die Antennenwelle beliebig weiter verkürzt werden, falls z. B. infolge zu großer Antenne die kleinen Wellenlängen nicht einstellbar sind.

Durch Drehung des mit „Kopplung“ bezeichneten Knopfes erfolgt die Kopplungsänderung des aperiodischen Kreises mit dem Luftleiter.

Steht der Zeiger auf Null, so ist der Kopplungsgrad 0 %; bei 90 Grad rechts oder links ist die festeste Kopplung vorhanden.

Zwei Detektoren sind teilweise einschaltbar, so daß man nach Belieben mit verschiedenen Detektoren arbeiten kann.

Mit 2 Telefonen kann bei Hörempfang gleichzeitig empfangen werden. Die mit *J* bezeichneten Klemmen liegen parallel zu den Telefonen und dienen zum Anschluß von Meßinstrumenten, Lichtschreibern oder regulierbaren Widerständen bei Parallelwiderstandsmessungen.

riser Zeitsignals wiedergegeben. Infolge der großen Empfindlichkeit des Saitengalvanometers kann man bei der Aufnahme äußerst lose Kopplung zwischen Antennenspule und Detektorkreis wählen. Bei der Aufnahme der Norddeicher Signale z. B. standen Primär- und Sekundärspule der Kopplungsvorrichtung mit ihren Achsen in einem Winkel von etwa 88 Grad zueinander; die Störungen durch andere Telegramme werden so auf ein Geringes reduziert. Die Zeitmarke des Sekundenpendels ist fast ein senkrechter Strich, der das Diagramm des Zeitsignals von oben nach unten durchschneidet. Bei richtigem Amplitudenverhältnis ist die Zeitmarke stets deutlich zu erkennen, und an ihrer Regelmäßigkeit von luftelektrischen Einflüssen zu unterscheiden. Am oberen Rande der Diagramme sind die Schwingungen einer Metallzunge aufgenommen, und zwar bedeutet der Abstand zweier Zacken $\frac{1}{10}$ Sekunde. Bei der praktischen Verwertung dieser Methode ist eine Genauigkeit in der Ablesung und Uhrkontrolle von $\frac{1}{100}$ Sekunde und darüber be-

quem zu erreichen, da sich einerseits die Geschwindigkeit des lichtempfindlichen Papiers bedeutend steigern läßt und andererseits die große Reaktionsgeschwindigkeit des Saitengalvano-

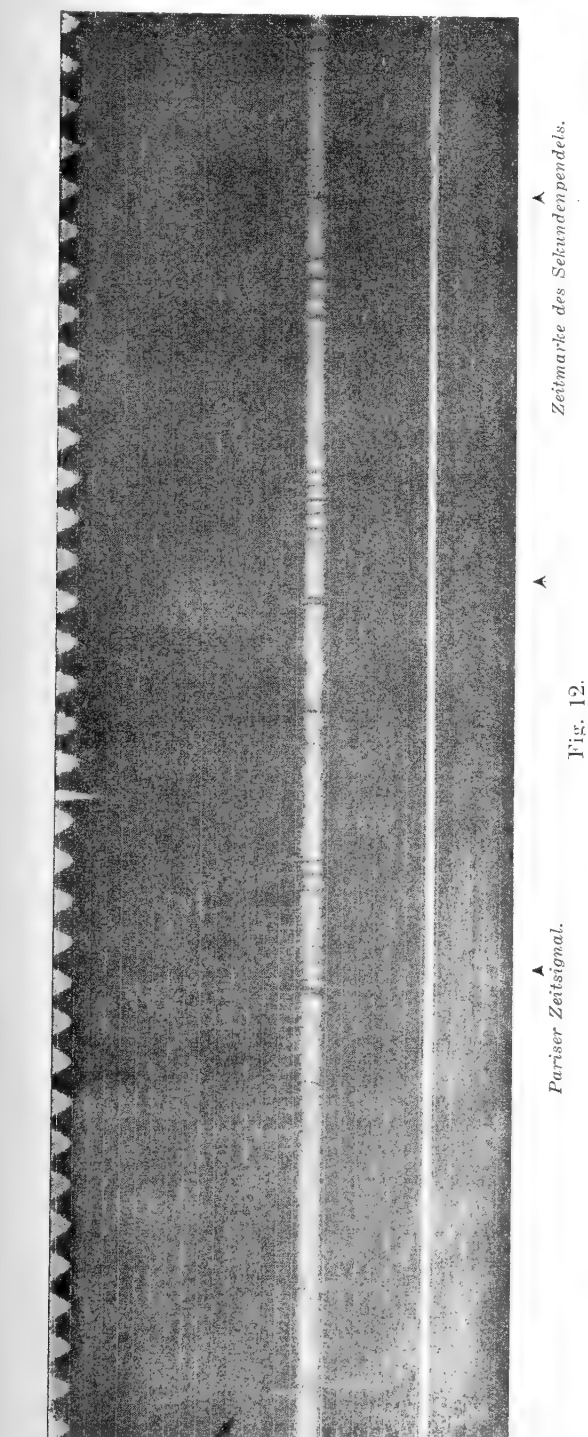


Fig. 12.

mers auch dann noch eine genaue Begrenzung der einzelnen Signalzeichen und der Zeitmarke gewährleistet.

Über die unzulängliche Genauigkeit des Pariser Signals macht *Huth* in der „Antenne“

(Heft 2, 1913) folgende Ausführungen: „Die Genauigkeit genügt bei dem Zeitsignal der Eiffelturmstation, wie aus Fig. 13 hervorgeht, durchaus nicht den Anforderungen, welche die wissenschaftlichen Institute stellen müssen. Die abgebildete Zeichengruppe (— . . .) weist 3 bis 5 Ausschläge des Galvanometers pro Punkt auf. Jede Elongation der Saite entspricht einem Funkenübergange bei der Pariser Station. Die Funkenfolge ist dort also entsprechend den im Diagramm verzeichneten Abständen zeitlich verschieden. Sie scheint die Folge einer periodischen Energieschwankung des Senders zu sein; denn auf dem Aufnahmestreifen des ganzen Signals war der periodische Charakter dieser Variation deutlich zu erkennen. Natürlich wird hierdurch die Genauigkeit des Signals stark beeinträchtigt, da ebenso wie bei dem abgebildeten Vorbereitungssignal auch bei dem darauffolgenden Punktzeichen, welches die genaue Zeitangabe gibt, die Anzahl der Funkenübergänge verschieden ist. Die geringe sekundliche Funkenzahl ist für eine hohe Genauigkeit und Betriebssicherheit der Signalisierung überhaupt wenig günstig, da das Ausbleiben eines einzigen Funkenüberganges bereits eine Verkürzung des Signalzeichens um weit mehr als $\frac{1}{100}$ Sekunde bedeutet und demgemäß die Kontrolle des Uhrstandes beeinträchtigt. Es scheint also die allgemeine Einführung rascher Funkenfolge, der sogenannten tönenden Funken, wie sie die deutsche Station hat, zur Übermittlung des wissenschaftlichen Zeitsignals durchaus geboten zu sein.“

Jedenfalls geht aus den mit dem Saitengalvanometer aufgenommenen genauen Diagrammen der Zeitsignale hervor, daß den interessierten Sternwarten und Instituten noch reiche Arbeit bevorsteht, um die von der Wissenschaft geforderte hohe Genauigkeit in der Zeitübermittlung herbeizuführen.

Zusammenfassung.

Es wird eine Versuchsanordnung zur photographischen Selbstaufzeichnung des funkentelegraphischen Zeitsignals angegeben und dabei die wichtigsten Hilfsmittel: Saitengalvanometer und Empfangsapparat für wissenschaftliche Zwecke ausführlich beschrieben.

Die Petersburger Akademie der Wissenschaften im Jahre 1913.

Von Prof. Dr. H. v. Merczyng, St. Petersburg.

Das wissenschaftliche Leben in Rußland blüht selbstverständlich nicht nur auf akademischem Boden, wie ja das überall der Fall ist; jedenfalls aber stehen in dieser Hinsicht die akademischen Kreise gewöhnlich voran. Am Ende jedes Jahres tritt die Akademie vor das Publikum in einer öffentlichen Sitzung und stattet Bericht über die im letzten Jahre begonnenen, geführten und beendeten Arbeiten, teilt die Namen ihrer neu gewählten Mitglieder, die für wissenschaftliches Verdienst zuerkannten Preise usw. mit. Diese öffentliche

Sitzung ist vor kurzem am 29. Dezember (alt. Stils) gefeiert worden, und wir wollen hier für die Leser der *Naturwissenschaften* einen kurzen Bericht darüber erstatten, selbstverständlich nur, was diese letzteren betrifft, und da auch hauptsächlich in Disziplinen, die uns näher stehen (Physik und Verwandtes).

Die Akademie, die jetzt schon eine fast 200 jährige Lebensdauer besitzt (gestiftet unter den ersten Nachfolgern Peters des Großen), ist mit einer Menge wissenschaftlicher Institute verbunden, deren Arbeit sie leitet. Zu diesen gehören, außer der Bibliothek und akademischen Laboratorien (physikalisches, chemisches, physiologisches, zoologisches, botanisches), noch eine Reihe von Museen (geologisches, mineralogisches, botanisches, zoologisches, um nur die naturwissenschaftlichen anzuführen), eine biologische Station für die Erforschung der Fauna des Schwarzen Meeres in Sebastopol, und — last but not least — die zwei Observatorien: das berühmte astronomische in Pulkowa und das sogenannte „physikalische“, eigentlich meteorologische in Petersburg, wovon das letztere an der Spitze einer ganzen Reihe von solchen Instituten im ganzen Reich steht und ein großes Netz von Observationspunkten leitet. Bei diesem Reichtum an Nebeninstituten ist es nicht zu verwundern, daß das Arbeitsfeld der Akademie außerordentlich weit ist, was auch dieses Jahr zu konstatieren ist.

Dieses Arbeitsfeld wird zwischen den verschiedensten akademischen Kommissionen geteilt, von welchen wir hier folgende nennen wollen:

1. Die Akademie steht im internationalen Verbande der Akademien, und im letzten Triennium war die Leitung des Verbandes in Petersburg. Jetzt ist sie auf die Jahre 1914—16 nach Berlin übergegangen, aber die Tagung des Verbandes nahm statutmäßig 1913 in Petersburg Platz. Die Akademie nimmt auch teil an der Kommission für internationale wissenschaftliche Bibliographie.

2. Eine der wichtigsten Unternehmungen bildet die seismologische Kommission. Unter dem Vorsitz des Akademikers *Backlund* und unter der Mitarbeiter-schaft des Akademikers für Physik Fürst *Galitzin*, der das Hauptbureau leitet, hat die Kommission ein Netz seismologischer Stationen eingerichtet. Die auf den Beobachtungspunkten aufgestellten vertikalen Seismographen nach dem System des Fürsten *Galitzin* erlauben möglichst genaue Bestimmung des Epizentrums. Das Netz der seismologischen Stationen, das wir schon erwähnt haben, besteht aus der Hauptstation zu Pulkowa, wo während des letzten Jahres bis zu 600 Erdbeben registriert wurden, 6 Stationen I. Klasse und 8 Stationen II. Klasse. Das Netz erstreckt sich bis nach Irkutsk, Taschkent, Tiflis und Kaschgar in Zentralasien. In diesem Jahre organisiert auch die Akademie in Petersburg eine Sitzung der internationalen seismologischen Assoziation.

3. Die hydrometrische Kommission befaßte sich mit der Bestimmung der hydrologischen Meteore in ganz Rußland.

4. Die Akademie organisiert die vollständige Ausgabe der Arbeiten der 1900—1903 stattgehabten russischen polaren Expedition, bei der, wie bekannt, *Toll* verunglückte; eine andere Kommission besorgte die Ausgabe der Arbeiten der Spitzbergenvermessungsexpedition.

5. Die Akademie nimmt teil an den Arbeiten des internationalen Vereins zur Erforschung der Sonne und es wird für das spektroskopische Studium der

Sonnenbewegung ein spezieller Spektrograph mit Michelsonschem Gitter eingerichtet.

6. Die Arbeiten einer großen magnetischen Vermessung des ganzen russischen Reiches sind in einer speziellen magnetischen Kommission vereinigt. Das Projekt und der Kostenanschlag wurden schon ausgearbeitet. Unter dessen wurde, zum Teil auf Privatkosten, auf Grund dieses Projektes eine detaillierte magnetische Aufnahme von Podolien beendet, wobei 116 magnetische Punkte bestimmt wurden.

7. Höchst interessante Arbeiten wurden von der aerologischen Kommission und vom neu organisierten aerologischen Observatorium in Pawlowsk (dem jetzt der Name Romanowsches zugeteilt wurde) vorgenommen. Auf die Einladung der deutschen Regierung hin beabsichtigt man während der Nordpolexpedition *Amundsen* im hohen Norden Sibiriens die höheren Schichten der Atmosphäre zu studieren; auch ist eine spezielle Expedition mit demselben Zwecke nach dem sibirischen Kältepol der Erde in Werchojansk und Jakutsk geplant. Das Romanowsche aerologische Observatorium hat seinerseits das ganze Jahr hindurch die obersten Schichten der Atmosphäre mittels Drachen und Ballons studiert, wobei die Ballons bis in eine Höhe von 20,1 km gekommen sind und die dabei beobachtete Minimaltemperatur bis 64,4° gefallen ist (in einer Höhe von 10,8 km am 4./17. April).

Wichtige Arbeiten der Akademie befaßten sich auch mit der Frage nach den Radiumfunden in Rußland. Schon seit 1909 studiert man diese Frage. Im Kaukasus aber erhielt man bis jetzt negative Resultate. Man hofft jedoch auf Besseres in Fergana (Zentralasien), beim Baikalsee und auch Nertschinski (Sibirien). Man hat jetzt vor, für die radiologischen Untersuchungen russischer Mineralien um einen Fonds von 170 000 Rubel zu ersuchen.

Sehr wichtige Arbeiten wurden auch in den botanischen, mineralogischen, geologischen und zoologischen Instituten der Akademie vorgenommen. Außer anderen Arbeiten nahm auch das astronomische Observatorium an den internationalen Zeitbestimmungssignalen, wie sie von dem Eiffelturm und von Norddeich ausgesendet werden, Anteil.

Es ist in dem Rahmen dieses kurzen Berichtes natürlich nicht möglich, mehr Details über die Arbeiten der Akademie und ihrer Mitglieder mitzuteilen, wir erlauben uns also nur noch die Namen der neu erwählten Mitglieder mitzuteilen; nämlich in der physikalisch-mathematischen Klasse: Zu Mitgliedern (honorär): *Emil Fischer* (Berlin), *Sir William Ramsay* (London); zu Korrespondenten in der mathematischen Abteilung: *J. J. Thomson* (Cambridge), *Max Planck* (Berlin), *Ph. Aug. Guey* (Genf), *Sir Thomas Edward Torpe* (London), *H. L. Le Chatelier* (Paris), *Karl Engler* (Karlsruhe), *Wilhelm Brauer* (Berlin) und in der biologischen Klasse: *N. Kulagin* (Moskau), *D. Prianischnikoff* (Moskau).

Besprechungen.

Jellinek, Karl, Physikalische Chemie der homogenen und heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlungs- und Quantenlehre sowie des Nernstschen Theorems. Leipzig, S. Hirzel, 1913. XIV, 844 S., 221 Abbildungen im Text und 104 Tabellen. Preis geb. M. 32,50.

Die neuen Ideen, welche in der theoretischen Physik

unserer Tage nach Gestaltung ringen, entnehmen zu einem Teile ihre Grundlagen Erscheinungen auf dem Gebiete der Chemie; zum anderen Teile wirken sie auf die Chemie zurück, befruchtend und zu neuen Auffassungen führend. So erwächst dem Chemiker die Aufgabe, sich mit jenen Gedankengängen vertraut zu machen, und er wird jede Hilfe auf dem nicht leicht gangbaren Wege mit Dank begrüßen. Wer freilich die Dinge mitarbeitend fördern will, für den gibt es keinen königlichen Weg; der wird auf die Originalarbeiten zurückgehen und es vorziehen, dem Werden der Gedanken mit seinen Irrtümern zuzusehen, als das im Gegeneinander der Meinungen bis auf weiteres Stehengebliebene in geglätteter Darstellung herauspräpariert sich vorlegen zu lassen: Dem Forscher kann nur der Forscher helfen, d. i. derjenige, welcher die gebliebenen Lücken stärker empfindet als das bereits Geleistete.

Allgemeiner aber als das Verlangen und die Möglichkeit zu eigener produktiver Tätigkeit ist der Wunsch, in rein rezeptivem Verhalten einen Überblick über den neuesten Stand des Wissens zu gewinnen. Und solchem Wunsche kommt der Verfasser in seinem mit bewundernswertem Fleiße verfaßten Buche entgegen. Je moderner ein derartiges zusammenfassendes Werk ist, d. h. je weiter vor es sich in das Werdende und beständig noch sich Ändernde wagt, desto entsagungsvoller muß die Arbeit des Verfassers erscheinen, denn desto geringer ist die Aussicht, daß sie für längere Zeit Geltung besitzen wird.

Der weit überwiegende Abschnitt des Buches befaßt sich mit der Statik (Thermodynamik) der Gasreaktionen, in der ersten Hälfte mit der Theorie, in der zweiten mit dem experimentellen Teil. Der theoretische Teil bringt eine Einführung in die Thermodynamik und behandelt dann homogene und heterogene Gasgleichgewichte mit Hilfe reversibler Kreisprozesse. Recht lehrreich ist das Kapitel, in welchem die Statik der Gasreaktionen von verschiedenen Standpunkten aus behandelt wird unter Zugrundelegung der verschiedenen thermodynamischen Funktionen, und zwar nacheinander mit Hilfe der Entropie, der freien Energie, des thermodynamischen Potentials. Das bei den Kreisprozessen bereits eingeführte Nernstsche Wärmethorem wird dann hier vom Standpunkte der Entropie betrachtet, und im Anschluß daran folgt die Behandlung der Entropie vom statistisch-kinetischen Standpunkt. In breitester Ausführlichkeit bringt der Verfasser darauf die Theorie der Wärmestrahlung. Der Schwierigkeit, dafür eine Form der Darstellung zu finden, die neben dem Werk von *Planck* eine Existenzberechtigung hat, ist der Verfasser dadurch aus dem Wege gegangen, daß er sich in größeren Abschnitten aufs engste an *Planck* anschließt. Der Referent wüßte kein besseres Verfahren vorzuschlagen. Aber sollte da der Leser nicht lieber das Buch von *Planck* zur Hand nehmen, das doch noch den Reiz des Originals hat? Es bleibe jedoch nicht unerwähnt, daß der Verfasser sich bemüht, verschiedenes in breiterer Darstellung leichter zugänglich zu machen, und daß er den Umfang der Behandlung wesentlich erweitert, indem er in dem Abschnitt „Strahlungsdruck“ die Maxwell'schen Feldgleichungen sehr ausführlich ableitet. Der Schluß des theoretischen Teils bringt den Zusammenhang zwischen der Theorie der Wärmestrahlung und der Theorie der spezifischen Wärmen, der Reaktionswärme, der Temperatur und des Nernstschen Wärmesatzes.

Uneingeschränktes Lob verdient der experimentelle

Teil. Hier hat ja auch der Verfasser selbst sich betätigt und hier hat er es verstanden, aus der Fülle des Vorhandenen das Wesentliche und Typische auszuwählen. Dem Experimentator wird die Zusammenstellung der zweckmäßigsten unter den bisher benutzten Versuchsanordnungen willkommen sein, und dem Theoretiker die geschickte Auswahl der experimentellen Belege für die vorangegangenen Betrachtungen. Die beiden letzten, dem Stande der bisherigen Forschung entsprechend kürzer gehaltenen Kapitel behandeln die Elektrochemie der Gasreaktionen (Wirkung stiller Entladungen usw.) und die Photochemie, aus der die Besprechung des photochemischen Äquivalentgesetzes von *Einstein* und der Versuche zu seiner Prüfung hervorgehoben sei.

Wenn auch das umfangreiche Werk keine Gedanken enthält, die nicht schon an anderer Stelle zum Ausdruck gekommen wären, so wird doch sein reicher Inhalt und die Möglichkeit, nach den verschiedensten Richtungen daraus Belehrung zu schöpfen, dem Buche seinen wohlverdienten Platz schaffen.

Alfred Coehn, Göttingen.

Werner, A., Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der anorganischen Chemie. Dritte durchgesehene und vermehrte Auflage. Bd. 8 der Sammlung „Die Wissenschaft“. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1913. XX, 419 S. 8°. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—.

Alfred Werner ist der Schöpfer der Koordinationslehre. Er ist der ordnende Geist, der die zahllosen anorganischen Molekülverbindungen, die jeder chemischen Systematik zu spotten schienen, unter einheitlichen und durchgreifenden Gesichtspunkten zusammenzufassen verstand und damit die chemischen Theorien mit neuen und fruchtbaren Vorstellungen belebte und bereicherte. Der Chemiker bezeichnet als Molekülverbindungen solche Stoffe, welche durch Vereinigung zweier oder mehrerer schon für sich allein existenzfähiger Verbindungen entstehen; wohlbekannte Beispiele sind die kristallwasserhaltigen Salze und anderen Hydrate, zu welchen das Wasser sich mit vielen Substanzen vereinigen kann. Ebenso wie das Wasser vermag auch das Ammoniak Molekülverbindungen einzugehen, und den sich so bildenden Ammoniakaten und den Hydraten lassen sich noch zahlreiche andere Klassen von Stoffen anreihen. Ein und dieselben Bestandteile können nach verschiedenen Verhältnissen zusammenzutreten und auf diese Weise mehrere Molekülverbindungen erzeugen; so vermag das Platinchlorid PtCl_4 pro Molekül bis zu 6 Molekülen Ammoniak aufzunehmen. Zumeist liegen die Verhältnisse so, daß der eine Bestandteil, etwa PtCl_4 , gewissermaßen als Kern funktioniert und sich mit einer größeren oder kleineren Anzahl von Molekülen des anderen verbindet. Man nahm früher an, daß die in der Molekülverbindung befindlichen Moleküle dieses anderen Bestandteiles eines am anderen hängen und nun als ganze Kette mit dem ersten Bestandteil verbunden seien. *Werner* hat die Hinfälligkeit dieser Anschauung bewiesen und gezeigt, daß die an den ersten Bestandteil herantretenden Moleküle jedes für sich unmittelbar an diesen sich ketten. Auf dieser Basis errichtet *Werner* seine Koordinationstheorie. In den Molekülverbindungen spielt eines der Atome die Rolle eines Zentralatoms, um welches herum sich eine erste Zone ausbildet, in der sich im Maximum 6 oder 4 Atome, Radikale und ganze Moleküle befinden können, die in direkter Bindung mit dem Zentralatom stehen und als diesem koordiniert bezeich-

net werden. In einer zweiten äußeren Zone lagern sich die übrigen Atome und Radikale, welche nun, weil sie mit dem Zentralatom in indirekter Bindung stehen, lockerer verkettet und in Form von Ionen abdissoziierbar sind. Besonders wertvoll ist diese Auffassung für das Verständnis der anorganischen Isomerie, und einen der schönsten Erfolge feierte die Wernersche Theorie, als die vorausgesehene, auf keiner anderen Basis greifbare Spaltung anorganischer Stoffe in optisch-aktive Komponenten gelang. Mit dieser Entdeckung rückt die Koordinationslehre unter die bestbegründeten chemischen Theorien ein.

Das vorliegende Werk, das bereits in der dritten Auflage erschienen ist und beträchtliche Erweiterungen erfahren hat, führt in das Lehrgebäude der Koordinationstheorie ein und ist ein beredter Zeuge dafür, welch ungeheueres Tatsachenmaterial sich dem leitenden Gedanken unterwirft. Das Buch geht naturgemäß auf Fragen der Valenzlehre ein, und in diesen Punkten wird man ihm nicht überall ganz ohne Vorbehalt folgen können. Der Begriff der Nebenvalenz, der geschaffen wurde, um die Verkettung ganzer Moleküle zu versinnbildlichen, bietet gewisse Schwierigkeiten, denn die Nebenvalenz unterscheidet sich von der nur Atome und Radikale verkettenden Hauptvalenz nicht prinzipiell, sondern lediglich graduell. Auch die Ansichten zur Elektronentheorie dürften wohl nicht von allen Fachgenossen geteilt werden. Da aber alle diese Anschauungen noch im Werden begriffen sind und der Gang der Weiterentwicklung noch nicht endgültig zu übersehen ist, so ist die Beleuchtung der strittigen Fragen von verschiedenen Seiten her nur zu begrüßen, und dankbar wird man sich der Führung eines so erfahrenen und erfolgreichen Forschers überlassen.

Hugo Kauffmann, Stuttgart.

Perrin, Jean, Die Atome. Mit Autorisation des Verfassers deutsch herausgegeben von A. Lottermoser. Dresden, Theodor Steinkopff, 1914. XX, 196 S. und 13 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Während sich *The Svedberg* in seinem Buche über „die Existenz der Moleküle“, das vor einigen Monaten in dieser Zeitschrift besprochen worden ist (*Naturwissenschaften* Bd. I, S. 242; 1913), in der Hauptsache auf die Besprechung und Wiedergabe seiner eigenen Beiträge zur experimentellen Begründung der Atomtheorie beschränkt hat, gibt *Jean Perrin* ähnlich, wie es der Referent bereits im Jahre 1910 in seiner kleinen Schrift über „die experimentelle Grundlegung der Atomistik“ (Jena 1910) getan hat, ein Gesamtbild vom gegenwärtigen Stande der Atomtheorie. Der leitende Gedanke des Perrinschen Buches, das sich in seiner verhältnismäßig einfachen und elementar gehaltenen Darstellung im wesentlichen an weitere Kreise des naturwissenschaftlich gebildeten Publikums wendet und dort zweifellos viele Leser finden wird, läßt sich in die Frage zusammenfassen: Welche Methoden stehen der Wissenschaft gegenwärtig zur Ermittlung der Loschmidtschen Zahl¹⁾ zur Verfügung, und in wie weit stimmen die nach den verschiedenen, voneinander

unabhängigen Methoden erhaltenen Werte untereinander überein?

Im ersten Kapitel des Buches legt der Verfasser dar, wie die Wissenschaft zu dem Begriffe der Moleküle und Atome gelangt, bespricht die Hypothese von Avogadro und unsere gegenwärtigen Vorstellungen von der Struktur der Moleküle sowie von der Konstitution der Lösungen, um zum Schluß einige der Methoden zu erörtern, mit deren Hilfe man zu einer Schätzung der oberen Grenze der molekularen Dimensionen gelangt.

Das zweite Kapitel ist der „Molekularbewegung“ gewidmet. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden die Anschauungen, die die kinetische Gastheorie über die Bewegung der Moleküle in den Gasen entwickelt hat, und die Methoden behandelt, die die Geschwindigkeit dieser Bewegung zu ermitteln gestatten. Der zweite Abschnitt unterrichtet den Leser über die besonders in neuerer Zeit wichtig gewordenen Rotations- und Vibrationsbewegungen der Moleküle und der dritte Abschnitt über die sogenannte freie Weglänge der Moleküle, d. h. den Weg, den ein Molekül im Durchschnitt zwischen dem Zusammenstoß mit zwei anderen Molekülen zurücklegt. Die mittlere freie Weglänge steht in engem Zusammenhange mit gewissen experimentell bestimmbaren Eigenschaften der Gase, so insbesondere mit ihrer innern Reibung, und kann unter Heranziehung der van der Waalschen Gasgleichung zur Berechnung der Loschmidtschen Zahl dienen.

„Brownsche Bewegung. — Emulsionen“ ist der Titel des dritten Kapitels, eines Kapitels, das darum das besondere Interesse des Lesers erwecken wird, weil in ihm einige der wichtigsten und interessantesten Arbeiten von *Perrin* selbst zur Sprache kommen. Im Jahre 1827 (nicht im Jahre 1872, wie es auf S. 77 des Buches infolge eines Druckfehlers heißt) machte der englische Botaniker *Brown* die wichtige Entdeckung, daß in einem sonst homogenen Medium befindliche kleine Körperchen dauernd eine in einem unregelmäßigen Hin und Her bestehende Bewegung aufweisen, die sich, wie spätere eingehende Untersuchungen dargetan haben, nicht durch äußere auf das System wirkende Kräfte erklären lassen, sondern als eine charakteristische Eigenschaft der „Emulsionen“ oder „Suspensionen“ — so hat man die aus dem Medium und den in ihm schwebenden kleinen Körperchen bestehenden Systeme genannt — aufgefaßt werden müssen. Die Brownsche Bewegung entspricht in jeder Hinsicht der in der kinetischen Gastheorie angenommenen Bewegung der Moleküle, nur daß die sich bewegenden Teilchen nicht Moleküle, sondern größere Komplexe sind. Darnach lassen sich die für die Gase und — das sei nebenbei bemerkt — nach *van't Hoff* auch für die verdünnten Lösungen geltenden Gesetze auch auf verdünnte Emulsionen anwenden. So nimmt z. B. ebenso wie die Dichte der Luft mit zunehmender Höhe über der Erdoberfläche die „Dichte“ einer Emulsion, d. h. die Anzahl der in der Raumeinheit des Mediums schwimmenden Komplexe, mit zunehmender Höhe über dem Boden des Gefäßes, in dem sich die Emulsion befindet, ab, und in der Tat konnte *Perrin* nicht nur diese Abnahme der Anzahl der Teilchen mit wachsender Höhe durch einfache Auszählung im Mikroskop exakt feststellen, sondern auch aus den so erhaltenen Zahlen die Loschmidtsche Zahl berechnen.

Die mathematische Theorie der Brownschen Bewegung verdanken wir zwei mathematischen Physikern, A. Einstein und M. von Smoluchowski. Sie ist von *The Svedberg*, *Jean Perrin* u. a. einer eingehenden experimentellen Prüfung mit dem Ergebnis unterzogen

¹⁾ Unter der Loschmidtschen Zahl versteht man bekanntlich die absolute Anzahl der in einem Grammolekül oder Mol eines beliebigen Stoffes enthaltenen Einzelmoleküle. Diese Zahl, die ja für alle Stoffe denselben Wert hat, ist zuerst von *Loschmidt* bestimmt worden und darf daher wohl mit Recht als „Loschmidtsche Zahl“ bezeichnet werden. *Perrin* nennt sie „Avogadrosche Konstante“.

wörden, daß sie in der Tat die Versuchsergebnisse in sehr befriedigender Weise wiederzugeben vermag. Das vierte Kapitel des Perrinschen Buches unterrichtet den Leser in allgemeinen Zügen über die Theorie und vor allem über ihre experimentelle Bestätigung sowie über die daraus abgeleiteten Werte der Loschmidtschen Zahl.

Denken wir uns ein sehr kleines Raumgebiet in einem sehr verdünnten Gase, und suchen wir die Anzahl der in diesem, nur optisch, nicht mechanisch von dem übrigen Gase abgegrenzten Raumgebiet enthaltenen Moleküle zu bestimmen, so werden wir in verschiedenen Zeitpunkten eine verschiedene Anzahl von Molekülen vorfinden, wie ja auch die Anzahl der im Spaltultramikroskop sichtbaren Teilchen einer verdünnten kolloidalen Lösung zu verschiedenen Zeiten sehr verschieden ist. Diese durch die Molekularbewegung der Gase und die Brownsche Bewegung verursachten Konzentrationschwankungen und die mit dieser Erscheinung im Zusammenhang stehende, durch die theoretischen Untersuchungen von *M. v. Smoluchowski* erklärte Opaleszenz, die in homogenen Systemen in unmittelbarer Nähe des kritischen Punktes auftreten, sowie ferner das zuerst von *Rayleigh* richtig gedeutete Phänomen der blauen Farbe des klaren Himmels, Erscheinungen, die ebenfalls zur Berechnung der Loschmidtschen Zahl dienen können, bilden den Inhalt des fünften Kapitels der „Atome“.

Auf einer ganz anderen Grundlage als die auf der kinetischen Gastheorie und der Theorie der Brownschen Bewegung beruhenden Methoden zur Bestimmung der Loschmidtschen Zahl sind die Methoden entstanden, deren gemeinschaftliche wissenschaftliche Basis das elektrische Elementarquantum bildet. Bekanntlich ist die neuere Physik zu der Erkenntnis gekommen, daß ebenso wie die materielle Masse auch die ja ebenfalls als „Menge“ zu rechnende Elektrizität atomistisch gegliedert sei: Den Atomen der chemischen Elemente entspricht ein Atom der Elektrizität, das „elektrische Elementarquantum“. Dies elektrische Elementarquantum kann entweder frei, d. h. losgelöst von eigentlicher materieller Masse vorkommen, dann nennt man es „Elektron“, oder in Verbindung mit einzelnen Atomen oder Atomgruppen, dann spricht man von Ionen. So ist z. B. ein Chlor-Ion gewissermaßen eine chemische Verbindung von einem Chloratom mit einem Elementarquantum negativer Elektrizität. Da nun mit einem Gramm-Ion Chlor oder einem Gramm-Ion irgendeines anderen einwertigen Elektrolytions eine Elektrizitätsmenge von 96 540 Coulombs verbunden ist und auf jedem einzelnen Elektrolytion ein elektrisches Elementarquantum haftet, so läßt sich aus dem Absolutwerte des Elementarquantums e die Loschmidtsche Zahl N nach der Gleichung

$$N \cdot e = 96\,540 \text{ Coulombs}$$

berechnen, d. h. jede Methode zur Bestimmung des elektrischen Elementarquantums ist gleichzeitig eine Methode zur Bestimmung der Loschmidtschen Zahl.

Von den Verfahren, die bislang zur Ermittlung von e benutzt worden sind, bespricht *Perrin* in den drei letzten Kapiteln seines Buches, erstens die in der Planckschen Formel gipfelnden strahlungstheoretischen Untersuchungen, zweitens die auf der Erforschung der „Elektrizität in Gasen“ beruhenden Methoden, die besonders von *Millikan* zu bewunderungswürdiger Präzision ausgebildet worden sind, und drittens endlich die verschiedenen Methoden, die sich auf das Studium der Radioaktivität gründen.

Am Schlusse des Buches faßt *Perrin* die nach den

verschiedenen Methoden erhaltenen Werte für die Loschmidtsche Zahl N zu folgender Tabelle zusammen:

Beobachtete Erscheinung.		N
Viskosität der Gase (van der Waalsche Gleichung)		62.10 ²²
Brownsche Bewegung	Verteilung der Teilchen . .	68,3
	Ortsveränderungen	68,8
	Drehbewegungen	65
	Diffusion	69
Unregelmäßige Verteilung der Moleküle	Kritische Opaleszenz . .	75
	Blau des Himmels . .	60 (?)
Spektrum des schwarzen Körpers (Strahlungstheorie)		64
Ladung von Kügelchen (Elektrizität in Gasen)		68
Radioaktivität	Abgeschleuderte Ladungen	62,5
	Entwickeltes Helium . . .	64
	Verschwundenes Radium . .	71
	Ausgestrahlte Energie . . .	60

„Man ist zur Bewunderung gezwungen, sagt *Perrin* gegenüber dieser Tabelle, angesichts dieser so genauen Übereinstimmung der Zahlen, die aus so verschiedenen Erscheinungen abgeleitet worden sind. Da man zunächst dieselbe Größe immer wieder gefunden hat, obgleich man bei derselben Methode die Bedingungen ihrer Anwendung auf möglichst mannigfache Weise geändert hat, dann aber, weil die nach so vielen Methoden unzweideutig ermittelten Zahlen übereinstimmen, erhält man eine Wahrscheinlichkeit für die wirkliche Existenz der Moleküle, welche nahe an Gewißheit grenzt.“

Soviel über den Inhalt des Buches. Auf Einzelheiten soll hier nicht eingegangen werden. „Bei der Herausgabe in deutscher Sprache habe ich mich, so sagt in dem von ihm verfaßten Vorwort Herr *Lottermann* (Dresden), dem das deutsche Publikum für seine Arbeit zu lebhaftem Danke verpflichtet ist, streng an den französischen Text gehalten, und zwar deshalb, weil ich damit einmal einem besonderen Wunsche des Autors nachgekommen bin, dann aber auch, weil ich dem Werke nichts von seiner ursprünglichen Eigenart nehmen wollte, in der die Gedanken des Verfassers unverfälscht dem Leser entgegenreten. Wenn dem deutschen Empfinden hierdurch eine oder die andere Redewendung oder mancher Gedanke etwas fremdartig erscheinen sollte, so bitte ich dies hiermit zu entschuldigen.“

Die Ausstattung des Buches ist seinem Werte angemessen. Das sich von den üblichen Formaten durch eine etwas größere Breite des Satzspiegels unterscheidende „Weltformat“ ist dem Referenten angenehm gefallen.

Werner Mecklenburg, Clausthal i. H.

Ciamician, Giacomo, Die Photochemie der Zukunft.

Deutsche von *H. Großmann*. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1913. 30 S. und 2 Fig. Preis M. 1,50.

Die dermaleinst drohende Erschöpfung der Kohlenlager, auf welche wiederholt von namhaften Forschern wie Sir *W. Ramsay*, Prof. *K. Engler* u. a. mahnend aufmerksam gemacht wurde, läßt auch den Verfasser sich mit der Frage beschäftigen, wie die zukünftige Menschheit diesem zunehmenden Mangel eines für geraume Zeit noch unentbehrlichen Trägers moderner Kultur durch Erschließung neuer Energiequellen und -vorräte wird wirksam begegnen können. Beachtenswerte Betrachtungen in dieser Hinsicht stellte bereits *Ramsay* an, jedoch mit dem negativen Ergebnis, daß weder die Gezeiten, ferner die innere Wärme der Erde,

die Wärme der Sonne, die Wasserkraften noch endlich selbst der Atomzerfall als ernsthafte Energiequellen in Betracht kommen können. In einigen der genannten Punkte schließt sich auch *Ciamician* dieser Ansicht an, sieht allerdings in der wirksamen Ausnutzung der Sonnenenergie die einzige Hilfsquelle, auf welche die Menschheit von dereinst bei der Energiegewinnung beschränkt sein wird. Einige interessante Berechnungen über den Wärmebetrag, welchen die Sonne zu liefern vermag, geben eine Vorstellung von den hier vorliegenden Möglichkeiten. Auszugsweise sei mitgeteilt, daß die Erdoberfläche von der Sonne in den Tropen *im Tag* (zu 6 Stunden Sonnenschein gerechnet) pro Quadratkilometer eine Wärmemenge empfängt, welche der Verbrennung von 1000 t Kohle entsprechen würde. Ein Gebiet von nur 10 000 qkm erhielte also *im Jahr* einen Wärmezufuß entsprechend der Verbrennungswärme von 3650 Millionen Tonnen, also rund 3 Milliarden Tonnen Kohle jährlich. Die jährlich in Europa und Amerika geförderte Kohlenmenge beläuft sich aber nur auf 925 t, zuzüglich der Braunkohle auf 1,1 Milliarden Tonnen. Die durch Verbrennung der gesamten Kohlenproduktion eines Jahres gewonnene Wärmemenge bleibt also erheblich hinter jener zurück, mit welcher die Sonne ein nur kleines Gebiet beschenkt. Die Sahara erhält *im Tag* eine Wärmemenge, welche nur durch Verbrennung von 6 Milliarden Tonnen Kohle erzeugt werden kann. Angesichts dieser riesenhaften von der Sonne gespendeten Wärmeenergie, mit welcher verglichen selbst die Energie der Wasserkraften klein erscheint, liegt die Frage gerade ihrer zweckmäßigen Ausnutzung auf der Hand. Aber wie soll diese nun geschehen? Der Verfasser weist uns einen Weg. Er übergeht hier absichtlich zunächst die teilweise recht vielversprechenden Versuche, die Sonnenenergie mit sogenannten Sonnenmaschinen, d. h. z. B. mit Hilfe von großen Spiegeln usw. zu konzentrieren und nutzbar zu machen, Versuche, welche gegenwärtig in Ägypten und Peru unternommen werden. Dagegen sieht er in der wärmeenergiespeichernden Fähigkeit der Pflanzenwelt die Grundlage für einen Ersatz der fossilen Sonnenenergie. Eine kleine Berechnung möge dies erläutern. Die jährliche Produktion der gesamten Erdoberfläche an organischer Trockensubstanz beläuft sich auf etwa 32 Milliarden Tonnen, deren Verbrennungswert 18 Milliarden Tonnen Kohle gleichkommt, dem ca. 17-fachen der jährlichen Weltproduktion von Steinkohle und Braunkohle zusammengekommen. Diese Produktion an organischer Trockensubstanz läßt sich nach dem Verfasser durch rationelle Bodenbewirtschaftung leicht steigern, nach *A. Mayer* sogar auf das vierfache, in tropischen Gebieten auf noch mehr. Die gewonnene Trockensubstanz der Pflanzenernte würde dann unter Gewinnung aller Nebenprodukte vergast und das Gas in Gasmaschinen zur Gewinnung mechanischer Arbeit verbrannt. Das Problem der besseren Verwertung der Pflanzen ist nun hiermit noch keineswegs erschöpft, liefern diese doch Materialien hohen Handelswertes; es sei nur erinnert an den Kautschuk, den Kampfer, die ätherischen Öle, die Alkaloide, Glukoside usw., die bei rationeller Bodenwirtschaft vielleicht besser auf dem Wege durch die Synthese der Pflanze als auf jenem der künstlichen Synthese gewonnen werden könnten. Nach den neuesten Forschungen des Verfassers in Gemeinschaft mit Prof. *Ravenna* in Bologna hat man es sogar in der Hand, die Produktion der Pflanze in bezug auf gewisse Körper zu steigern, ja die Pflanze sogar zur Bildung von Stoffen anzuregen, die sie für gewöhn-

lich nicht liefert (z. B. die Maispflanze durch passende Impfung zur Bildung von Salizin u. a. m.). Verfasser kommt dann weiterhin auf zahllose photochemische Reaktionen zu sprechen, die sich auch ohne Mitwirkung des Pflanzenorganismus allein mit Hilfe der Sonnenstrahlung ermöglichen lassen und zu Stoffen hohen Handelswertes führen können. Diese Tatsache zieht auch eine Verwertung der Sonnenenergie *dort* in das Bereich der Möglichkeit, wo Pflanzenwuchs ausgeschlossen ist: „Auf den dünnen Gebieten werden dann industrielle Niederlassungen entstehen ohne Rauch und ohne Schornsteine. In Glashäusern und Röhren könnten so photochemische Prozesse zur Ausführung gelangen, welche bisher nur den Pflanzen eigen waren und welche die Menschheit zu ihrem Nutzen verwerten wird.“ Dies alles ist die Photochemie der Zukunft.

W. Bachmann, Göttingen.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie, Bd. II, Lieferung 3 (Bogen 21—30). Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1913. Preis M. 6,50.

Bei der Besprechung der Silikate (vgl. unsere früheren Referate hierzu) werden in dieser Lieferung die *Magnesiumsilikate* beendet, die *Calciumsilikate* begonnen. Die betreffenden Artikel rühren von *C. Doelter*, *A. von Fersmann*, *A. Himmelbauer* und *H. Leitmeier* her. Ein erster Abschnitt handelt über *Magnesiummetasilikat* (MgSiO_3). Wegen der neueren, namentlich synthetischen Untersuchungen über diese Verbindung und ihre Polymorphie besitzt dieser Gegenstand zurzeit großes Interesse. Von natürlichen Mineralien gehören hierher *Enstatit* nebst *Klinoenstatit*, *Bronzit*, *Hypersthen* und *Anthophyllit*. Auch auf ihr Vorkommen in Meteoriten wird eingegangen. — Weiter werden dann die wasserhaltigen Magnesiumsilikate: *Talk*, *Meerschaum*, *Serpentin* sowie eine große Anzahl seltenerer, gelartiger (amorpher oder kryptokristalliner) Mineralien erledigt, deren Namen hier nicht einzeln aufgezählt werden sollen. Ihre eingehende Besprechung an dieser Stelle ist deshalb zu begrüßen, weil sie sonst, wie überhaupt bisher die kolloiden Mineralien, in den Lehrbüchern der Mineralogie noch wenig oder nicht behandelt worden sind. Hervorzuheben sind außerdem wegen des technischen Interesses der Abschnitt über die Genesis der Talklagerstätten, ferner die Ausführungen über den Wassergehalt und die Konstitution der genannten Silikate. Leider sind einige störende Druckfehler stehen geblieben: So sei im Interesse der Richtigstellung darauf hingewiesen, daß auf S. 347 bei Besprechung einiger Analysen durchgängig unrichtige Nummern für diese angegeben sind. — Von den Calciumsilikaten wird kurz gestreift das *Calciumorthosilikat* (Ca_2SiO_4), welches als Mineral noch nicht gefunden wurde, aber synthetisch dargestellt ist und im Portlandzement eine Rolle spielt. Eingehender wird dann das *Calciummetasilikat* (CaSiO_3), einmal als natürlicher *Wollastonit*, dann als nur synthetisch dargestellter, aber mehrfaches Interesse bietender *Pseudowollastonit* behandelt. Es schließen sich hieran einige seltenere Calciumsilikate, *Akermanit* u. a. Den Beschluß bilden die zeolithartigen *Calciumhydro-silikate*, von denen nur der fluorhaltige *Apophyllit* hier genannt sei. Es sei besonders hervorgehoben, daß eine große Anzahl von Analysen angegeben ist, deren Auswahl so getroffen wurde, daß vorwiegend neuere (nach 1870) berücksichtigt, ältere oder sonstwie unzuverlässige ausgeschieden wurden. J. Uhlig, Bonn.

Astronomische Mitteilungen.

Eine interessante Untersuchung über systematische Fehler bei der spektroskopischen Bestimmung von Sternbewegungen in der Gesichtslinie veröffentlicht *H. Ludendorff* (Potsdam) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4705 und kommt dabei zu folgenden Ergebnissen: Zwischen den auf der Bonner Sternwarte und auf dem Lick-Observatorium gemessenen Radialgeschwindigkeiten der Fixsterne besteht ein systematischer Unterschied, der von den Sternen des Spektraltypus F bis zu denjenigen des Typus M sich von 0 km bis auf etwa 2,5 km steigert. Dabei beträgt der mittlere Fehler dieser Unterschiede durchschnittlich nur 0,25 km. Der Unterschied zwischen den Bonner Messungen und denjenigen auf der Licksternwarte ist durchaus vom Spektraltypus abhängig, wird null für die K-Sterne und wächst für die G-, F- und M-Sterne langsam an. Es ist bisher nicht möglich, diese Abhängigkeit jenes systematischen Unterschieds vom Spektraltypus befriedigend zu erklären, und es muß deshalb in Zukunft besonders auf derartige systematische Unterschiede bei der spektroskopischen Bestimmung von Radialgeschwindigkeiten geachtet werden.

Von dem neuen, zuletzt entdeckten Kometen 1913 f (*Delavan*) teilt *H. Kobold* (Kiel) 2 neue parabolische Elemente in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4705 mit, die aber noch immer nicht als gesichert gelten können und wonach der Komet erst im Herbst dieses Jahres in Sonnennähe kommt. Gegenwärtig noch immer von der 10½-Größenklasse, wird dieser teleskopische Haarstern Anfang Februar in gerader Aufsteigung bei 2 h 39 m und in Abweichung 1° 10' südlich vom Himmelsäquator stehen.

Mikrometrische Ausmessungen der Marsoberfläche von *H. E. Lau* (Kopenhagen) sind in Nr. 4706 der *Astronomischen Nachrichten* ausführlich veröffentlicht und beschreiben den Zustand der Marsoberfläche während seiner Erdnähe im Jahre 1909 nach Messungen am Refraktor der Urania-Sternwarte in Kopenhagen, dessen Objektöffnung ¼ m beträgt. Die Ergebnisse dieser Messungen und Beobachtungen sind in einer beige-fügten Karte enthalten, auf der 46 Marskanäle verzeichnet sind und besonders die Umgebung des südlichen Polarflecks auf dem Mars genauer dargestellt ist. Beim Schmelzen des südlichen Polarflecks im August 1909 beobachtete *H. E. Lau* die ganze sichtbare Marsoberfläche stark verschleiert. Schon im Oktober und November 1909 war dagegen die eigentliche rotgelbe Planetenoberfläche fast überall freigelegt, und selbst ganz schwache Kanäle ließen sich erkennen. Es konnte festgestellt werden, daß die Marsatmosphäre in den Monaten September—November 1909 allmählich immer durchsichtiger wurde und daß die Intensität der Kanalgelände während des südlichen Marssommers mit ihrer Entfernung vom Südpol jenes Planeten abnahm. Bei dieser Gelegenheit sei erwähnt, daß nach den neuesten, auf dem Flagstaff-Observatorium in Arizona etwa Mitte Januar d. J. angestellten Marsbeobachtungen jetzt der südliche Polarfleck auf dem Mars bis in ziemlich tiefe Breiten wieder gefroren ist und der Anblick der südlichen Marshalbkugel sich stark verändert haben soll.

Aufzeichnungen des Sonnenscheins in Spitzbergen behandelt ein besonders interessanter Aufsatz von *Dr. M. Robitzsch* im Dezemberheft (1913) der *Meteorologischen Zeitschrift*. *Dr. M. Robitzsch* weilte als Beobachter längere Zeit auf der deutschen wissenschaft-

lichen Station (*Hergesell*) in Spitzbergen, wo ihn auch der Unterzeichnete im Herbst 1912 bei Gelegenheit einer als Kaisergast ausgeführten großen Nordlandreise auf jener Station im Ebeltoft-Hafen antraf. Die Registrierung des Sonnenscheins in hohen nördlichen oder südlichen Breiten, wo die Sonne zur jeweiligen Sommerszeit sich 24 Stunden hindurch zirkumpolar am Himmel sichtbar bewegt, verlangt besondere Instrumente. Dieselben müssen 24 Stunden lang registrieren, für niedrige Sonnenstände eingerichtet werden und auch bei der dort geringen Wärmewirkung der Sonnenstrahlen genügend empfindlich sein. Für die Verwendung in der Arktis oder Antarktis können deshalb weder die Campbell-Stockesschen noch die sinnreichen, photographisch registrierenden Maurerschen Sonnenschein-Autographen in Betracht kommen, da bei ersteren die Sonnenwärme nicht ausreicht, um eine Bahnspur auf dem Streifen einzubrennen, und da letztere nur bei höherem Sonnenstande gut arbeiten. *Dr. Robitzsch* hat nun im Anschluß an den Apparat von *Maurer* und unter Beibehaltung der photographischen Registrierung mittels einer Lochkamera einen besonderen, sehr sinnreichen Apparat konstruiert, der durch Kombination mehrerer Abbildungssysteme auch den Sonnenschein zur Zeit der unteren Kulmination des in hohen Breiten stets im jeweiligen Sommer über dem Horizont leuchtenden Tagesgestirns zu registrieren vermag. Auf einer besonderen Kurvendarstellung gibt der Verfasser am Schluß seines sehr instruktiven Aufsatzes ein graphisches Bild der auf Spitzbergen beobachteten Sonnenscheindauer, die tatsächlich alle feinen Einzelheiten viel besser wiedergeben imstande ist, als dies etwa eine lange Zahlen-tabelle vermag. Danach liegt das Maximum der Sonnenscheindauer für Spitzbergen im Monat Mai; die Registrierungen der Sonnenscheindauer mittels des Apparates von *Robitzsch* werden auf der wissenschaftlichen Station in Spitzbergen weiter fortgesetzt.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

In der Besprechung zu einem Vortrage von *Oswald* über *Die Schilddrüse und ihre Rolle in der Pathologie* entwickelt *Sahli* (Bern) seine von der zurzeit herrschenden erheblich abweichende Anschauung über die Basedowsche Krankheit. (*Correspondenzblatt für Schweizer Ärzte* 1913, Nr. 9, S. 269.)

Nach *Sahli* ist „wohl kaum je eine Theorie mit so wenig Kritik und gestützt auf so mangelhaftes Beweismaterial angenommen worden, wie die Theorie von *Möbius* von der primär thyreogenen Natur des Morbus Basedowii“. *Möbius* habe sich bloß von „dem geistreichen Aperçu der symptomatischen Gegensätzlichkeit des Myxödems und des Morbus Basedowii leiten lassen“ und merkwürdigerweise damit Erfolg gehabt. Mit demselben Recht könne aus der Gegensätzlichkeit zwischen Fieber und Myxödem geschlossen werden, daß auch das Fieber eine Funktionsstörung der Schilddrüse sei! Es werde bei dieser Beweisführung ganz vergessen, daß äußerlich ähnlich aussehende Zustände von ganz verschiedenen Organen her ausgelöst werden können (z. B. Pulsbeschleunigung durch Vaguslähmung und Sympathicusreizung usw.). Diese „oberflächliche symptomatische Auffassung“ zeitige gerade in der Lehre von der inneren Sekretion sehr bedenkliche pathologi-

sche Systeme, wie z. B. *Lundborgs* ganz unzureichend begründete Anschauungen von den Erkrankungen der Epithelkörperchen. Auf diese Weise drohe „die erfreuliche Mehrung unserer Kenntnisse auf dem Gebiet der inneren Sekretion eine Verflachung unserer medizinischen Anschauungen herbeizuführen“.

Weiterhin sucht *Sahli* die gegen die Erklärung der Basedowscheinungen vom Nervensystem aus erhobenen Einwände zu entkräften. Gerade die Mannigfaltigkeit der Erscheinungen, die Mischung von Reizungs- und Lähmungszuständen, die Unmöglichkeit ihrer Erklärung nach grobanatomischen Prinzipien sei eine kennzeichnende Eigenschaft auch der übrigen Neurosen, die Annahme einer von einem einzelnen Organe ausgehenden Vergiftung hingegen erleichtere nicht im mindesten das Verständnis des Krankheitsbildes. „Denn wie soll ein einheitliches Schilddrüsen Gift die so wechselnden Symptome erklären können? Und wie sehr verliert sich die Annahme *verschiedener* Schilddrüsen Gifte ins rein Hypothetische und Nebelhafte.“ Nimmt man aber eine verschiedene Empfindlichkeit der einzelnen Gebiete des Nervensystems zur Erklärung zu Hilfe, so gibt „man damit die entscheidende Bedeutung der Intoxikation und damit überhaupt eigentlich die Schilddrüsentheorie auf“.

In neuerer Zeit sind der Schilddrüsentheorie noch weitere Schwierigkeiten erwachsen durch die Annahme von Beziehungen zu anderen Organen mit innerer Sekretion, besonders zu der Thymus und den Nebennieren. Das zeige am besten, auf wie unsicherem Boden die Schilddrüsentheorie stehe. So wichtig die Feststellung von Hormonen als „chemischen Boten“ des Körpers sei, so wenig dürfe doch vergessen werden, „welch quallenhaftes Dasein uns solche bloß chemische Boten vermitteln würden, wenn sie nicht in feiner Weise durch ein entwickeltes und rasch wirkendes feinfühliges Nervensystem kommandiert würden“.

Sahli glaubt, daß die thyreogene Theorie der Basedowschen Krankheit an diesen Schwierigkeiten zugrunde gehen werde, und weist darauf hin, daß sich der Streit zwischen den Anhängern der beiden Theorien auf falschem Boden abspiele, nämlich auf dem Boden der kausalen Auffassung der Erkrankungen, im Gegensatz zu der von *v. Hanseman* empfohlenen *konditionalen*. Nach Erörterung der Unterschiede zwischen beiden Auffassungen zieht *Sahli* für die Frage nach dem Wesen der Basedowschen Krankheit die Schlußfolgerung, „daß die Bedingungen für die Entstehung dieser Krankheit *sowohl* in dem Nervensystem als auch in der Schilddrüse liegen müssen und daß beide Gruppen von Bedingungen theoretisch *gleich notwendig* sind, wenn das Vollbild der Krankheit entstehen soll“.

Wenn auch bei dem Zustandekommen des Symptomenkomplexes der Basedowschen Krankheit Störungen der Schilddrüsentätigkeit und des Nervensystems „koordiniert und gleich notwendig“ sind, so liege die auslösende Bedingung doch unzweifelhaft im Nervensystem. Demgemäß sei die Neurosenbehandlung der operativen Behandlung vorzuziehen. Sie werde allerdings durch die Gegenvorstellung der Kranken, wonach der Morbus Basedowii eine chirurgische Erkrankung sei, wesentlich erschwert. Die Operation solle für die Fälle vorbehalten bleiben, in denen man wegen ungenügenden Erfolges der sonstigen sachgemäßen Behandlung „das Bedürfnis habe, für die Kranken ein übriges zu tun“. Nach *Sahlis* Erfahrungen aus der voropera-

tiven Zeit seien die Erfolge der inneren Behandlung nicht schlechter und auch nicht langsamer als die operativen.

(Gegen die temperamentvollen Ausführungen des hervorragenden Klinikers lassen sich gewiß mancherlei Einwände erheben, gleichwohl sind sie sehr beachtenswert. Ganz besonders gilt dies von der Mahnung, bei aller Anerkennung der Wichtigkeit der inneren Sekrete die Rolle des Nervensystems nicht zu unterschätzen. Denn daß manche Untersucher in diesen Fehler verfallen, kann nicht bezweifelt werden. Ref.)
St.

Lebensverlängerung beim unbefruchteten Ei. Das reife unbefruchtete Ei des Seeigels geht in gewöhnlichem Seewasser bei Zimmertemperatur in etwa drei Tagen zugrunde. Wir haben es hier mit einer typischen Begrenzung des Lebens einer Zelle durch innere Bedingungen zu tun. Die Befruchtung und ebenso die künstliche Anregung der Furchung sind für das Ei lebensrettende Eingriffe. Zur Analyse der Bedingungen, die die Verlängerung des Lebens bewirken, hat *Loeb* (*The Journal of experimental Zoology* Vol. 15, 1913, p. 201 bis 208) einige Versuche mitgeteilt. Er beobachtete, daß die Membranbildung, die eine so charakteristische Erscheinung beim befruchteten Ei ist, *keine* Verlängerung des Lebens bewirkt, wenn man sie durch Einwirkung von Fettsäuren auf das reife Ei hervorruft, vielmehr sterben die Eier mit künstlich erzeugter Membran *früher* ab, als unbefruchtete Eier, die nicht behandelt wurden. Wird das Ei vor oder nach der Erzeugung der Membran in eine hypertonsche Seewasserlösung gebracht, so tritt eine Verlängerung des Lebens, eine Entwicklung ein. Dabei ist es bemerkenswert, daß die Einwirkung der hypertonschen Lösung, die einen solchen lebensverlängernden Erfolg hat, viel kürzere Zeit erfordert, wenn die Membran schon gebildet ist, als wenn dies noch nicht geschehen ist. *Loeb* erklärt diesen Unterschied damit, daß die Wirkung der hypertonschen Lösung um so stärker ist, je lebhafter die Oxydationen im Ei ablaufen, was dadurch bewiesen wird, daß Verminderung des Sauerstoffdruckes oder Sauerstoffentziehung die lebensverlängernde Wirkung der hypertonschen Lösung verringern oder aufheben. Während nun das unbefruchtete Seeigelei einen Sauerstoffverbrauch hat, der nur $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ desjenigen ist, den das befruchtete Ei zeigt, hat das Ei mit künstlich erzeugter Membran einen ebenso hohen Sauerstoffverbrauch wie das befruchtete. Zur Kennzeichnung der Veränderungen, die die hypertonsche Salzlösung im Ei hervorruft, wird noch der Nachweis erbracht, daß sie *irreversibel* ist: Eier, die einmal mit hypertonscher Lösung behandelt sind, werden, solange sie überhaupt noch leben, durch Fettsäuren, die eine Membranbildung hervorrufen, zur Entwicklung befähigt, d. h. ihr Leben wird auf unbegrenzte Zeit verlängert. Für solche vorbehandelte Eier ist die Membranbildung, die bei unbehandelten Eiern das Leben verkürzt, ein lebensverlängernder Vorgang bzw. das äußere Merkmal eines solchen. Die Behandlung mit hypertonschem Seewasser allein, ohne Membranbildung, hat keinen lebensverlängernden Einfluß, nur das Zusammenwirken beider Prozesse, der Membranbildung und der irreversiblen Wirkung, die die vermehrte Salzkonzentration im Ei ausübt, geben die Bedingungen der Furchung und damit der Verlängerung des Lebens.
P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 7.

13. Februar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Weitere Resultate über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien. Von *Prof. Dr. J. Stark, Aachen.* S. 145.

Der Unterschied in der Reichweite einer Funkstation bei Tag und bei Nacht. Von *Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. S.* S. 148.

Zur Entwicklungsmechanik des morphologischen Aufbaues der Hirschgeweihe. Von *Ludwig Rhumbler, Hann.-Münden.* S. 154.

Besprechungen. S. 160.

Kleine Mitteilungen. S. 165.

Lambrecht's Aspirations-Psychrometrograph



zeigt den Stand der Thermometer auch nachträglich exakt an. Ablesefehler sind hierdurch unmöglich.

Der Aspirations-Psychrometrograph liefert also bei bequemster Handhabung die sichersten Resultate. Für die Reise (Expeditionen) kann er mit Kasten und Baumschraube geliefert werden. Ein weiterer

wesentlicher Vorzug des Instruments ist noch die Möglichkeit, dass die zu untersuchende Luft weit hergeholt werden kann (Rohrleitung), was namentlich für technische Zwecke wichtig ist. — Nur mit dem Namen „Lambrecht“ versehene Instrumente sind wirklich Originale.

Man verlange Gratis-Drucksache No. 222.

Gegründet
1859

Wilh. Lambrecht, Göttingen

(Georgia
Augusta)

Inhaber des Ordens für Kunst und Wissenschaft, der großen goldenen und verschiedener anderer Staatsmedaillen. Prämiert mit höchsten Preisen auf sämtlichen beschickten Ausstellungen.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende und Liebhaber.

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gustav Lindau

Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem.

Soeben erschienen:

Sechster Band

Die Torf- und Lebermoore

Von

Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

Die Farnpflanzen (Pteridophyta)

Von

Guido Brause Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text. Preis M. 8,40; in Leinwand gebunden M. 9,20.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

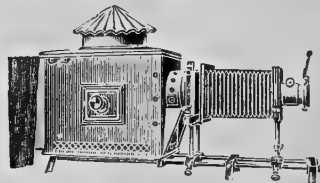
Zur Krise der Lichtäther-Hypothese

Rede gehalten beim Antritt des Lehr-
amts an der Reichs-Universität zu Leiden

von

Professor Dr. P. Ehrenfest

Preis M. —,60.



Projektions - Apparate

in jeder Ausführung und mit allem Zubehör
für wissenschaftliche Versuche.

Katalog gratis.

Interessante Lichtbilderserien

aus allen Gebieten leihweise und käuflich,
zum Teil mit ausgearbeiteten Vorträgen.

267 Seiten starkes Verzeichnis kostenlos.

UNGER & HOFFMANN A.-G.

Dresden-A. 34.

Spezialfabrik für Projektionsapparate.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Jul. Springer, Berlin: Seite II u. III. Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV. Wilhelm Lambrecht, Göttingen: Seite I. — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

13. Februar 1914.

Heft 7.

Weitere Resultate über den Effekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien.

Von Prof. Dr. J. Stark, Aachen.

I.

Seit meiner ersten Mitteilung¹⁾ über die Zerlegung von Spektrallinien durch ein elektrisches Feld habe ich eine Reihe weiterer experimenteller Ergebnisse gewonnen. Da die ausführliche Beschreibung derselben erst in einiger Zeit veröffentlicht werden wird, so wird vielleicht einem Wunsch entsprochen, wenn ich die wichtigsten Resultate mitteile.

In meiner ersten unterdes in den *Ber. d. Berl. Akad.* erschienenen Abhandlung habe ich den Transversal- oder Quereffekt des elektrischen Feldes auf Spektrallinien beschrieben; bei ihm steht die Sehrichtung senkrecht zu den elektrischen Kraftlinien im leuchtenden Gas. Es erscheint in ihm eine Serienlinie in geradlinig polarisierte Komponenten zerlegt, von denen die einen senkrecht, die anderen parallel zum elektrischen Feld schwingen. Dank einer einfachen Methode ist es mir und Herrn *Wendt* nunmehr gelungen, auch den Longitudinal- oder Längseffekt an den stärksten Wasserstoff- und Heliumlinien zu beobachten. Es erscheinen in ihm nur an dem spektralen Ort der senkrecht zum Feld schwingenden Komponenten im Quereffekt Linien und diese sind nunmehr, im Längseffekt, unpolarisiert²⁾.

Durch Anwendung von konstantem Strom konnte ich zusammen mit Herrn *Kirschbaum* feststellen, daß in der Tat, wie ich es bereits als wahrscheinlich bezeichnete, der Abstand der Komponenten einer Linie im elektrischen Feld proportional der ersten Potenz der Feldstärke ist. Dies gilt jedenfalls für die Wasserstofflinien H_β und H_γ und die Heliumlinie $\lambda 4026 \text{ \AA}$ bis zu einer Feldstärke von $50\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$. Bei der stark dissymmetrisch zerlegten Heliumlinie $\lambda 4472 \text{ \AA}$ scheint der Komponentenabstand langsamer als die Feldstärke zu wachsen, vielleicht proportional der Quadratwurzel aus ihr zu sein.

Ebenso überraschend wie merkwürdig ist folgendes Resultat. Nicht alle Komponenten einer Linie haben im allgemeinen dieselbe Intensität; mit wachsender Feldstärke wächst indes die Intensität der schwächeren Komponenten rascher

als diejenige der stärkeren. Das Intensitätsverhältnis zweier Komponenten (z. B. bei $\text{He } \lambda 4472 \text{ \AA}$), das bei $5000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ ungefähr 1:50 ist, kann bei $50\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ bis zu 2:3 angewachsen sein.

Dies Resultat ist auch von Bedeutung für die Zahl der wahrnehmbaren Komponenten einer Linie. So habe ich in meiner ersten Abhandlung angegeben, daß die Wasserstofflinie H_γ in zwei parallel und drei senkrecht zum Feld schwingende Komponenten zerlegt wird. Dies ist richtig für eine geringe Feldstärke, Dispersion und Lichtstärke. Die frühere Angabe ist indes in folgender Weise zu verbessern und zu erweitern.

Die Wasserstofflinie H_δ erscheint in einem Feld von $50\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ in vier parallel und vier senkrecht zum Feld schwingende Komponenten zerlegt; die Intensität dieser acht Komponenten ist von derselben Ordnung.

Die Wasserstofflinie H_γ wird durch ein Feld von $50\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ ebenfalls in vier parallel und vier senkrecht zum elektrischen Feld schwingende Komponenten zerlegt. Indes sind hier die zwei inneren senkrecht schwingenden Komponenten etwas schwächer, wie die zwei äußeren Komponenten, und noch viel schwächer sind die zwei inneren parallel schwingenden Komponenten. Bei einem Feld von $10\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ sind die zwei inneren senkrecht schwingenden Komponenten in eine einzige Linie zusammengefloßen und die zwei inneren parallel schwingenden Komponenten sind unsichtbar geworden.

Dieselben Verhältnisse gelten für die Linie H_β ; nur ist hier das Verhältnis der Intensitäten der inneren zu denjenigen der äußeren Komponenten noch viel kleiner. An Stelle der zwei inneren senkrecht zum Feld schwingenden Komponenten erscheint nur eine einzige Komponente, die selbst bei $50\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ beträchtlich schwächer als die zwei äußeren Komponenten ist.

An H_α haben wir bei einem Feld von $18\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ und einer Dispersion von 1:8,9 Millimeter: \AA nur zwei parallel dem Feld schwingende Komponenten beobachtet und eine senkrecht zum Feld schwingende Komponente, die vielleicht durch ein stärkeres Feld in ein Duplet sich auflösen läßt.

Ähnliches gilt für die Zerlegung der Linien der diffusen Nebenserie des Heliums. Die Linie $\lambda 5876 \text{ \AA}$ (D_3) wird anscheinend in ein Duplet von Komponenten zerlegt, von denen die eine parallel, die andere senkrecht zum elektrischen Feld schwingt. Viel größer ist die Zerlegung des nächsten Seriengliedes $\lambda 4472 \text{ \AA}$. Bei

¹⁾ J. Stark, *Ber. Berl. Akad.* 47, 932, 1913.

²⁾ Die Mitteilung hierüber wurde am 20. Dezember 1913 von Herrn W. Voigt der Gesellschaft der Wissenschaften in Göttingen vorgelegt.

einer Feldstärke von $10\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ zerfällt sie in ein Quartett: zwei parallel und zwei senkrecht zum Feld schwingende Komponenten; die Komponenten größerer Wellenlänge haben einen kleineren Abstand von der unzerlegten Linie und eine viel größere Intensität als die Komponenten kleinerer Wellenlänge. Das nächste Serienglied $\lambda\,4026 \text{ \AA}$ wird von $10\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ angenähert symmetrisch zur unzerlegten Linie in ein Sextett zerlegt, drei parallel und drei senkrecht zum Feld schwingende Komponenten, das nächste Glied $\lambda\,3820 \text{ \AA}$ in ein Oktett, vier parallel und vier senkrecht schwingende Komponenten.

Außer der diffusen Nebenserie des Heliums wurden noch Linien der diffusen Nebenserie des „Parheliums“, ferner Linien der scharfen Haupt- und Nebenserien des Heliums und Parheliums untersucht, sodann eine Reihe von Linien des Lithiums, die stärksten Linien des Natriums, Magnesiums, Calciums, Aluminiums, Thalliums und Quecksilbers. Es ist natürlich nicht möglich, in diesem Rahmen alle einzelnen Resultate aufzuzählen. Ich beschränke mich auf folgende allgemeinere Gesetzmäßigkeiten.

Innerhalb einer Serie nimmt die Zerlegung (Komponentenabstand) mit wachsender Nummer des Seriengliedes, also mit abnehmender Wellenlänge zu. Die Beziehung zwischen Komponentenabstand und Wellenlänge ist für verschiedene Serien (diffuse und scharfe) verschieden. Genauere Angaben in diesem Punkte behalte ich mir vor. Nur sei gleich hier bemerkt, daß die scharfe Hauptserie und die scharfe Nebenserie in jener Hinsicht sich übereinstimmend verhalten. Die parallel dem Feld schwingenden Komponenten haben im allgemeinen einen größeren Abstand von der unzerlegten Linie als die zugehörigen senkrecht dazu schwingenden Komponenten.

An den stärksten Linien des Bandenspektrums von Wasserstoff und Stickstoff konnte in einem Feld von $30\,000 \text{ Volt} \times \text{cm}^{-1}$ keine Zerlegung beobachtet werden.

Vergleicht man den elektrischen Effekt von Serienlinien mit ihrer Verbreiterung infolge Erhöhung der Stromdichte oder Dampfdichte, was den Abstand und die Intensität der Verbreiterung oder der elektrischen Komponenten einer Linie auf ihren zwei Seiten betrifft, so ergibt sich Übereinstimmung zwischen dem elektrischen Effekt und der Verbreiterung einer Linie. Hieraus folgt, daß die Verbreiterung der Serienlinien infolge der Erhöhung von Strom- oder Dampfdichte durch die elektrischen Felder der Gasmoleküle bewirkt wird.

Ebenso läßt sich wahrscheinlich machen, daß die sogenannte Druckverschiebung von Serienlinien auf den Effekt elektrischer Felder zurückzuführen ist.

II.

Bedeutet schon vorstehende Resultate einen überraschenden Fortschritt, so wird eine andere

im folgenden beschriebene neue Erscheinung erst recht Staunen und Interesse hervorrufen. Um sie voll zu verstehen, muß man sich zunächst an frühere Resultate meiner Untersuchungen an Kanalstrahlen erinnern, nämlich an folgende. In den Kanalstrahlen können die Atomionen eines Elementes erstens Serienlinien in bewegter Intensität an sich zur Emission bringen; dies geschieht, indem sie als Kanalstrahlen von beträchtlicher Geschwindigkeit durch ihren Stoß auf ruhende Gasteilchen ihre eigenen Elektronen zu Licht emittierenden Schwingungen anregen. Zweitens können die Atome eines Elements Serienlinien in ruhender Intensität zur Emission bringen; dies geschieht, wenn sie, ohne selbst eine Geschwindigkeit in den Kanalstrahlen zu besitzen, durch deren Stoß ionisiert werden und infolge davon an ihre Elektronen Schwingungsenergie übernehmen. Das Auftreten von bewegter und ruhender Intensität an den Serienlinien eines Elementes in den Kanalstrahlen hängt von bestimmten Versuchsbedingungen ab.

Zusammen mit Herrn *Kirschbaum* konnte ich nun zunächst eine frühere Beobachtung von mir bestätigen und erweitern. Hat man nämlich reine Wasserstoffkanalstrahlen in reinem Wasserstoff, so überwiegt weitaus die bewegte Intensität an den Serienlinien des Wasserstoffs und es ist dann die Gesamtemission der Kanalstrahlen etwas polarisiert, indem nämlich die elektrischen Lichtschwingungen parallel der Geschwindigkeitsachse etwas, aber deutlich intensiver sind als die senkrecht dazu stehenden Lichtschwingungen. Wir konnten spektralanalytisch zeigen, daß diese merkwürdige feine Erscheinung nur für die H-Serienlinien, nicht für die H-Bandenlinien in den Kanalstrahlen gilt. Und zwar ist jenes Überwiegen der Intensität der Schwingungen parallel der Geschwindigkeit nur an das Vorhandensein einer Geschwindigkeit geknüpft, es ist unabhängig davon, ob ein elektrisches Feld auf den leuchtenden Kanalstrahlen liegt oder nicht. In Übereinstimmung hiermit fehlt das Überwiegen jener Schwingungen, wenn die bewegte Intensität der H-Serienlinie hinter ihrer ruhenden Intensität zurücktritt, was z. B. der Fall ist, wenn reinem Wasserstoff reines Helium in bestimmtem Verhältnis beige mischt wird. Ferner konnten wir das beschriebene Phänomen des Überwiegens der Schwingungen parallel der Geschwindigkeit in allen anderen Fällen nicht beobachten, in denen die Serienlinien z. B. des Heliums oder Lithiums in den Kanalstrahlen überwiegend nur ruhende Intensität besitzen.

Über das an den bewegten Wasserstofflinien beobachtete neue Phänomen dachte ich viel nach und fand folgende Erklärung für es. Wenn die bewegten Wasserstoffionen in ihrer Geschwindigkeitsachse vorwärts laufend auf Gasteilchen stoßen, so erregen sie dabei durch den Stoß ihre Elektronen überwiegend in solchen Achsen zu

Schwingungen, welche parallel ihrer Geschwindigkeitsachse stehen.

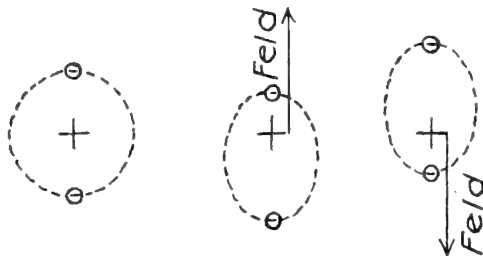
An diese Idee schloß sich sofort eine andere. Die in den Kanalstrahlen vorwärts fliegenden Wasserstoffionen haben in bezug auf ihre Geschwindigkeit zwei Seiten, eine Vorderseite, welche nach der Seite schaut, nach welcher ihre Geschwindigkeit gerichtet ist, und eine Rückseite, welche dahin schaut, von wo sie kommen. Stoßen die vorwärts fliegenden Wasserstoffionen auf ruhende Gasteilchen, so wird hierbei überwiegend ihre Vorderseite in Mitleidenschaft gezogen, es werden also ihre auf ihrer Vorderseite liegenden Elektronen intensiver zu Schwingungen angeregt als ihre auf ihrer Rückseite liegenden Elektronen.

Diese Vorstellung brachte ich nun weiter so gleich in Zusammenhang mit der Zerlegung von Spektrallinien durch ein elektrisches Feld. Ein äußeres elektrisches Feld zwingt ja in bezug auf sich selbst einem Atomion oder Atom eine Vorder- und eine Rückseite auf. Denken wir uns z. B. im Atom außerhalb eines positiven Zentrums negative Elektronen angeordnet, die im Atom ohne Feld gleich große Abstände vom Zentrum haben, so werden die auf der negativen Seite des Feldes liegenden Elektronen vom Feld nach dem Atomzentrum zu, die auf der positiven Feldseite liegenden Elektronen von dem Atomzentrum weg aus ihrer normalen Lage fortgeschoben. Erteilt man nun den Wasserstoffionen eine Geschwindigkeit und läßt deren Achse mit der Feldachse zusammenfallen, so kann man das Feld einmal so legen, daß seine Richtung entgegengesetzt, das andere Mal gleich der Richtung der Geschwindigkeit ist. Sind dann die obigen Ideen richtig, so werden einmal die von dem Atomzentrum weggeschobenen Elektronen des Wasserstoffatoms, das andere Mal die nach dem Atomzentrum hingeschobenen Elektronen intensiver zu Schwingungen angeregt. In jenem Fall muß also die den weggeschobenen Elektronen zugehörige elektrische Komponente der H-Serienlinien intensiver sein, in dem zweiten Fall muß diejenige elektrische Komponente intensiver sein, welche von den nach dem Atomzentrum hingeschobenen Elektronen emittiert wird; beide Komponenten schwingen natürlich parallel der Feld- und Geschwindigkeitsachse.

Verlassen wir nun den Boden der Ideen und hören die Resultate der Beobachtungen, zu denen sie mich und Herrn Kirschbaum anregten. Wir haben aus zahlreichen Beobachtungen folgende Resultate gewonnen.

Die Wasserstofflinien H_α , H_β , H_γ , H_δ weisen im elektrischen Feld bei Quersicht mindestens zwei parallel dem Feld schwingende Komponenten auf; es seien von ihnen nur die äußeren Komponenten betrachtet, welche also von der unzerlegten Linie den größten Abstand haben. Die eine von ihnen (kurzwellige Komponente) liegt relativ zur unzerlegten Linie auf deren Seite kleinerer Wellenlänge, die andere (langwellige Komponente) auf der Seite größerer Wellenlänge.

In reinem Wasserstoff (Überwiegen der bewegten Intensität der H-Kanalstrahlen) ist dann die kurzwellige parallel dem Feld schwingende Komponente der H-Linien intensiver als die entsprechende langwellige Komponente, wenn das elektrische Feld entgegengesetzt zur Geschwindigkeit der H-Strahlen gerichtet ist.



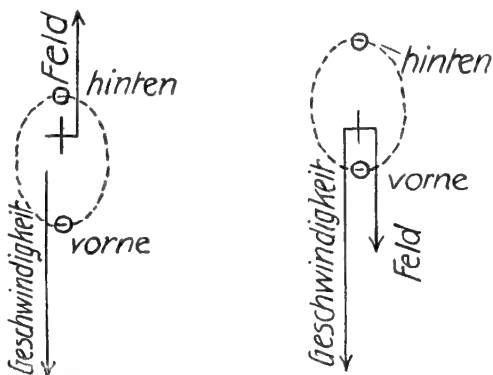
Atomion, ohne Feld, unzerlegte Serienlinien.

Atomionen ohne Geschwindigkeit in entgegengesetzten Feldern, ruhende Intensität, lang- und kurzwellige Komponente gleich intensiv.

Fig. 1.

Dagegen ist in reinem Wasserstoff die langwellige parallel schwingende äußere Komponente der H-Linien intensiver als die kurzwellige Komponente, wenn das äußere Feld und die Geschwindigkeit der H-Strahlen die gleiche Richtung haben.

In einem Gemisch von Helium und Wasserstoff (Überwiegen der ruhenden Intensität bei den H-Serienlinien) ist weder für die eine noch für



Atomion mit Geschwindigkeit in entgegengesetztem Feld, bewegte Intensität. Anregung überwiegend vorne, kurzwellige Komponente intensiver.

Atomion mit Geschwindigkeit in gleichgerichtetem Feld, bewegte Intensität. Anregung überwiegend vorne, langwellige Komponente intensiver.

Fig. 2.

die andere Richtung des äußeren Feldes relativ zur Geschwindigkeit der Kanalstrahlen ein merklicher Intensitätsunterschied zwischen den zwei äußeren parallel zum Feld schwingenden Komponenten der H-Serienlinien vorhanden.

Die vorstehenden Tatsachen und die obigen Ideen sind nun in den Fig. 1 u. 2 in geometrischer Darstellung vereinigt. Als Beispiel für die Atom-

struktur ist darin unverbindlich ein positiver Kern und ein ihn umgebender Elektronenring angenommen. Der Übersichtlichkeit halber sind in ihnen die Pfeile, welche Feldstärke und Geschwindigkeit darstellen, exzentrisch gelegt.

Es ist wohl nicht notwendig, noch weiter erklärende Worte zu den Figuren zu verlieren. Es sei nur folgende ebenso interessante wie wichtige Folgerung aus der Fig. 2 abgelesen.

Werden die Elektronen des Wasserstoffatoms, welche dessen Serienlinien emittieren, von ihrem positiven Zentrum nach auswärts durch ein äußeres elektrisches Feld fortgeschoben, so nimmt die Frequenz ihrer Schwingungen zu.

Werden diese Elektronen des Wasserstoffatoms nach dem positiven Zentrum einwärts durch ein äußeres elektrisches Feld geschoben, so nimmt die Frequenz ihrer Schwingungen ab.

Aachen, Physik. Institut d. Techn. Hochschule,
31. Januar 1914.

Der Unterschied in der Reichweite einer Funkenstation bei Tag und bei Nacht.

Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. S.

I. Einleitung.

In den letzten Jahren sind die Untersuchungen über den Einfluß, den meteorologische Faktoren auf die Ausbreitung der elektrischen Wellen in der drahtlosen Telegraphie ausüben, mehr und mehr in den Vordergrund des Interesses getreten. So kommt z. B. ein von der British Association jüngst ins Leben gerufener Ausschuß¹⁾ zur Beratung funkentelegraphischer Angelegenheiten, dem viele in der drahtlosen Telegraphie bekannte Forscher als Mitglieder angehören, zu dem Ergebnis, daß die „dringendsten und nützlichsten Aufgaben der Forschung folgende seien: 1. der Einfluß des Sonnenaufgangs und -untergangs, des Tageslichtes und der Dunkelheit sowie meteorologischer Vorgänge auf die Ausbreitung elektrischer Wellen über große Entfernungen; 2. der Ursprung und die Gesetze natürlicher elektrischer Wellen“. Zur Lösung dieser Aufgaben werden von dem Ausschuß Vorschläge gemacht, auf die wir unten zurückkommen.

Eine Antenne strahlt elektrische Wellen aus, die sich längs der Erdoberfläche ausbreiten. Die bei dieser Ausbreitung gültigen Gesetze zeigen, daß die auf einer Empfangsstation ankommende Energie von der Bodenbeschaffenheit, der Wellenlänge, der Höhe von Sende- und Empfangsstationen und der Entfernung der beiden Stationen abhängt. Nach den rein theoretischen Beziehungen scheint das Problem der drahtlosen Nachrichtenübertragung rechnerisch vollkommen zugänglich zu sein. Es zeigt sich aber in der Praxis, daß wesentliche Abweichungen von diesen Gesetzen

auftreten können, daß die Voraussetzungen, die bei der Ableitung der Formel gemacht sind, nur unter besonderen Bedingungen zutreffen. Man findet nämlich, und zwar besonders bei einem drahtlosen Verkehr über große Entfernungen, daß die ankommende Empfangsenergie *am Tage und in der Nacht nicht dieselbe ist*, daß sie in der Nacht durchschnittlich größer ist als am Tage, daß in der Nacht plötzlich starke Schwankungen eintreten, während am Tage derartige Unregelmäßigkeiten ausbleiben.

Versuche, die am Tage ausgeführt sind, eignen sich daher gut, um die theoretischen Beziehungen experimentell zu prüfen. Besonders eingehend Versuche nach dieser Richtung stammen von *Austin*. Als Gebestation diente dabei die an der amerikanischen Küste gelegene Großstation Brant-Rock, während je eine Empfangsstation auf den beiden Schiffen Salem und Birmingham bis zu Entfernungen von 1000 Seemeilen die ankommenden Energiemengen quantitativ aufnahm. Dabei wurden die Antennenhöhen zwischen 12 und 43 m, die Sendestromstärke zwischen 7 und 30 Ampere und die Wellenlänge zwischen 300 und 3750 m variiert. Aus dem so gewonnenen umfangreichen Versuchsmaterial läßt sich eine Beziehung ableiten, die eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit der aus der Theorie erhaltenen zeigt.

Da die Versuche über das Meer hinweg ausgeführt wurden, ist die Forderung, daß die die Wellen leitende Erdoberfläche große Leitfähigkeit besitzt, erfüllt. Daher auch die günstigen Resultate.

Bei Versuchen über Land erhält man starke Absorptionerscheinungen, wie in letzter Zeit *Reich* nachgewiesen hat. Bei seinen Versuchen zwischen der Großstation in Göttingen und einer kleinen Empfangsstation findet er, daß die theoretisch und experimentell ermittelten Empfangsstromstärken um ca. 15 % voneinander abweichen. 15 % gehen also durch Absorption verloren. Bei großen Entfernungen (Göttingen—Köln 210 km) wird dieser Prozentsatz wesentlich größer.

II. Unterschiede in der Reichweite bei Tag und Nacht.

Diese experimentelle Prüfung der theoretischen Beziehung ist, wie gesagt, nur dadurch möglich, daß am Tage Unregelmäßigkeiten und plötzliche Schwankungen der Größe der Empfangsenergie ausbleiben. Der Unterschied in den tags und nachts beobachteten Werten wurde zuerst von *Marconi* gefunden. Die in Fig. 1 reproduzierten Kurven geben die von ihm erhaltenen Resultate wieder. Die Versuche fanden statt zwischen der Station Clifden in Irland und der Station Glace-Bay in Canada. Als Abszissen sind die Stunden in Greenwicher Zeit aufgetragen, als Ordinaten die Stärke der in Clifden ankommenden Zeichen. Die ausgezogene Kurve gilt für die Wellenlänge von 7000 m, die gestrichelte für eine solche von

¹⁾ ETZ 1913, S. 1323.

5000 m. Die Figur zeigt, daß die Lautstärke am Tage für beide Wellen konstant ist, und daß sie für die längere Welle beträchtlich größer ist. In der Nacht ist sie bei beiden Wellen so veränderlich, daß sie nicht gezeichnet ist. Besonders interessant ist die Zeit bei Sonnenaufgang und Sonnenuntergang, oder exakt ausgedrückt, die Zeit, die zwischen dem Sonnenaufgang (resp. Sonnenuntergang) in Clifden und Glace-Bay liegt. Besonders

Nauen. Empfangen wurde auf einer in 1000 km Entfernung liegenden Station über gebirgiges Land hinweg. Die Resultate zeigt Fig. 3, in der wieder als die Abszisse die Tageszeiten und als Ordinaten die Empfangsintensität aufgetragen sind. Da hier auch die Nachtintensitäten zahlenmäßig für verschiedene Wellenlängen angegeben sind, ist ein mehr ins einzelne gehender Vergleich möglich. Es zeigt sich, daß auch hier nachts eine be-

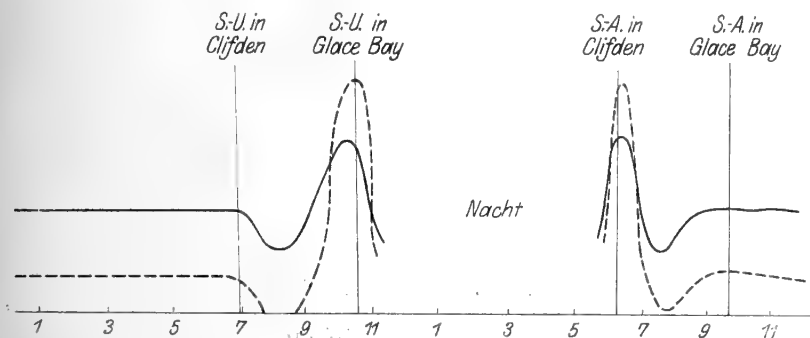


Fig. 1.

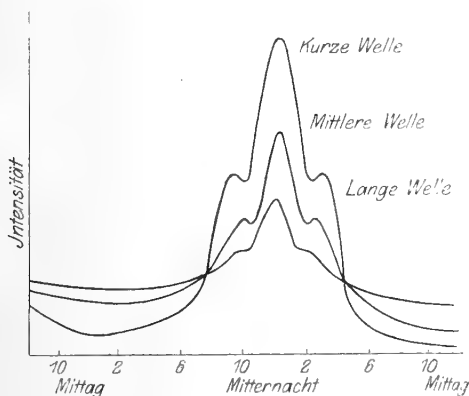


Fig. 3.

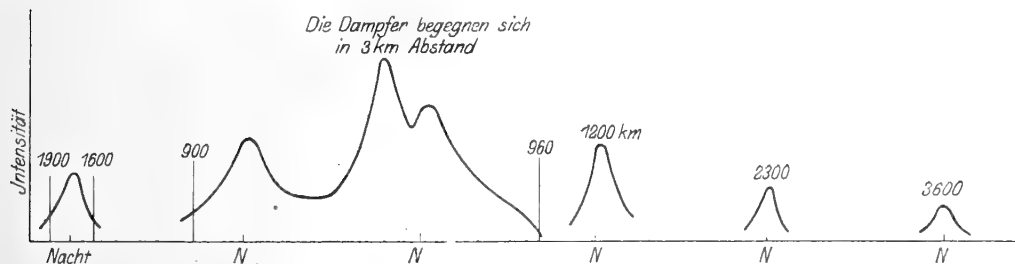


Fig. 4.

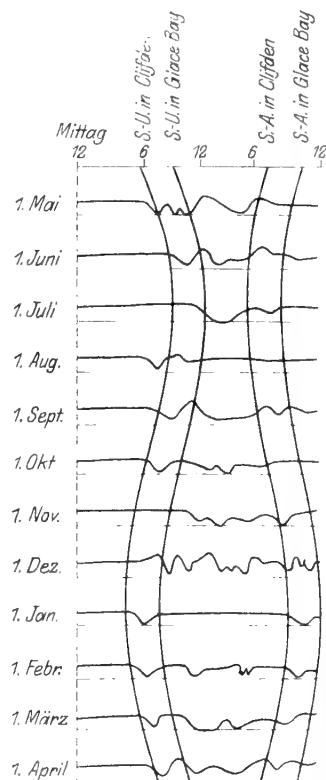


Fig. 2.

bemerkenswert ist das Minimum in der Zeit des Sonnenaufgangs und Sonnenuntergangs auf der Sendestation. Diese typische Kurvengestalt ist im ganzen Jahr im wesentlichen dieselbe, wie sich aus den Kurven der gleichfalls von Marconi herrührenden Fig. 2 ergibt.

Ähnliche Versuche sind von Stationen des Telefunken-systems ausgeführt und von Schwartzhaupt beschrieben. Als Sendestation diente die mit 20 Kilowatt Primärenergie ausgerüstete Station

trächtliche Intensitätssteigerung vorhanden ist, daß bei Nacht- und Tagesanbruch (die Jahreszeit, bei der die Versuche gemacht wurden, ist leider nicht angegeben) ähnliche Unregelmäßigkeiten wie bei den Marconischen Versuchen auftreten.

Besonders instruktiv sind die gleichfalls von Schwartzhaupt mitgeteilten Versuche, die durch Fig. 4 veranschaulicht sind. Der Verfasser schildert sie in folgender Weise: „Zwei Dampfer, welche mit Apparaten von 1800 km mittlerer

Reichweite versehen waren, machten im Winter vorigen Jahres (1910/11) folgenden Versuch. Die Schiffe näherten sich einander in der Nord-Südrichtung und traten mit einer Sendeenergie, welche von da ab stets konstant gehalten wurde, zuerst auf 1800 km Entfernung gegen 9 Uhr 15 Min. abends in Verkehr. Derselbe wurde bis gegen 6 Uhr morgens aufrechterhalten, dann wurde mit dem anbrechenden Tage die Lautstärke im Empfangstelephon so klein, daß die Aufnahme der Telegramme fast unmöglich wurde. Am Nachmittag gegen 4 Uhr befanden sich die Schiffe auf 950 km Abstand und konnten nun den Depeschenwechsel wieder fortsetzen, welcher Tag und Nacht dauerte. Am Nachmittage des nächsten Tages begegneten sich die Schiffe in Sichtweite und entfernten sich nun wieder voneinander. Die ganze Nacht und den folgenden Vormittag hindurch konnte telegraphiert werden, während die Lautstärke mit der steigenden Entfernung abnahm. Am Nachmittage um 3 Uhr war bei 960 km wieder die praktische Grenze erreicht, trotzdem wurden die gegenseitigen Anrufe fortgesetzt. Um 8 Uhr 30 Min. nach Einbruch der Dunkelheit waren in etwa 1100 km Entfernung die Signale beiderseits so kräftig, daß man glauben konnte, die Dampfer befänden sich in nur einigen 100 km Abstand voneinander. Ohne die geringste Schwierigkeit wurden bis gegen 4 Uhr 30 Min. morgens Telegramme ausgetauscht. Hierauf sank die Intensität rapide und am darauf folgenden Tage waren alle Anrufe vergeblich, bis es gegen 10 Uhr abends gelang, den Verkehr wieder aufzunehmen. Diese Periode erreichte schon um 3 Uhr morgens ihr Ende. Der gegenseitige Abstand betrug zu dieser Zeit etwa 2500 km. In der letzten Nacht lagen zwischen den beiden Schiffen 1000 km Land und 2500 km See, daher konnte man sich nur noch während der Höhepunkte der Intensitätskurve von 11 Uhr 30 Min. bis 1 Uhr 30 Min. nachts verständigen, dann brach der Verkehr endgültig ab. Der Versuch ist mit dem gleichen Resultat mehrere Male wiederholt worden. — — — Daß die Kurven sehr scharf ausgeprägt sind, ist dem Umstand zu verdanken, daß das Experiment einerseits unter dem gleichen Meridian, anderseits in den Tropen angestellt wurde. — — — Die Reichweite, welche die angenommene Sendeenergie am Mittag erzielte, betrug $\frac{1}{4}$ von derjenigen, welche um Mitternacht gemessen wurde. Interessant ist die Tatsache, daß dieses Verhältnis für die meisten bisher angestellten Versuche zutrifft, welche unter den gleichen Bedingungen vorgenommen wurden.“

In welcher Weise sich die erwähnten atmosphärischen Einflüsse dem Telegraphisten bemerkbar machen, ist besonders anschaulich von W. P. S. im Oktoberheft (1913) der *Wireless World* geschildert. Es heißt dort: „Beim Telegraphieren über große Entfernungen wurden wir häufig, besonders im südlichen Indischen Ozean, dadurch gestört, daß die Empfangsstärke außerordentlich

schwankt, daß die Signale einen Augenblick sehr stark sind, in ein paar Sekunden so schwach werden, daß sie fast unhörbar sind. An der Küste von Neusüdwales schwankten eines Nachts die Signale in dieser Weise und für ein paar Minuten konnte ich zwei Stationen hören. Zuerst wurden die Signale der einen Station schwach, während die der anderen sich verstärkten. Nach ein paar Sekunden war es gerade umgekehrt. Der ganze Vorgang wiederholte sich einige Male innerhalb einer Minute. Ich hatte den Eindruck, daß das die Wellen leitende Medium gleichsam hin- und herwogte und dadurch die Entfernung für die Wellen größer oder kleiner machte und die Stärke der Signale änderte.“

III. Einfluß der Sonnenfinsternis vom 17. April 1912.

Bei dieser Sachlage war es von besonderem Interesse, zu untersuchen, in welcher Weise eine Sonnenfinsternis auf die drahtlose Übertragung einwirkt. Eine ganz besonders günstige Gelegenheit bot dazu die Sonnenfinsternis vom 17. April 1912, da bei ihr die Verfinsternung für Mitteldeutschland ziemlich total und gerade in der Mittagszeit an einem fast vollkommen klaren Tage stattfand. Die Resultate dieser Versuche liegen in den Berichten von zwölf Empfangsstationen vor. Als Sendestation diente einmal die deutsche Station *Norddeich*, die mit 1650 m Wellenlänge in der Zeit von 12 bis 3 Uhr stündlich viermal ein bestimmtes Kennwort je fünf Minuten lang gab. Als Empfangsstationen beteiligten sich die Station in Emden, zwei Stationen des Telegraphen-Versuchsamtes in Berlin, eine Station der Telefunkengesellschaft in Berlin, zwei Stationen der C. Lorenz A.-G. in Berlin und die Küstenwachen in Swinemünde und Danzig. Über die Resultate dieser Versuchsgruppe berichtet der Leiter des Kaiserl. Telegraphen-Versuchsamtes, *Kiebitz*, im 2. Heft des Jahrbuchs für drahtlose Telephonie.

Die andere Gruppe erhielt ihre Zeichen von der Station am Eiffelturm, die von 9,40 bis 3,40 mit 2000 m Wellenlänge Dauersignale von je 10 Sekunden gab. Diese wurden aufgenommen von zwei französischen Stationen, nämlich denen in Saumur und Poitiers, von einer Station in Marburg und einer in Graz. Eine Übersicht über die Gesamtergebnisse gibt die nebenstehende Tabelle (S. 151), in der die Stationen nach der überbrückten Entfernung geordnet eingetragen sind.

Um die Signale auf einer Sendestation nach ihrer Stärke aufzunehmen, gibt es zwei Methoden. Als Detektor werden heute fast nur die Kontaktdetektoren und der elektrolytische Detektor benutzt. Die Zeichen werden bei ihrer Verwendung mit dem Telephon abgehört. Ein rohes Kriterium für die Stärke der ankommenden Wellen ist die Lautstärke des im Telephon gehörten Tones. Die eine der beiden genannten Methoden besteht nun darin, daß man diese Lautstärken zahlenmäßig aus-

Versuchsstationen (Gebestation zuerst)	Leiter der Versuche	Ent- fernung km	Resultat	Wellen- länge m	Empfangs- methode
Norddeich—Emden	?	27	kein Einfluß	1650	Telephon
Eiffelturm—Saumur	Turpain	250	Einfluß vorhanden	2000	Galvanometer
Eiffelturm—Saint Benoit	Turpain	ca. 300	Einfluß vorhanden	2000	Galvanometer
Norddeich—Berlin	Telefunken-Gesellschaft	450	Einfluß groß	1650	?
Norddeich—Berlin	Telegraphisches	450	kein Einfluß	1650	Telephon
Norddeich—Schöneberg	Versuchsamt				
Norddeich—Berlin	C. Lorenz A.-G.	450	kein Einfluß	1650	Telephon
Norddeich—Eberswalde	C. Lorenz A.-G.	460	Einfluß vorhanden	1650	Telephon
Norddeich—Swinemünde	—	470	kein Einfluß	1650	Telephon
Eiffelturm—Marburg	E. Take	530	Einfluß groß	2000	Galvanometer
Norddeich—Danzig	—	760	Einfluß vorhanden	1650	Telephon
Eiffelturm—Graz	M. Vos	1000	Einfluß sehr groß	2000	Galvanometer

zudrücken sucht. Dazu schaltet man parallel zum Telephon — man verwendet dazu meist Telephone von 1000 Ohm Widerstand — einen Regulierwiderstand, den man so lange verkleinert, bis man im Telephon den Ton gerade nicht mehr hört und gibt die Größe des parallel geschalteten Widerstandes als Maß für die Empfangsstärke an. Es ist die Lautstärke also um so größer, je kleiner dieser Widerstand ist. Wie man sieht, ist diese Methode sehr ungenau, besonders dadurch, daß ein großer subjektiver Fehler eingeht, der absolute Angaben fast vollkommen unmöglich macht.

Neben dieser rohen Methode gibt es noch eine feinere, die aber ein größeres Experimentiergeschick voraussetzt. An Stelle des Telephons wird ein hochempfindliches Galvanometer eingeschaltet, dessen Ausschlag proportional der Empfangsstärke gesetzt werden kann.

Die Tabelle zeigt, daß sämtliche Stationen, die keinen Einfluß der Sonnenfinsternis konstatieren konnten, mit der ersteren ungenauen Methode gemessen haben. Andererseits finden die Stationen der Telefunken-Gesellschaft und die Station in Eberswalde, die die gleiche Methode benutzten, einen sicheren Einfluß.

Die französischen Stationen unter Leitung von A. Turpain haben die Methode des Nebenschluß-telephons sogleich aufgegeben und nur mit dem Galvanometer gemessen. Die Kurven der Messung zeigen ein deutliches Maximum im Zeitpunkt der größten Verfinstörung. Ausführliche Angaben liegen von Take und Vos vor, die in Marburg und Graz gleichfalls die Einwirkung mit dem Galvanometer verfolgten. Take findet in Marburg eine Zunahme der Empfangsintensität von rund 25 % und Vos in Graz sogar eine solche von 96%. Bei beiden ist das Maximum der Empfangsintensität dann vorhanden, wenn das Maximum der Verfinstörung sich gerade in der Mitte zwischen Gebestation und Sendestation befand.

Als Beispiel der Änderung der Empfangsintensität im Verlauf der Finsternis möge die von der Telefunken-Gesellschaft erhaltene Kurve, die in Fig. 5 wiedergegeben ist, dienen. Sie zeigt ein

Maximum des Empfangs zur Zeit der größten Verfinstörung. Außerdem wurden vor und nach dem Eintritt des Maximums mittelstarke Störungen wahrgenommen.

Wenn auch nicht geleugnet werden darf, daß es nicht ohne weiteres zulässig ist, die Resultate der einzelnen Stationen bei ihren verschiedenartigen Luftleiteranordnungen und speziellen Empfangseinrichtungen miteinander zu vergleichen, und wenn auch das Versagen von vier Stationen eine neue Unsicherheit hineinbringt, so sind wir

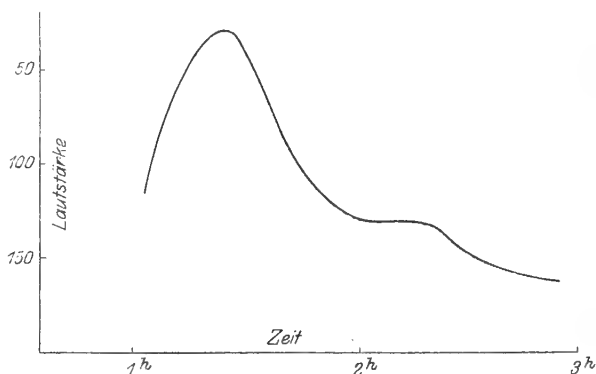


Fig. 5.

doch wohl berechtigt, aus der Tabelle zu entnehmen, daß mit zunehmender Entfernung zwischen Gebestation und Empfangsstation der Einfluß der Sonnenfinsternis zunimmt. Dieser Schluß wird besonders gestützt durch einen Vergleich der Versuche von Take und Vos, die mit derselben Wellenlänge, derselben Gebestation und derselben Empfangsmethode arbeiteten.

IV. Erklärungen für die Reichweitenänderung.

Es ist von verschiedenen Seiten versucht, für die beschriebenen Erscheinungen eine Erklärung zu geben. Wir erwähnen an dieser Stelle die beiden Erklärungsversuche, die von Eccles und Kiebitz stammen.

Eccles nimmt mit Heaviside an, daß in großer Höhe in unserer Atmosphäre eine dauernd ioni-

sierte Schicht vorhanden ist. Ein direkter Beweis hierfür fehlt bisher. *Humphrey* führt ihre Entstehung darauf zurück, daß die äußersten Schichten unserer Atmosphäre durch Bombardement mit Staub kosmischer Herkunft dauernd ionisiert werden. Diese ionisierte Schicht ist in gleicher Weise tags und nachts vorhanden. Die darunter liegenden Schichten der Atmosphäre sind nicht dauernd ionisiert, sondern werden es wenigstens in den höher gelegenen Teilen nur bei Sonnenstrahlung. Die Konzentration der von der Sonnenstrahlung herrührenden Ionen wird mit zunehmender Entfernung von der Erde wachsen. Bezeichnet man nun mit

u_0 die Geschwindigkeit der Wellen in nicht ionisierter Luft,

u die Geschwindigkeit in ionisierter Luft,

so gilt für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit u die Gleichung

$$u = u_0 \left(1 + \frac{1}{2} \gamma \right).$$

γ ist in hohen Luftschichten der Konzentration der Ionen direkt und dem Quadrat der Frequenz umgekehrt proportional. Die Formel besagt also, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit in ionisierter Luft größer ist, und die Folge davon ist, daß mit zunehmender Höhe über der Erde die Geschwindigkeit elektrischer Wellen zunehmen wird. Infolgedessen wird eine vertikale Wellenfront bei ihrem Fortschreiten sich nach vorn überneigen und sich eventuell mehr oder auch weniger als die Erdoberfläche krümmen.

Die Betrachtung würde zunächst das Ergebnis liefern, daß die elektrischen Wellen längs der Erdoberfläche entlang laufen können.

Weiter erklärt nun *Eccles* die großen Unterschiede zwischen den Tag- und Nachtbeobachtungen durch die Annahme, daß bei Nacht die dauernd ionisierte *Heaviside*-Schicht wie eine reflektierende Oberfläche wirkt, „etwa in der Art wie eine Flüstergalerie“, und daß am Tage die reflektierende Wirkung der oberen Schicht infolge der durch die Sonnenstrahlung erzeugten Zwischenschicht, die nach der obigen Betrachtung die Wellen nicht bis zur *Heaviside*-Schicht gelangen läßt, unmöglich gemacht wird. Durch die reflektierende Wirkung der *Heaviside*-Schicht würden damit in der Nacht bei geeigneter Entfernung und Wellenlänge die außergewöhnlichen Reichweiten erzielt.

Diese Hypothese erklärt ihm fast alle Beobachtungsergebnisse, so z. B. die Tatsache, daß man bei Nacht über bergiges Terrain leichter telegraphiert als am Tage: „Wir haben nur nötig, anzunehmen, daß bei Nacht die *Heaviside*-Schicht Wellen aller Frequenzen gleich gut reflektiert, daß der Himmel in elektrischem Sinne durch die Strahlung seitens der Sendestation aufgehellert wird und Strahlen in die jenseits der Berge liegenden Täler sendet, wobei die Wirksamkeit der Signalgebung größer ist, wenn die Stationen nicht zu

dicht unter den Hügeln liegen. Bei Tage verschleiert die ionisierende Mittelschicht der Atmosphäre die reflektierende Schicht und bricht die Wellen in gewissem Grade über die Berge hinweg. Die Brechung ist, wie wir gesehen haben, bei einer Frequenz von 100 000 hundertfach kräftiger als bei einer Frequenz von 1 000 000, woraus sich die bereits angedeutete, den Ingenieuren bekannte Erfahrung erklärt.“

Daß beim Übergang von Tag zu Nacht besonders starke Änderungen der Empfangsintensität auftreten, erklärt sich nach seiner Hypothese in der Weise, daß bei Sonnenuntergang oder -aufgang durch Wiedervereinigung oder Bildung von Ionen starke Störungen in der Atmosphäre auftreten, die zum Teil Flecken oder Bänke ionisierter Luft und damit unregelmäßige Zerstreuungen infolge Brechung usw. entstehen lassen. Die von *Marconi* erhaltenen Kurven erklärt *Eccles* folgendermaßen:

„Erstens biegt während des Tages die Brechung in der ionisierten Mittelschicht der Atmosphäre einige der von Cape Breton kommenden Strahlen direkt nach Clifden, vielleicht unter Absorption; zweitens wird nach Sonnenuntergang in Clifden, aber vor Sonnenuntergang in Cape Breton die von letzterem Punkte ausgehende Strahlung längs einer gekrümmten Bahn in dem Teile der mittleren Atmosphäre gebrochen, der noch beleuchtet ist; sie durchdringt dann den Beleuchtungsgürtel und wird weiterhin auf ihrem Wege um die Erdkrümmung durch die *Heaviside*-Schicht unterstützt; drittens bezeichnet die Dämmerung, während sie nach Westen fortschreitet, die Vernichtung einer brechenden Struktur, in welcher die Fortpflanzung eine gute ist, und die Struktur, in welcher die Fortpflanzung gleichfalls besser ist als in dem Gürtel selbst. Es wird daher eine Lage des Gürtels geben, die ein Minimum der Signalstärke bewirken wird, und diese wird tatsächlich erreicht, wenn der Gürtel nicht sehr weit unterhalb des Horizonts der Empfangsstation liegt. Viertens und letztens scheint es, daß der Dämmerungsgürtel, wenn er über oder hinter der Sendestation durchgegangen ist, die Signale in willkürlicher, unregelmäßiger Weise durch einen Reflexionsvorgang oder, weniger wahrscheinlich, durch irgendeine linsenartige Wirkung verstärken kann.“

Daß weiter, wie früher erwähnt, die atmosphärischen Störungen (nach Angaben von *Eccles*) fünf Minuten nach Sonnenuntergang seltener und schwächer werden und daß etwa 10 Minuten nach Sonnenuntergang eine plötzliche Stille eintritt, wird gleichfalls durch die erwähnte Wirkung des Dämmerungsgürtels erklärt, und gleiche Erklärung finden die Erscheinungen beim Eintritt der Sonnenfinsternis.

Kiebitz geht von einem anderen Gedanken aus. Er argumentiert folgendermaßen: „Die Dichte und damit der Brechungsexponent für elektrische Wellen nimmt mit der Höhe über dem Erdboden ab. Infolgedessen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen in hohen Schichten etwas größer

als in tiefen, und ein geradlinig polarisierter Wellenzug, der parallel zur Erdoberfläche fortstreitet, muß nach der Erde hin gebrochen werden.

Eine Durchrechnung dieser Verhältnisse liefert ihm folgendes Resultat: „Die Dichte der Atmosphäre müßte sich also für 1 km Entfernung über dem Erdboden im Verhältnis 29:13 verringern, wenn sie eine so starke Brechung der elektrischen Wellen verursachen sollte, daß sie unabhängig von den Eigenschaften der Erdoberfläche der Erdkrümmung folgen können. In Wirklichkeit nimmt die Dichte in diesem Bereich nur im Verhältnis 76:67 oder 29:26 ab. Die Prismenwirkung der Atmosphäre kann also die Strahlung nicht hindern, in hohe Schichten zu gelangen; immerhin ist sie stark genug, um das Telegraphieren über Entfernungen, bei denen die Erdkrümmung eine Rolle spielt, erheblich zu begünstigen.

Ist ferner die Atmosphäre nicht homogen geschichtet, sondern findet infolge von Sonnenstrahlung usw. ungleichmäßige Erwärmung statt, so können Brechungserscheinungen auftreten, die analog wirken, wie die Schlieren bei den optischen Wellen. Derartige Schlierenbildungen großen Maßstabes im Strahlengange (Böen, Niederschläge) werden daher die Reichweiten herabsetzen, da sie bei Sonnenlicht und über Land naturgemäß am stärksten auftreten müssen, so erklärt sich die bekannte Tatsache, daß am Tage geringere Entfernungen überbrückt werden als bei Nacht und über Land geringere als über Wasser.“

V. Schluß.

Faßt man die Ergebnisse der beschriebenen Untersuchungen kurz zusammen, so ergeben sich folgende Tatsachen:

1. Die Intensität der auf einer Empfangsstation ankommenden Zeichen einer Sendestation ist am Tage so gut wie konstant.
2. Nachts wechselt sie außerordentlich stark und ist ihrem Betrage nach größer als am Tage, bisweilen um das 4—8fache.
3. Bei einer drahtlosen Übertragung am Tage erhält man mit größeren Wellenlängen größere Reichweite; nachts ist eine derartige Abhängigkeit nicht vorhanden.
4. Um Sonnenuntergang und Sonnenaufgang schwanken die Zeichen besonders stark, und zwar in einem ganz bestimmten Rhythmus.
5. Alle diese Erscheinungen treten um so deutlicher hervor, je weiter die beiden Stationen voneinander entfernt sind.
6. Eine Sonnenfinsternis wirkt in ähnlicher Weise wie der Sonnenuntergang. Auch hier nimmt die Wirkung zu mit größer werdender Entfernung der Stationen.
7. Auf die am Tage übermittelte Intensität der ankommenden Wellen hat die Jahreszeit geringen Einfluß.

Neben die bisher beschriebenen Erscheinungen tritt in der letzten Zeit ein Versuchsergebnis, welches anzuzeigen scheint, daß auch die rein meteorologischen Elemente Einfluß auf die drahtlose Übertragung haben. *Taylor* hat nämlich beobachtet, daß er immer dann große Reichweiten erzielte, wenn sich über dem überbrückten Gebiet eine ausgedehnte Wolkendecke befand.

Demnach scheinen die Erscheinungen doch ziemlich kompliziert zu sein. Eine Klärung wird wohl nur dadurch zu erreichen sein, daß man die praktische Erforschung dieser Erscheinungen in der von der British Association vorgeschlagenen Weise durchzuführen sucht. Der Vorschlag geht dahin, über ein großes Gebiet eine große Anzahl Beobachter zu verteilen und diese zu gleichen Zeiten quantitative Messungen der Empfangsenergie einiger großer Stationen vornehmen zu lassen. Aus dem so gewonnenen umfangreichen statistischen Material erhofft man eine Aufklärung der hier beschriebenen, für die Praxis der drahtlosen Telegraphie überaus wichtigen Erscheinungen.

VI. Literaturzusammenstellung:

1. *Zenneck*, Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie.
2. Auflage. Verlag von F. Enke, 1913. S. 315—323.
3. *Marconi*, Electrician 67, S. 532, 1911. Electrical World 59, S. 887, 1912. ETZ. 1912, S. 322.
4. *Austin*, Über einige Versuche mit Radiotelegraphie auf große Entfernungen. Jahrbuch für drahtlose Telegraphie V, S. 75, 1911, und ETZ. 1913, S. 566.
5. *Austin*, Wellenlänge und Erdabsorption von elektrischen Wellen. Jahrbuch für drahtlose Telegraphie V, S. 417 (1912).
6. *Lutze*, Funkentelegraphische Empfangsversuche im Freiballon. Physikal. Zeitschrift XIV, S. 288 (1913).
7. *Schwartzhaupt*, Sonnenlicht, Gebirge und Wellentelegraphie. Elektrotechnische Zeitschrift 1911, S. 1913.
8. *Mosler*, Atmosphärische Störungen in der drahtlosen Telegraphie. Elektrotechnische Zeitschrift 1912. Heft 44.
9. *Mosler*, Intensitätsmessungen radiotelegraphischer Zeichen zu verschiedenen Jahres- und Tageszeiten. Elektrotechnische Zeitschrift 1913, S. 996.
10. *M. Reich*, Quantitative Messungen der durch elektrische Wellen übertragenen Energie. Physikal. Zeitschrift XIV, S. 934 (1913).
11. *F. Kiebitz*, Funkentelegraphische Beobachtungen während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912. Physikal. Zeitschrift XIII, S. 885 (1912); Jahrbuch für drahtlose Telegraphie VI, S. 151 (1912).
12. *Flemming*, Wirkung der Sonnenfinsternis auf radiotelegraphische Zeichen. The Electrician, 10. Mai 1912.
13. *A. Turpain*, Einfluß der Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 auf die Fortpflanzung elektrischer Wellen. Compt. Rend. 154, S. 1457 (1912); La Nature Nr. 2036, S. 11 (1912); Jahrbuch für drahtlose Telegraphie VI, S. 158 (1912).
14. *Telefunken*, Die Sonnenfinsternis am Mittwoch. den 17. April 1912. Telefunkenzeitung Nr. 6, S. 89 (1912).
15. *Take und Vos*, Messung der während der Sonnenfinsternis am 17. April 1912 von Paris ausgesandten Hertzschen Wellen zu Marburg i. H. und zu Graz. Verhandlungen der deutschen physikalischen Gesellschaft XIV, S. 837 (1912).

15. Eccles, Über gewisse, die Fortpflanzung elektrischer Wellen über die Oberfläche des Erdballs begleitende Erscheinungen. Physikal. Zeitschrift XIII, S. 1163 (1912); Jahrbuch für drahtlose Telegraphie VII, S. 185 (1913).

16. Kiebitz, Über die Brechung elektrischer Wellen in der Atmosphäre. Jahrbuch für drahtlose Telegraphie VII, S. 154 (1913).

17. Taylor, Wireless and Weather. The Wireless World I, S. 549 (1913).

Zur Entwicklungsmechanik des morphologischen Aufbaues der Hirschgeweihe.

Autoreferat.

Von Ludwig Rhumbler, Hann.-Münden,

Zoologisches Institut der Forst-Akademie Münden i. Hann.

Das Geweih der Hirsche nimmt in mehrfacher Hinsicht unter den Knochenbildungen der Säugetiere eine Sonderstellung ein.

Es wächst jährlich mit fabelhafter Schnelligkeit, zeigt dabei ein ausschließliches Spitzenwachstum, während sonst Knochen in sich selbst ähnlicher Form ganz allmählich an Größe zuzunehmen pflegen, es verliert seinen ihm im Wachstumsstadium (Kolbengeweihsstadium) zukommenden Hautüberzug (durch das Fegen des Hirsches); es wird später abgeworfen und wird nach dem Abwerfen, nicht in der alten Form, sondern in einer neuen Gestalt (in der Regel unter jährlicher Zunahme der Endenzahl), wieder erzeugt.

Diese ganz isoliert dastehenden Besonderheiten treten besonders scharf hervor, wenn man das Hirschgeweih mit den analogen Stirnwaffen, den sogen. Hörnern, der nächst verwandten Ruminanten, der Cavicornier (Rinder, Schafe, Antilopen) nämlich, vergleicht. Die Hörner dieser Wiederkäuer wachsen, wie auch andere Knochen, in gemäßigttem Tempo ungefähr mit dem übrigen Körper proportional, ihr Wachstum ist ein vorwiegend basales, ihr Integumentalüberzug verhornt und bleibt als Schutzüberzug in Gestalt der sogen. Hornscheide zeitlebens erhalten; das Horn wird nicht abgeworfen und ändert auch seine Gestalt nicht wesentlich im Verlaufe seines Wachstums.

Neben diesen ohne weiteres auffälligen Unterschieden stehen noch andere, die sich in betreff der Innenstrukturanlagen zwischen Geweihen einerseits und Hörnern bzw. sonstigen Knochen andererseits ergeben. Die zum Wachstum der Stirnwaffe notwendige Blutversorgung geschieht bei der Geweihbildung fast ausschließlich durch Blutgefäße, die auf der Außenrinde der Knochenanlage entlang laufen und sich dann an der Wachstumsspitze der Geweihenden erst wirbelartig nach den inneren, achsialen Teilen des Geweihschneidens umschlagen (Fig. 1); während bei dem Wachstum der Hörner die Blutgefäße direkt aus den Stirnbeinen in die Hornbasis eintreten

und in dem Knochenzapfen des Horns bis zur Spitze desselben hochsteigen (Fig. 4 c). Eine weitere Auffälligkeit ist das Fehlen einer trajektoriiellen Struktur in der Spongiosa der Geweihschneidens. Während sich bei größeren Säugerknochen bekanntlich die von der dicht verknöcherten Compaktasubstanz eingeschlossenen, weitmaschig vernetzten Knochenbälkchen der Spongiosa zu sehr regelmäßig angeordneten, sich recht-

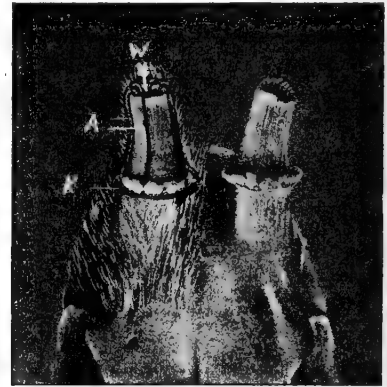


Fig. 1. Der Photographie eines Rehschädeldaches (aus: v. Korff) sind auf der rechten Körperseite einige Arterien A schematisch aufgetragen, die von dem Kranzgeflecht (K) aus entspringen und sich mit dem Wirbel W nach dem inneren Os cornu umschlagen.

winklig schneidenden, Trajektorienkurven anordnen, deren Enden senkrecht auf den bei der Funktion der Knochen besonders beanspruchten Oberflächen der Knochen stehen, zeigen die Spongiosabälkchen der Geweihschneidens nicht die Spur einer derartigen trajektoriiellen Kurvenanordnung.

Als ein weiterer genetischer Unterschied zwischen Geweih- und Hornbildungen wurde von

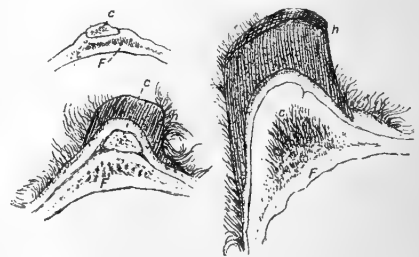


Fig. 2 bis 4. Drei Stadien der Entwicklung des Os cornu (= c) bei jungen Lämmern, F = Frontale, h = verhornte Integumentschicht (Hornscheide) (nach A. Brandt). In Fig. 4 ist das Cornu mit dem Frontale fest verwachsen und die Gefäßkanäle steigen aus der Basis zum Gipfel auf.

Nitsche und anderen noch angenommen, daß das Geweih der Hirsche eine Apophyse sei, d. h. daß es als ein, aus den Stirnbeinen hervorwachsender, Anhang der Frontaliaknochen selbst anzusehen sei, während der Knochenzapfen, das sogenannte Os cornu, im Horn der Cavicornier ohne Zweifel eine Epiphyse darstellt, d. h. einen Knochen, der von der Cutis des integumentalen Hornbestand-

teiles als sekundärer Hautknochen und Sonderbildung für sich erzeugt und erst nachträglich, wenn schon frühzeitig, mit den unterliegenden Frontalia zur Verlötung gebracht wird (Fig. 2—4).

Entwicklungsmechanische Studien, deren seitherige Resultate in drei Mitteilungen veröffentlicht worden sind¹⁾, haben mir gezeigt, daß die letztgenannte Ansicht unrichtig ist, daß vielmehr auch das Cervidengeweihe ebenso wie die Hörner der Cavicornier eine epiphytale Zusatzbildung zu den Frontalia darstellt, daß sich aber im Unterschied zu der Hornbildung beim Geweihe um diesen sekundären Hautknochen das Os cornu, ein von den Frontalia gelieferter apophytaler Knochen-substanzmantel herumlegt, der mit der epiphytalen Bildung normalerweise²⁾ untrennbar verschmilzt und mit der Geweihanlage bis zu deren äußerster Spitze hochwächst, während bei den Cavicorniern dieser apophytale Stirnwaffenanteil nur auf den frühesten Entwicklungsstadien in Gestalt einer niedrigen Sockelumwallung um die Cornubasis herumliegt (Fig. 2), aber sich nicht weiter entwickelt, sondern mit dem Sockel verschmilzt und das von dem Hornüberzug geschützte Cornu allein weiter wachsen läßt.

So geringfügig das Hinzukommen des apophytalen Knochenmantels zu dem, auch bei den Cavicorniern vorhandenen, Os cornu zunächst erscheinen könnte, so lassen sich aus ihm doch schon die Haupteigentümlichkeiten, die das Geweihe von dem Horne unterscheiden, nämlich das Spitzenwachstum der Geweihe, das Absterben und die Beseitigung des Bastes (d. i. seiner ursprünglichen Hautdecke) und schließlich das jährliche Abwerfen und die periodische Wiedererzeugung der durch das Fegen bloßgelegten Geweihstangen in nachfolgend kurz anzugebender Weise entwicklungsmechanisch ableiten.

Die Geweihstange wird unter der Körperhaut, dem „Bast“, zunächst aus verhältnismäßig weichem, plastischem Bindegewebsmaterial angelegt, das erst sekundär, aber ziemlich bald nach seinem Aufbau unter Ablagerung von Kalksalzen verknöchert wird. Das Wachstum der Geweihkolben mit den Sprossen findet durch Neuansatz solcher

Bindegewebssubstanz vorwiegend an den oberen Endspitzen statt, während ein irgendwie bemerkenswertes Dickenwachstum der einzelnen Geweihanteile nach dieser ersten Erzeugung nicht mehr eintritt. Aus anderwärts gemachten Erfahrungen darf man ohne Bedenken annehmen, daß das bei dem Spitzenwachstum initiale, „führende“ Gewebe, das durch sein eigenes Wachstum die übrigen beteiligten Gewebe des überliegenden Bastes, der Blutgefäße, Nerven usw., zum Mitwachsen veranlaßt, in der äußeren Oberflächenschicht des später knöchernen Bestandteiles, der sogenannten Periostschicht, gelegen ist. Dieser Periostschicht, die also dem Geweihe selbst, nicht dem Bastüberzug, angehört, sind zahlreiche in der Längenrichtung der Stange verlaufende Gefäße angepreßt, die senkrecht von einem horizontalen Gefäßkranzgeflecht aus entspringen, das sich unterhalb der Rose des abwerfbaren Geweihteiles befindet (Fig. 1, K). Die aufsteigenden Rindengefäße (deren Verlauf auch bei dem, nach dem Fegen fertiggestellten, Geweihe in Gestalt der bekannten Gefäßrillen sichtbar bleibt) sind so mächtig entwickelt, daß ihnen gegenüber die im Innern der Knochenanlage aus den Frontalia heraus direkt hochsteigenden kleinen Gefäßchen ganz zurücktreten. Man darf hieraus schließen, daß die Hauptbaustoffzufuhr für das Geweihwachstum von außen her, also von der Periostschicht aus, erfolgt, deren initiales Wachstum zugleich durch ihre besonders günstigen, durch den direkten Kontakt mit den ernährenden Gefäßen gegebenen Ernährungsbedingungen verständlich wird. Da nun aber die Haupternährungsgefäße bzw. die von ihnen abgehenden ernährenden Kapillaren auf der Außenfläche des apophytalen Knochenmantels liegen, so müssen diese Gefäße, um zu dem eingeschlossenen epiphytalen Os cornu zu gelangen, sich wirbelartig über den Oberrand des Apophysenmantels hinwegbiegen, und wir erhalten somit *erstens eine Erklärung für die wirbelartige Zusammengruppierung von Blutgefäßen* (Fig. 1, W), welche an dem Wachstumsscheitel der freien Kolbenenden schon lange bekannt ist (s. oben).

Wir erhalten *zweitens eine Erklärung* dafür, warum die Geweihe der Cerviden fast ausschließlich an ihrer Spitze wachsen, während alle anderen Stirnwaffen der übrigen Ruminanten¹⁾ ein vorwiegend basales Wachstum zeigen.

Da die Hauptzutragsgefäße und ihre Kapillaren aus ihrer ursprünglichen Rindenstellung am Oberrand des Apophysenmantels wirbelartig nach innen umschlagen, betreten sie das Gebiet des Os cornu in ihrem leistungsfähigsten, baustoffreichsten Zustand zuerst an dessen oberstem Gipfel, hier findet darum auch das Hauptwachstum

¹⁾ L. Rhumbler, „Über die Abhängigkeit des Geweihwachstums der Hirsche, speziell des Edelhirsches, vom Verlauf der Blutgefäße im Kolbengeweihe“, in: Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen (Möller und Fricke), Jahrg. 1911, S. 295—314; 12 Textfig. — Derselbe: a) „Fehlt den Cerviden das Os cornu?“ in: Zool. Anzeiger Bd. 42, 1913, S. 81—95; 15 Textfig. — Derselbe: b) „Hat das Geweihe des Damhirsches (Dama dama [L]) eine morphologische Drehung erfahren? Ibidem Bd. 42, 1913, S. 577—586; 11 Textfig.“

²⁾ Die Duplizität der Geweihknochen (epiphytales Os cornu und apophytale Rindenschicht der Compacta) wird in anormalen Fällen belegt dadurch, daß eine Verschmelzung der beiden Bestandteile unterbleiben kann; ferner dadurch, daß zuweilen der apophytale Mantelteil den spongiösen epiphytalen Innenbestandteil des Geweihs, das dann zur Spießbildung verurteilt ist, nicht voll überdeckt. (Rh. 13 a, S. 84 bis 86.)

⁴⁾ Bei allen Ruminanten nämlich, exklusive den Cerviden, erhält das Os cornu nach seiner Verwachsung mit dem Frontale seine Wachstumssubstanzen von Blutgefäßen geliefert, die aus der Diploë des Frontales allwärts in das Os cornu hinein auf direktem Wege emporsteigen (Fig. 4).

statt. Beim raschen Geweihwachstum, das ein ungemein rapides und energisches Aufgreifen der Nährsubstanzen aus dem Blute zur Voraussetzung hat, ist im allgemeinen der von den Hauptblutgefäßen und ihren Kapillaren früher versorgte Wachstumsanteil der Geweihbildung jedem später versorgten gegenüber im Vorteil, weil das in den Kapillaren strömende Blut mit der Länge der Kapillaren, nach fortgesetzter Nährstoffabgabe, rasch nährstoffärmer werden und dabei obendrein auch noch immer mehr mit Produkten des regressiven Stoffwechsels belastet wird.

Das Os cornu wird von oben her zuerst betreten und wächst darum an seiner Spitze. Auch der Apophysenmantel wächst an seinem Oberande; seine basalen Teile — über welche die Blutgefäße hinweglaufen, um sich erst am oberen Rande des Apophysenmantels unter reichlicher Kapillarbildung nach dem Os cornu hin umzuschlagen — verknöchern sehr früh, sind also frühzeitig fertiggestellt und gebrauchen keine plasmatischen Baustoffe mehr, die Baustoffe stehen darum noch in ungeminderter Menge dem zunächst weich und dehnbar bleibenden (Gegensatz zum Horn cf. letzte Fußnote) Oberrande des Apophysenmantels zur Verfügung. Os cornu und der Apophysenmantel wachsen demnach gemeinsam an ihrer Spitze, der das baustoffreichste Blut zugetragen wird; durch diese Wachstumsart ist zugleich der Kontakt mit der Cutis, der äußersten Basthaube, welche das epiphytale Cornu zu liefern hat, während des Wachstums gewährleistet.

Dabei ist nun weiter in Betracht zu ziehen, daß der Oberrand des apophyten Außenmantels früher von den leistungsfähigen Kapillaren betreten wird, als das von ihm eingeschlossene epiphytale Os cornu; der Apophysenmantel muß also im ganzen rascher wachsen, als das eingeschlossene Os cornu, oder, um einen technischen Ausdruck zu gebrauchen, der Außenmantel des Geweihs zeigt der Innenmasse gegenüber Superkreszenz (d. h. rascheres Wachstum). Die Superkreszenz der Außenschichten führt, nachdem sie, wie später zu zeigen sein wird, die Verzweigungen des Geweihkolbens erzeugt hat, zu einer kegelförmigen Zuspitzung der Wachstumsenden, denn wird ein Zylinder (cf. ursprüngliche Stangenanlage) in einen inhaltsgleichen Kegel von gleicher Grundfläche (cf. kegelförmige Zuspitzung der Stangenanlage) verwandelt, so vergrößert sich die Oberfläche. Die durch die Superkreszenz veranlaßte kegelförmige Zuspitzung der Sprossenanlage im Kolbengeweihe liefert nun *drittens* eine plausible Vorstellung, *warum die Geweihenden nach verhältnismäßig kurzer Zeit¹⁾ in jedem Jahr zum*

Wachstumsstillstand kommen, während die Hörner der Cavicornier viele Jahre hindurch weiter zu wachsen pflegen. Die Gefäße und Gefäßkapillaren werden am Wachstumsscheitel durch die kegelförmige Zuspitzung des Geweihendes immer mehr unter Kompressionsdruck gesetzt, die Wirbel und ihre Gefäße werden kleiner und kleiner, und schließlich werden sie unter dem Wachstumskompressionsdruck¹⁾ dermaßen reduziert, daß eine Blutzufuhr von dem Außenmantel aus nach dem inneren Os cornu überhaupt nicht mehr stattfinden kann. Die Sprosse ist unter solchen Umständen ausgewachsen; ihr Wachstum ist abgestoppt, nachdem sich der Apophysenmantel über dem Wachstumsscheitel des Os cornu geschlossen hat, und dieser Zusammenschluß des Apophysenmantels über der Wachstumsspitze zugleich das Os cornu von der obersten Basthaube, der es als Cutisknochen seine Entstehung verdankt, abgetrennt hat.

Durch die Abstopfung des Wachstums an den Enden kann das Blut der Gefäße der Außenrinde, die in ihren basalen Teilen noch ebensogroß wie früher sind, nicht mehr in früherer Weise nach dem Os cornu abfließen, es wird eine Blutstauung entstehen, welche *viertens das Absterben des Bastes* über dem fertig gebildeten Kolbengeweihe verstehen läßt. Nachdem nämlich alle Geweihenden abgestoppt sind, führt die Blutstauung zu einem, einer Stagnationsthombose²⁾ vergleichbaren, Absterbungs- und Blutgerinnungsvorgang, der sich nicht bloß dem eigentlichen Geweihknochen, sondern auch den übrigen, von den Gefäßen der Periostschicht aus versorgten, Gewebeteilen gegenüber, durch Absterben aller vorher von den Gefäßen versorgten Gewebeelemente Ausdruck verschafft. Es stirbt nicht nur der Knochen, sondern auch der dem Kolben aufliegende Bast mit seinen Gefäßen und Nerven ab; mit der Stauung in den Arterien geht wahrscheinlich aber auch eine nicht unerhebliche Blutauftauung innerhalb der Venen Hand in Hand; das arterielle Kranzgeflecht unterhalb der Basis des abwerfbaren Geweihteiles, wird vermutlich durch seine Aufschwellung während der Stauung die durch das Kranzgeflecht hindurchziehenden Venen wie ein Quetschventil zudrücken und dadurch unverhältnismäßig viel Blut in den Venen des Geweihs zurückhalten. Die Stauung des Venenblutes führt zu wässrigen Abscheidungen (Stauungsödem), die sich zwischen der un-

¹⁾ Die in dem Kompressionsdruck sich manifestierende Energie stammt natürlich nicht von dem Blutdruck in den Blutgefäßen, sondern von dem Wachstum des präossealen Bindegewebes und den dabei sich abspielenden Zellteilungen (Vermehrung der Zellenanzahl) her.

²⁾ Dabei muß erwähnt werden, daß gerade die Gegenwart von Kalksalzen, die nach dem Abstoppen des Spitzenwachstums und dem Aufhören der Verknöcherungsprozesse im Os cornu keinen ausreichenden Verbrauch mehr finden werden, auch sonst zur Entstehung von Thrombosen erforderlich erscheint.

¹⁾ Ein Sechserbock braucht nach A. Röhrs Beobachtungen weniger als ein viertel Jahr; Zehrender bis Vierzehrender des Rothirsches, des Wapiti und des Barbarus brauchen ungefähr 4 Monate zur Geweihaufrichtung.

durchlässigen¹⁾, dicht verknöcherten Oberflächenschicht des nun fertigen Geweihknochens und der untersten Schicht des ihn äußerlich noch überziehenden Bastes so zusammenhäuft, daß man zu dieser Zeit den absterbenden Bast, der vorher der Geweihstange fest aufsaß, ohne Anstrengung bis zu einem gewissen Grade hin- und herschieben kann (*Bergmiller*). Dies ist der Zustand, in welchem der Hirsch sich von der abgestorbenen Basthaut befreit, die er als feuchtes, blutiges Gebilde, der abgestreiften Haut einer Feldmaus nicht unähnlich, in bald größeren²⁾, bald kleineren Fetzen durch Reiben an geeigneten Baumstämmchen losreißt (Fegen).

Daß fünftens in Abhängigkeit von dem Absterben und dem Bloßgelegtwerden des seines ektodermalen, häutigen Schutzes beraubten mesodermalen Geweihs auch das, eine ganze Zeit später erst erfolgende, Abgeworfenwerden der im Kolbengeweihe aufgestellten Stangen seine ungezwungene Erklärung findet, ist seit *Nitsches* Arbeit allgemein anerkannt; wie ein Knochenende, das aus einem Amputationsstumpf, unbedeckt von Haut, hervorragt, oder wie ein Knochenstück, das unter Einwirkung sonstiger Faktoren (darunter bemerkenswerterweise auch Verstopfung der Blutgefäße des Knochens durch Embolie) dem Absterben verfallen ist, von dem übrigen überlebenden Knochen durch sogenannte Demarkationsvorgänge im Verlaufe von Wochen oder Monaten abgeworfen, „sequestriert“ wird, so wird nach einigen Monaten auch die Geweihstange unter der Ausbildung einer Demarkationsfläche (Abwurffläche an der Grenze des von Haut überzogenen und lebend gebliebenen Geweihteiles, des sogenannten Rosenstockes) „sequestriert“; sie wird von dem Hirsch als Waffe nur so lange getragen, als der Sequestersvorgang noch nicht voll durchgeführt ist.

Nunmehr muß daran erinnert werden, daß sich auch sonst an die Loslösung eines Sequesters gewöhnlich eine Regeneration des Knochens, d. h. ein Ersatz des sequestrierten Knochenteiles unmittelbar an die Sequestrierung anschließt, so daß sich auch sechstens das Wiederaufsetzen eines neuen Geweihs nach dem Abwurf des vorhergehenden auf Grund allgemeiner Erfahrungen der ganzen erörterten Vorgangsfolge, deren Ausgangspunkt in der Einwirkung des apophytalen

¹⁾ Der Verknöcherungsabschluß der Geweihoberfläche kann in einzelnen Fällen so dicht sein, daß die im Innern des Geweihknochens abgeklemmte Blutmenge auch nach Jahren nicht austrocknet. Als ich eine Abwurfstange, die fünf Jahre lang auf einem zugigen Boden gelegen hatte, quer durchschnitt, träufelten noch mehrere Kubikzentimeter alten Blutes aus der Schnittfläche heraus.

²⁾ Einen handschuhfingerförmigen seitlich aufgerissenen 19,5 cm langen Bastfetzen (eines Rehgehörnes) — wie er seither nur ganz vereinzelt aufgefunden worden ist, so daß früher falsche Vorstellungen über das Fegen in Umlauf kommen konnten — besitzt jetzt auch die Sammlung des hiesigen zoologischen Instituts.

Frontalmantels auf die Verteilung der Blutgefäße innerhalb der Geweihanlage gegeben war, in ganz erklärlicher Weise anschließt.

Die Art und Weise der Blutversorgung gibt aber nun auch weiterhin einen Schlüssel ab für die genauere Ausgestaltung des Geweihs. Für den Aufbau der Hirschgeweihe gelten nach *C. Hoffmann* (1907) folgende drei Gestaltungsregeln, die das Geweih zu einer äußerst kampfstüchtigen Waffe stempeln. 1. Jede Stange eines mehrsprossigen Geweihs macht gegenüber dem

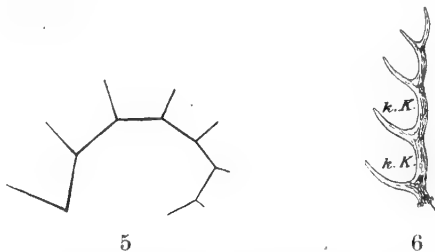


Fig. 5. Schema soll die Form einer Geweihstange zeigen, die durch die jedesmalige Stangenknickung am Sproßansatz entstehen müßte, wenn diese Knickung nicht durch die nach vorn gerichtete Konkavkrümmung (Fig. 6, k. K.) kompensiert wurde.

Fig. 6. Geweihstange des Edelhirsches; k. K. kompensatorische Krümmung (nach *Hoffmann*).

Ansatz der Sprosse einen Knick, der das Stangenende von der Sprossenansatzstelle aus nach rückwärts beugt (Fig. 5). 2. Zwischen je zwei Sprossen zeigt die Stange eine „kompensatorische Krümmung“ mit konkaver Vorderseite; diese Krümmung bewirkt eine Aufrichtung der Stange und eine Einführung ihrer Sprossen in die Kampfesrichtung nach vorn, da sonst infolge der ersten Regel die oberen Geweihteile mit ihren Waffenzacken nach hinten zu liegen kämen (Fig. 6). 3. An der Stelle, wo eine Sprosse ent-

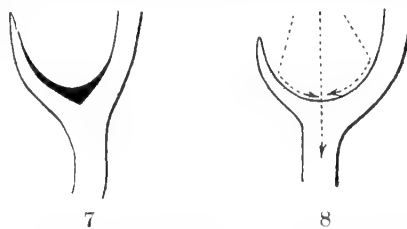


Fig. 7. Bindehaut (schwarz) in der Sprossenbucht.
Fig. 8. Die Stoßwirkungen auf die Sprossenbucht werden auf den darunter liegenden Stangenteil abgeleitet.

springt, flacht sich die Stange seitlich ab und es entsteht durch die Abflachung eine harte, sich zu einer First zuschärfende Bindelamelle (Fig. 7), ähnlich der Haut zwischen Daumen und Zeigefinger. Die Geltung dieser Regel bewirkt (*C. Hoffmann*), daß der tiefste Punkt der von Sprosse und Stange eingeschlossenen Sprossenbucht genau in der Achse des unten folgenden Stangenteils liegt. Fällt nun beim Kampfe zweier Hirsche ein Stoß aus irgendwelcher Richtung in diese Bucht, so wird er nach dem tiefsten Punkte der letzteren abgleiten müssen, seine Wirkung

wird sich dabei auf den ganzen unterhalb liegenden Stangenkörper wie auf die Stirnfläche einer Tragsäule verteilen, so daß die Abbruchgefahr für die Sprosse selbst beseitigt wird. Die harte Bindelamelle mit ihrer First verhindert dabei, daß die Stange der Länge nach aufsplittert (Fig. 8).

Auf Grund der Abhängigkeit des Wachstums von der Blutversorgung erklärt sich nun erstens der Sprossenknicke aus dem Spitzenwachstum und dem baldigen Stehenbleiben des Wachstums hinter der Spitze. Er entsteht dadurch, daß während des Wachstums der Winkelpunkt der Abzweigung zur Ruhe kommt; an diesem Punctum fixum wird das Wachstum von Stange und Sprosse in der Weise auseinandergetrieben, wie sie der in Fig. 9 dargestellte Modellversuch zu veranschaulichen sucht.

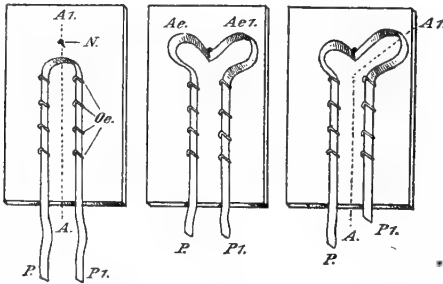


Fig. 9. Papierstreifenmodell zur Demonstration des Auseinanderweichens zweier Zweigäste (Ae , Ae_1), ohne daß eine direkt abstoßende Wirkung der Scheitel der Äste, wie man sie früher vermutete, angenommen werden kann. Schiebt man den durch die Ösenreihen (Oe) laufenden Papierstreifen PP_1 in der aus der Figur ersichtlichen Weise gegen die als Punctum fixum eingeschlagene Nadel (N) hin nach oben vor, so deltet er sich ein und es entstehen zwei Zwieseläste, deren Scheitel „in dem anfänglich aufgenommenen Winkel“ in gleicher Richtung immer weiter auseinander treten, je mehr Papier nachgeschoben wird. $A A_1$ entspricht dem durch das Punctum fixum veranlaßten Stangenknick.

Die Verzweigungen selbst aber, die während ihrer Entstehung das Punctum fixum (am Scheitelpunkt des Verzweigungswinkels) erst schaffen, sind die Folge der bereits oben erörterten Superkreszenz der Außenschichten der Geweihanlage. Würden Außen- und Innenschichten beide gleich stark wachsen, so würde sich das Geweih als ein mathematisch vollkommener Zylinder auf den Rosenstöcken aufrichten; das stärkere Wachstum der Außenrinde bedingt hingegen die Spaltung in zwei Zylinder, die bei gleichem Gesamtvolumen mehr Oberfläche haben als ein einziger¹⁾.

¹⁾ Eine Untersuchung aufeinanderfolgender Jahresabwürfe ein und desselben Hirsches hat mir gezeigt, daß spätere Abwürfe mit mehr Enden (= Sprossen) eine größere Zahl von Riefen und außerdem auch dickere Blutgefäßbrillen führen, als vorausgehende Abwürfe mit geringerer Endenzahl. Die erhöhte Blutzufuhr bei späteren Stangen, die aus dem Verhalten der Blutgefäßbrillen zu erschließen ist, bewirkt ein entsprechendes Ansteigen der Superkreszenz und dadurch eine häufigere Abgabe von Geweihsprossen bei den späteren Abwurfstangen.

Die Verzweigung ist also eine Regulation zwischen der ungleichen Wachstumsgeschwindigkeit von Außen- und Innenschichten des Kolbens. Die Abgabe des Zweiges verbraucht den Oberflächenüberschuß, dann kann die Stange in annähernder Zylinderform weiterwachsen, bis die Ungleichheit in der Wachstumsgeschwindigkeit wieder so groß ist, daß ein neuer Zweig, sozusagen als Ventil für den Wachstumsüberschuß der Oberflächenschicht, die allzustarke Expansionsspannung der Oberfläche beseitigt.

Das früher (S. 156) genannte Mittel der kegelförmigen Verjüngung reicht bei dickeren Stangen nicht aus, um das überschüssige Oberflächenwachstum zu bändigen; denn die neugebildete Innenmasse müßte sich dann sehr rasch (dreimal so rasch als bei zylindrischem Wachstum) in die Längsachse einschieben, was nur bei besonders dünnen Geweihteilen (Spießgeweihe und sprossenden stärkeren Geweihe) geschehen kann, deren Inneres von den in der Periostschicht verlaufenden Hauptgefäßen nicht zu weit abliegt, um deren Nähe zu dem erforderlichen raschen Stoffansatz auf eine lange Strecke hin gleichzeitig ausnutzen zu können. Für die stärkeren Geweihteile (eventuell auch stärkere Sprossen, z. B. bei Tarandus) bleibt nur die Verzweigung als Spannungsausgleich des verschieden raschen Wachstums von Außenrinde und Innenschicht.

Die Entstehung der kompensatorischen Krümmung (Fig. 6, k K) erklärt sich zweitens in einfachster Weise daraus, daß nach jedesmaliger Abgabe der Sprossen einige der seither auf der Geweihvorderseite verlaufenden Gefäße von der Stange aus auf die Sprosse übertreten und hierdurch eine Verarmung in der Blutgefäßversorgung auf der Vorderseite des weiter in die Höhe wachsenden Hauptstangenteils bewirken; die hierdurch herbeigeführte Einbuße an Wachstumsfähigkeit auf der Vorderfläche des, zwischen den Sprossen gelegenen, Stangenabschnittes der ungeminderten Wachstumsfähigkeit der nach hinten gewandten Fläche desselben Abschnittes gegenüber muß aus selbstverständlichen mathematischen Gründen eine nach vorn liegende Konkavbiegung des zwischen den Sprossen liegenden Stangenabschnittes, also die kompensatorische Stangenkrümmung, hervorrufen.

Die Entstehung der Bindehautlamelle in der Sprossenbucht findet drittens ihre Erklärung dadurch, daß einesteils auf der oberen Seite der Sprossenbucht eine Gefäßverzweigung (Fig. 10, V) stattfindet, welche die Bucht zwischen den Gefäßen unter besonders günstige Ernährungsbedingungen (von den beiden Zweiggefäßen her) versetzt, und andernteils dadurch, daß das Hauptstammgefäß, welches die Verzweigung trägt, sich noch nachträglich in die Länge streckt oder wächst und dabei den Arterienwinkel mit seinem Kapillarwerk in der aus Fig. 10 b erkenntlichen Weise gegen die Sprossenbucht hin vorschiebt, deren Oberfläche darum unter beschleunigtem

Wachstum die, relativ bedeutende Oberfläche beanspruchende, Bindelamelle erzeugt.

Außer diesen von den Hoffmannschen Regeln umfaßten Gestaltungseigentümlichkeiten läßt sich viertens auch das *Aufwärtsbiegen der Sprossenenden*, das als vierte Regel den drei Hoffmannschen Regeln an die Seite gestellt werden kann, da es sich bei allen normalen Geweihen findet, aus der Art der Blutversorgung der Sprossen erklären. Wenn sich die Sprossen von

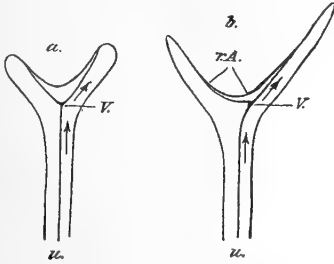


Fig. 10. Schema, soll die Verlagerung des Verzweigungspunktes (V) durch nachträgliches Wachstum der Arterienstücke *uV* und die dadurch hervorgerufene Rückläufigkeit der Bucharterie (*rA*) zeigen. Fig. a) erste Aufstellung des Verzweigungspunktes V; Fig. b) Verlagerung von V.

der Stange abzweigen, nehmen sie naturgemäß auf ihrem Weg nach vorn und unten einige der Hauptrindengefäße mit; die mitgenommenen, zum größten Teil direkt aus dem basalen Kranzgefäßgeflecht aufsteigenden Gefäße (Fig. 11) kommen auf dem Sprossenmantel nach vorn und unten zu liegen, versorgen also die Unterseite der Sprossen, während die Oberseite nur durch schwächere Gefäße ernährt wird, die sich sekundär von den Rindenlängsgefäßen des weiterlau-

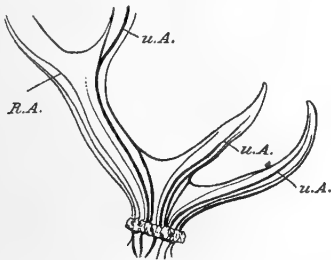


Fig. 11. Verlauf der Arterien auf dem unteren Teil einer rechtsseitigen Zehnenderstange (nach einem Injektionspräparat des Marburger zoologischen Instituts). *RA* = Arterien der Geweihrückenseite; *uA* = Arterien der unteren Konvexseiten der Sprossen.

fenden Stangenendes abzweigen und dabei auch in der Sprossenbucht oft noch einen rückläufigen Gang (Fig. 10 b) einschlagen, der eine gewisse Hemmung auf den Blutstrom ausüben wird.

Die unterseitigen Sprossengefäße, die im fertigen Geweih durch besonders große Gefäßrillen ihre vormalige Prävalenz deutlichst bekunden, treiben durch erhöhte Nahrungszufuhr die unterseits stärker wachsenden Sprossen mit nach unten liegender Konvexkrümmung nach oben.

Die Endenzahl der Geweihe, die, normalerweise über eine gewisse Lebensstrecke des Hirsches hin nach jedem Abwurf zunimmt, ist im Rahmen der vorgetragenen Auffassung lediglich das Produkt des jedesmaligen auf gleiche Strecken der Geweihbildung verwendeten Substanzquantums; je größer mit zunehmender Körperkonstitution dieses Quantum auf die Längeneinheit wird, desto breiter wird die Geweihanlage ausfallen und desto weiter rücken die Haupternährungsgefäße der Rinde von dem Geweihinneren ab, um so größer wird also der Weg ihrer Kapillaren zum Inneren und hierdurch um so größer auch die Differenz zwischen der Wachstumsgeschwindigkeit der Außen- und Innenschichten werden, und desto öfter muß diese Differenz zur Sprossenabgabe führen. Das häufig zu beobachtende Vorausschlagen einer Geweihstufe sowie das Zurücksetzen der Geweihe, also die Erscheinungen, daß etwa an Stelle eines normalerweise zu erwartenden Spießes eine Gabel, ein Sechsergeweih usw. aufgesetzt wird, oder daß umgekehrt (bei dem Zurücksetzen) minderendige Geweihe an Stelle der zu erwartenden Geweihe mit einer höheren Endenzahl aufgesetzt werden, verlieren unter dem Gesichtspunkte des differentiellen Wachstums jede morphogenetische Abstrusität; sie erklären sich einfach dadurch, daß bei besonders günstiger Ernährung oder zunehmender Konstitutionskraft (in jugendlichem Alter) eine größere Substanzmasse der Geweihbildung zur Verfügung steht, bei schlechter Ernährung oder (mit dem höheren Alter) abnehmender Konstitutionskraft aber eine geringere. (Man kann durch kräftige Fütterung Dimensionen und Endenzahl der Geweihe innerhalb gewisser Grenzen steigern.) Auch bei der paläontologischen Entwicklung der Geweihe geht in den höheren geologischen Schichten eine Zunahme der Endenzahl mit einer Volumensteigerung derselben Hand in Hand.

Somit erweisen sich alle äußeren Besonderheiten der Geweihe als von der Art der Blutversorgung des rapid in die Höhe wachsenden Kolbengeweihs abhängig. Die starke Wachstumsfähigkeit der das Gesamtwachstum initiativ führenden Periostschicht kommt da am stärksten zur Geltung, wo die Blutversorgung am ergiebigsten erfolgen kann, sie vermag diejenigen Geweihteile nur langsamer wachsen zu lassen, die eine ungünstigere Lage zu den ernährenden Gefäßteilen einnehmen. Das sich hieraus ergebende differentielle, d. h. verschieden rasche, Wachstum der einzelnen Geweihteile erklärt in ungezwungener Weise die Spezialform der Geweihe.

In dieser Abhängigkeit seines Wachstums von der Blutversorgung nimmt das Geweih sonstigen Knochenbildungen gegenüber eine Sonderstellung ein, denn es wäre ganz falsch, dieses Abhängigkeitsverhältnis von der Blutversorgung

auch auf alle anderen Knochen übertragen zu wollen; die anderen langsamer wachsenden Knochen finden ihre notwendigen Baustoffe in stets genügender Menge im Blut, sie können darum, da überall Baustoffe für ihren allmählichen Bedarf vorhanden sind, ihr langsames Wachstum unabhängig von dem Verlauf der Blutgefäße ausführen; die rapide Wucherung des Geweihs hat dieses dagegen in die deutliche Abhängigkeit von der Blutversorgung gebracht. Auch besitzen die Geweihknochen keine aktive Funktion, sie werden nicht wie andere Knochen des Skelettes von Muskeln bewegt und dabei wechselnden Zug- und Druckbelastungen unterworfen. Somit fehlt bei ihnen die funktionelle Anpassung, die in bekannter Weise (nach dem Roux'schen Prinzip) die Ausgestaltung anderer Knochen übernimmt und die Wirkung der Blutgefäßanordnung bei anderen Knochen zurückdrängt. Das Geweih bleibt in der Periode der ersten Organanlage (*Roux*), in seiner ersten Aufstellungsperiode also stehen, weil es nach seiner Aufstellung als abgestorbener Knochenanhang nicht aktiv funktioniert und ihm die späteren funktionellen Ausbildungsperioden — und mit ihnen auch die Ausbildung von funktionellen Trajektorienkurven innerhalb der Spongiosabälkchen (s. oben) — daher ganz fehlen. In der ersten Periode der Organanstellung, mit der wir es demnach allein zu tun haben, bewirkt aber — das reiht das Geweihwachstum in die sonstigen Erfahrungen über Organanlagen glatt ein — gesteigerte Blutzufuhr auch sonst (besonders lange bei bindegewebigen Organteilen) Verstärkung des Wachstums, das in späteren Perioden mit Blutzufuhr allein nicht mehr zu erreichen ist (*Roux*, *Oppel* u. a.).

Man wird den vorgetragenen Anschauungen eine große Einheitlichkeit und Ungezwungenheit nicht absprechen können; lassen sich doch alle seither bekannten (vierzehn) Geweiheigentümlichkeiten¹⁾ mit ihrer Hilfe verständlich machen. Der Grad ihrer Plausibilität ist für eine naturwissenschaftliche Theorie sicherlich ein Maßstab für die Berechtigung zu ihrer Aufstellung, jedoch nicht eine unbedingte Gewähr für ihre Richtigkeit. Eine naturwissenschaftliche Theorie, die befriedigen soll, muß neben ihrer Plausibilität auch die Möglichkeit bieten, sie experimentell prüfen zu können, sie muß durch Versuche kontrollfähig (*Rh.* in: *Arch. Entwicklungsmech.* Bd. 7, 1898, S. 106) sein.

¹⁾ 1. Wirbelbildung an den Kolbenspitzen, 2. Spitzenwachstum, 3. jährlicher Wachstumsstillstand, 4. Absterben des Bastes, 5. Abwerfen, 6. Wiederaufsetzen, 7. Sprossknick, 8. Verzweigung, 9. kegelförmige Verjüngung dünner Geweihteile, 10. kompensatorische Krümmung, 11. Bindehautbildung in der Sprossbucht, 12. Aufwärtsbiegen der Sprossenenden, 13. Zunahme und Abnahme der Endenzahlen mit Zu- und Abnahme der gesamten Körperkonstitution, 14. Fehlen von Trajektorienstrukturen in der Spongiosa.

So mag hier zum Schlusse darauf aufmerksam gemacht werden, daß die vertretene theoretische Auffassung dadurch auf ihre Richtigkeit hin geprüft werden kann, daß man einige der in dem wachsenden Kolbengeweibe sehr oberflächlich liegenden Geweihgefäße zudrückt¹⁾ oder besser abbindet, um zu ermitteln, ob (vor der Zeit der Kollateralbildungen) entsprechende Geweihverkrümmungen entstehen. Meine diesbezüglichen Bemühungen um Ausführung derartiger Experimente bei verschiedenen zoologischen Gärten sind bisher leider ohne Erfolg geblieben, da die betreffenden Direktionen für das Wohlbefinden ihrer schreckhaften Tiere zu sehr in Sorge waren.

In Ermangelung derartiger Versuche habe ich eine große Zahl anormaler Stangen mit verheilten Verwundungen untersucht und glaube an diesen Stangen stets eine Bestätigung der hier referierten theoretischen Schlüsse gefunden zu haben. Mitteilungen über diese Studien an verletzten Stangen werden bald publiziert werden.

Besprechungen.

Quervain, Alfred de, Quer durchs Grönlandeis. Die schweizerische Grönland-Expedition 1912/13. Mit Beiträgen von *P. L. Mercanton* und *A. Stolberg*. München, Ernst Reinhardt, 1914. VIII, 196 S., 37 Abbild., 15 Tafeln und 1 Karte. 8°. Preis M. 4.—.

Nachdem der Norweger *F. Nansen* im Sommer 1888 zum ersten Male das kühne Wagnis unternommen hatte, den südlichen Zipfel der unbekannten Eiswüste des inneren Grönlands zwischen 64° und 65° Nord zu durchqueren, wodurch er sich mit einem Schläge Weltberühmtheit erwarb, hatte der Amerikaner *E. E. Peary* in den Jahren 1892 und 1895 das Inlandeis in dem nördlichsten Randgebiet zwischen 78° und 82° Nord zu wiederholten Malen bereist. Beide Forscher konnten nachweisen, daß die von mancher Seite, insbesondere von *A. E. v. Nordenskiöld* vermuteten eisfreien Gebiete im Innern nicht existierten; immerhin aber war es schließlich nicht undenkbar, daß in dem mittleren, breiten Teil Grönlands derartiges, nicht von Eis bedecktes Land vorhanden sein konnte.

Der Schweizer Geophysiker *A. de Quervain* hat nun durch seine Schlittenreise über jene gewaltigste zusammenhängende Eismasse, die auf unserer Erde bekannt ist, den Nachweis erbracht, daß auch der mitt-

¹⁾ Herrn Förster *Wieh* in Holtzhausen bei Münden gelang es, einem bei der Fütterung stehenden Kolbenhirsch einen auf der Innenseite mit hervorragenden Drucknasen versehenen Klappring um die Kolbensbasis herumzulegen. Der Hirsch kam dann aber nicht mehr zur Fütterung. Herr *Wieh* glaubt ihn später einmal mit verkrümmter Stange gesehen zu haben. Die Stange konnte jedoch nach der Abwurfszeit leider nicht aufgefunden werden. Da der Hirsch derartige Kompressionsringe abzustreifen suchen wird, wäre ein Abbinden eines etwa 2 cm langen Arterienstückes und Herausnahme desselben aus einer Stange eine aus-schließliche Methode; die Stange der anderen Körperseite wäre als Kontrolle unoperiert zu lassen. Schaden könnte ein Hirsch bei behutsamer Ausführung einer derartigen Operation kaum nehmen.

lere, zwischen 66° und 70° Nord gelegene Teil Grönlands völlig unter einer mächtigen Eisschicht begraben ist. Nachdem er bereits im Sommer 1909 eine Studienreise nach Westgrönland unternommen hatte und 100 Kilometer weit in das Inlandeis vorgedrungen war, konnte er 1912 zur Ausführung des größeren Unternehmens schreiten und von der Westküste in 70° Nord ausgehend in südöstlicher Richtung das Eis durchqueren. Am 20. Juni brach er mit 3 Begleitern und 3 Hundeschlitten auf und gelangte in 41 tägiger Wanderung nach der einzigen Ansiedelung der Ostküste, dem in 66° Nord gelegenen Angmagalik. Die zurückgelegte Entfernung von etwa 700 km entspricht der Strecke Basel—London. Die Höhenmessungen ergaben ein sehr wichtiges Resultat, nämlich eine Senkung der Eisoberfläche nach Norden; der höchste Punkt von *de Quervains* Route liegt nämlich mit 2500 m um 200 m tiefer als *Nansens* Kulminationspunkt. Die bisherige Annahme, daß die grönländische Inlandeismasse, unabhängig von der Beschaffenheit des Untergrundes, lediglich mit der Entfernung von der Küste an Höhe zunehme, läßt sich somit nicht mehr aufrechterhalten.

Die nur 30 Seiten umfassende Schilderung der großartigen Reise ist so bescheiden und anspruchslos gehalten, daß schon eine nur durch eigene Erfahrung zu erwerbende Kenntnis der grönländischen Verhältnisse dazu gehört, um die vorzügliche Vorbereitung und die glänzende Durchführung der Eiswanderung gebührend zu würdigen und die Schwierigkeiten und Gefahren des Reisens in diesem einzigartigen Lande richtig einzuschätzen. Die übrigen Kapitel enthalten nicht nur wissenschaftlich wertvolle, sondern auch anziehend geschriebene Schilderungen über den Verlauf der Reise, den Verkehr mit dem interessanten Volk der Eskimos sowie über meteorologische Beobachtungen, topographische Vermessungen und andere Arbeiten. Gediegenen Geschmack verraten die schönen und auch vom wissenschaftlichen Standpunkt aus wertvollen Bilder. Die Abbildung auf Tafel 14 z. B. ist wohl eines der lehrreichsten von den vielen bisher veröffentlichten Eisbergbildern, weil es dem Kenner gestattet, die wechselvolle Geschichte des Berges an dessen Konturen in überaus klarer Weise abzulesen.

O. Baschin, Berlin.

Weber, J., Geologische Wanderungen durch die Schweiz. Klubführer, herausgegeben vom Schweizer Alpenklub. I. Band: Mittelland und Jura, II. Band: Kalk- und Schieferalpen. Zürich, Rascher & Co., 1911 und 1913. Preis geb. Fr. 3,— pro Band, für Mitglieder des Klubs Fr. 1,80.

Vor zwei Jahren erschien *Webers* erster geologischer Klubführer, Mittelland und Jura, und fand mit Recht Anklang. Er brachte zunächst eine kurze aber sehr wertvolle Übersicht über die Gesteinsarten der Schweiz und führte dann den Leser an zahlreiche markante Objekte des schweizerischen Mittellandes und des Juragebirges heran, um ihn an Hand konkreter Beispiele in den Bau und die Entstehung der Berge und Täler einzuweihen. Dabei wird auch das benachbarte badische Grenzgebiet zum Teil einbezogen. Gleich der erste Abschnitt handelt vom Schienerberg und den weltberühmten Öninger Brüchen. Dann werden unter anderen an Hand von Kartenskizzen und Profilen geschildert: Kohlfirst, Irchel, Ütliberg, Roßberg und Rigi. Aus dem Faltenjura werden u. a. Weißenstein, Lägern, Neuenburger Jura vorgeführt, aus dem Tafeljura der Randen.

Ermutigt durch den Erfolg des ersten Bändchens hat der Alpenklub ein zweites folgen lassen, in welchem Herr Professor *Weber* mit ebensoviel Geschick die Schiefer- und Kalkalpen schildert. Mit seinen fast 400 Seiten Text übertrifft dieses Bändchen das erste um ca. 100 Seiten, stellt sich aber wie dieses als sehr handlichen Begleiter dar, der das Reisegepäck kaum belastet. Auch in diesem neuen Bändchen dasselbe methodische Prinzip! Mit feinem Verständnis und glücklichem Griff hat der Verfasser eine Reihe mehr oder weniger scharf umrissener geologischer Einzelobjekte ausgewählt. Er führt sie in, wohl abgerundeten, durch Skizzen und Profile belebten Bildern, in einfacher, jedem Gebildeten verständlicher Sprache vor, um dann an diese Schilderungen Erörterungen allgemeiner Natur anzuschließen. Die Tonschiefer des Sernftales, die Flyschzone der Alpen, der Verrucano, die Lochseite bei Schwanden, die Theorie der Glarner Doppelfalte resp. der Glarner Decke, der Calanda, der Bürgenstock, der Pilatus, die Mythen, der Brünig sind einige der Kapitel des Buches. Zu betonen ist, daß der Verfasser, der überall bemüht war, die neueste Literatur heranzuziehen, auch in zahlreichen Fußnoten auf einläßlichere Werke hinweist. Kurz, es stellt sich die Arbeit *Webers* einerseits als gediegene wissenschaftliche Leitung dar, andererseits werden die Bändchen allen jenen, die sich, ohne selbst geologisch geschult zu sein, eine angenehme Einführung in geologisches Sehen und Verstehen, einen Einblick in das Werden und Vergehen, in die Jugend und das Altern der Gebirge an Hand konkreter Beispiele wünschen, sehr willkommen sein.

So ist nicht daran zu zweifeln, daß der Erfolg auch dieses II. Bändchens sowohl den Herausgeber als den Verfasser ermutigen wird, recht bald den dritten und letzten Teil, der die kristalline Zone und die Südalpen behandeln wird, erscheinen zu lassen. Wir werden dann eine kleine „Geologie der Schweiz“ besitzen, um deren Herausgabe der Schweizer Alpenklub sich ein unbestreitbares Verdienst erwirbt.

Ernst Kellhofer, Schaffhausen.

Schlesische Landeskunde, herausgeg. v. F. Frech u. F. Kampers. Naturwissenschaftliche Abteilung von F. Frech. XX, 502 S., 50 Abbild. und 95 Tafeln. Leipzig, Veit & Co., 1913. Preis geb. M. 18,—.

Zum 25 jährigen Regierungsjubiläum Kaiser Wilhelms II. und zur Jahrhundertfeier der Befreiungskriege ist diese ausführliche Monographie der Provinz entstanden. Der vorliegende naturwissenschaftliche Teil bringt aus der Feder des Herausgebers und zahlreicher berufener Mitarbeiter eingehende Darstellungen der natürlichen Grundlagen, der Landschaftsformen, des Gebirgsbaues, der Erdgeschichte, der nutzbaren Mineralien und Gesteine sowie der Wasserverhältnisse, ferner des Klimas, der Pflanzen- und der Tierwelt. Es folgen Abschnitte über Landwirtschaft, Bergbau und Technik mit eingehender Besprechung der verschiedenen Industrien und endlich über das Gesundheitswesen. Eine eingehendere geographische Darstellung mit Herausarbeitung der natürlichen Landschaften wäre wohl noch zu wünschen geblieben.

Aus der reichen Fülle der in obiger Inhaltsangabe zusammengefaßten wertvollen Darstellungen kann hier naturgemäß nur Einzelnes hervorgehoben und kurz angedeutet werden. Das natürliche Rückgrat der Provinz bildet die Oder, deren Lauf zugleich eine wich-

tige geologische Grenzlinie bedeutet zwischen dem Gebiet der Sudeten, des gefalteten Urgebirgs im Südwesten und der flachgelagerten Tafel des mesozoischen Gebietes, der oberschlesischen Scholle, im Nordosten. Erst nördlich von Dyhernfurth an folgt die Oder dem allgemeinen Schema der norddeutschen Flüsse, dem Urstromalsystem, indem sie nun jeweils wechselnd eine Zeitlang den verschiedenen Urstromtälern ostwestlich folgt, dann nach Norden umbiegend durch den trennenden Landrücken zum nächsten nördlich folgenden Tale durchbricht.

Die geologische Geschichte des schlesischen Landes stellt sich in ihren allgemeinsten Zügen etwa folgendermaßen dar. Zu Beginn unserer geologischen Zeitrechnung herrschte in Schlesien außerordentlich lange Zeiträume hindurch Meeresbedeckung, die vom Silur bis zum Unterkarbon durch Versteinerungen belegt ist. Freilich wechselten innerhalb dieser Zeiten Meerestiefen und Küstenlinien. Jeweils der Anfang der 3 Formationen ist durch flache See gekennzeichnet, während die höheren Teile des Silurs und Devons Anzeichen mehr oder weniger bedeutender Tiefen erkennen lassen. In der 2. Hälfte des Karbons dagegen erhob sich das Land infolge einer gewaltigen von Süden her vordringenden Faltung über den Meeresspiegel und es wurde ein wirkliches Hochgebirge geschaffen. Dabei wurden die sämtlichen vorher gebildeten Sedimente stark gefaltet, geschiefert und verändert. An den Küsten des so gebildeten Kontinents und in den Tälern des Gebirges kam es nun zur Bildung der Kohlenlager, teils aus dem an Ort und Stelle gewachsenen Pflanzenmaterial (autochthon), oberschlesischer Typus, teils durch Zusammenschwemmung der Pflanzenreste in den Senken (allochthon), niederschlesischer Typus. Mit Beginn der folgenden Formation, der Dyas, wurden die Verhältnisse allmählich der Kohlenbildung ungünstig. Zugleich treten gewaltige vulkanische Ausbrüche auf. An den Schätzen der Zechsteinsalze, wie sie diese Formation mehr im Zentrum Deutschlands hinterlassen hat, hat Schlesien keinen Anteil, es gehörte zu den randlichen Partien des eintrocknenden Meeresbeckens. In der Trias spielt Schlesien insofern eine wichtige Rolle, als Oberschlesien die Verbindungsstraße zwischen dem deutschen Becken und dem südlichen Weltmeere darstellte. Mit Ende der Trias wird Schlesien wieder landfest und wird erst im Dogger wieder, und zwar diesmal von Westen her vom Meere erreicht. Bereits im obersten Jura tritt erneute rückläufige Bewegung ein. Erst die obere Kreide ist wieder marin ausgebildet. Deutlich lassen sich nach ihrer Verbreitung, Fauneninhalt und Gesteinsbildung verschiedene Meeresarme verfolgen, die durch Landrücken getrennt waren. Das Riesengebirge bildete eine Insel, die durch das Löwenberger Becken und die zeitweilig versandete Hirschberger Straße von der nahen ostsudetischen Landmasse getrennt war. Östlich von dieser lag wiederum das meerbedeckte oberschlesische Becken. Waren so damals schon, ja eigentlich schon vom karbonen Gebirge her, die Elemente des böhmisch-schlesischen Grenzgebirgs gegeben, so wurden diese erst im Tertiär vereinigt und an der nordostsudetischen Randlinie kräftig herausgehoben. Noch einmal drang im Tertiär das Meer von Südosten her in den Süden Oberschlesiens ein. An seinen Küsten, namentlich aber auch weiter im Westen, im Neißetal und in der Oberlausitz, kam es zur Ablagerung mächtiger Braunkohlenlager. Wie im übrigen Deutschland, ist auch in Schlesien die vulkanische Tätigkeit besonders im Tertiär rege. In der Eis-

zeit bedeckte nur einmal die Eismasse das flache Land und schob sich zungenförmig in die Talmündungen. Aber aus der schon geringer mächtigen Eismasse erhoben sich die Gipfel des Zobten- und Rummelsberges. Im Riesengebirge kam es zur Bildung einer eigenen Vergletscherung, der die Kare des Gebirgs ihre Entstehung verdanken. — Die verschiedenen wechselnden Zeiten und Geschehnisse haben dem Lande die natürlichen Reichtümer geschenkt, denen es seine Blüte verdankt. Den kristallinen Schiefern entstammen Bausteine und Erze, dem Karbon die unermeßlichen, fast unerschöpflich erscheinenden Steinkohlevorräte, vielleicht die reichsten der Erde, der Trias Kalke und Erze, der Kreide wertvolle Sandsteine und Tone, dem Tertiär Braunkohlen und der Eiszeit der nährende Ackerboden. Dazu kommt der seltene Reichtum wertvoller Mineralquellen. Den natürlichen Reichtümern entspricht der hohe Stand der schlesischen Industrien.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Berg, Alfred, Geographisches Wanderbuch. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1914. Preis M. 4,—.

Ein sehr begrüßenswerter Zug unserer heutigen Jugend ist der Drang ins Freie. Pfadfinder, Wandervögel und Jungdeutschlandleute wetten sich im Freien zu betätigen und auf Wanderungen ihr Vaterland zu durchstreifen. Dabei stellt sich ganz von selber Gelegenheit und Anlaß, ja Bedürfnis zu allerhand geographischen und naturkundlichen Beobachtungen und Vergleichen ein. Hier nun sucht das vorliegende Bändchen aus Professor B. Schmidts Naturwissenschaftlicher Schülerbibliothek anregend und fördernd beizustehen. Das in der Schule Gelernte wird durch eigene Beobachtung erweitert und vertieft werden können und der Genuß und Gewinn der Wanderungen wird so ein mehrfacher, nicht nur körperlicher, sondern auch geistiger sein. Die Kenntnis der Methoden kartographischer Aufnahmen, einige Übung in den einfacheren derselben, wird die Kunst des Kartenlesens, selbst das Verständnis für morphologische Dinge wesentlich vertiefen können, und mancher praktische, offenbar aus reicher Erfahrung erwachsene Rat wird hier gegeben. Die Beobachtung der meteorologischen Vorgänge, deren Einflüssen wir ja andauernd und auf Wanderungen noch oft in besonderem Maße unterliegen, wird zu interessanten Studien Anlaß geben und bisweilen selbst die Unannehmlichkeit eines ungünstigen Wetters erträglicher gestalten. Nicht minder läßt sich an Bach und Fluß der Heimat manche wertvolle Bemerkung anknüpfen. In kürzeren Abschnitten wird entsprechend der wesentlich geographischen Richtung des Werkchens die Beobachtung der Tier- und Pflanzenwelt behandelt. Auf geologische Fragen ausführlicher hinzuweisen vermeidet der Verfasser mit Rücksicht auf mehrere in derselben Sammlung bereits erschienene Bändchen über solche Beobachtungen, die sich freilich von einer eingehenden geographischen Kenntnis einer Landschaft nicht wohl trennen lassen. Der Mensch und seine Werke, von denen namentlich die Verkehrswege verhältnismäßig ausführlich bedacht sind, bilden den letzten Abschnitt. Ein Anhang bespricht die Ausrüstung des wandernden Geographen, und eine Tabelle bringt nützliche Zahlen und fordert zur Notierung entsprechender heimatlicher Werte auf.

Das Werkchen ist mit zahlreichen Abbildungen gut ausgestattet und wird hoffentlich manchem jungen Wandersmann dienlich sein.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Stille, H., Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde. Antrittsvorlesung. Leipzig, Veit & Co., 1913. 32 S. Preis M. 1,40.

Dem Autor des vorliegenden Schriftchens verdanken wir die Kenntnis weitausgedehnter gebirgsbildender Vorgänge um die Wende der Jura- und Kreidezeit in weiten Gebieten Norddeutschlands. Hier nun faßt er die im Laufe seiner langjährigen Detailforschungen gewonnenen theoretischen Vorstellungen über Gebirgsbildung und ihre Gesetzmäßigkeiten zusammen. Ohne auf die Grundfrage der ersten Ursachen aller Gebirgsbildung einzugehen, unterscheidet er prinzipiell Dauerlandgebiete und Wechsellandgebiete, die jeweils ihre Rollen unendlich lange Zeiträume hindurch beibehalten. Gelegentlich können dem Dauerlande neue Gebiete zugefügt werden.

Die Dauerlandgebiete befinden sich im allgemeinen im Aufsteigen, die Wechsellandgebiete im allgemeinen im Absinken. Innerhalb der Zeiträume unterscheidet er nunmehr Perioden der Evolution, langsamer Bewegung durch Seitendruck im Dauerlande aufwärts, im Wechsellande abwärts. Zugleich werden die sich vertiefenden Mulden mit den Sedimenten der aufstrebenden Teile gefüllt. Gelegentlich nun werden diese langen Perioden der Wannenbildung episodisch unterbrochen durch die Revolution oder Gebirgsbildung. Gleichfalls horizontaler Zusammenpressung entstammend, äußert sie sich jedoch gewaltsam, indem nun die beweglichen, faltbarsten Gebiete, und das sind die Mulden bzw. die Muldenrandgebiete, lebhaft gefaltet zu Gebirgen emporgepreßt werden und sich so selbst über die Dauerlandgebiete erheben. Aber die Herrlichkeit dauert nicht lange. Bald setzt die Abwärtsbewegung der Wechsellandgebiete wieder ein und das stolze Gebirge wird ebenso rasch wieder erniedrigt und eingeebnet, wie es sich erhoben hatte.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie. 3. unter Mitwirkung von Professor Dr. R. Süring (Potsdam) umgearbeitete Auflage. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz, 1913. Lieferung 2, S. 97—192 und 4 Tafeln, Lieferung 3, S. 193—288 und 3 Tafeln. Vollständig in etwa 10 Lieferungen zum Preise von je M. 3,60.

In kurzer Zeit sind der ersten Lieferung (Besprechung siehe S. 39 dieses Jahrganges) zwei weitere gefolgt. Sie behandeln den Schluß des Kapitels über die Lufttemperatur (I. Buch), den Luftdruck (II. Buch) und einen Teil des Kapitels über den Wasserdampfgehalt der Atmosphäre (III. Buch).

Wir erwähnen von neuen Einschiebungen vor allem die Umarbeitung, welche der Abschnitt über die Temperaturverhältnisse der oberen Luftschichten erfahren hat. Hann hat seinem Mitherausgeber der Meteorologischen Zeitschrift, Professor Süring, diese Aufgabe übertragen, da derselbe mit der *Aerologie*, wie man die Meteorologie der höheren Luftschichten nennt, besonders vertraut ist. Leider reichte der zur Verfügung gestellte Raum nicht aus, um eine ausführlichere Darlegung der Theorie der *Stratosphäre* von Emden zu geben. Es kann aber auch beabsichtigt sein, dieselbe im *Anhang* nachzutragen, woselbst die wichtigsten mathematisch-physikalischen Theorien der Meteorologie zur Erörterung gelangen.

Im Kapitel vom Luftdruck wurde u. a. die interessante Arbeit W. Meinardus' aufgenommen, dem es möglich war, durch geistreiche Überlegungen die mittlere Höhe des antarktischen Kontinents zu berechnen.

Die Expeditionen von Scott, Shackleton und Amundsen hierüber nähere Angaben brachten.

In dem Kapitel über die Luftfeuchtigkeit wurde Süring Gelegenheit gegeben, seine reichen Erfahrungen auf dem Gebiete der *Wolkenkunde* zu verwerten. Eine Auswahl prächtiger neuer Wolkenaufnahmen ist beigegeben. Das Potsdamer Meteorologische Institut, dessen Vorstand Süring ist, widmet sich mit besonderem Erfolge der Wolkenforschung, die im vorliegenden Abschnitte eine ausgezeichnete Darstellung gefunden hat.

A. Schmauß, München.

Jordan, D. S., S. Tanaka und J. O. Snyder, A Catalogue of the Fishes of Japan. Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo, Vol. XXXIII, Article 1. Tokyo, March 31 st, 1913, published by the University. Price: Yen 4,20. To sale at Z. P. Maruya & Co., Ltd., Tokyo; Geiser & Gilbert, Yokohama; R. Friedländer & Sohn, Berlin; Oswald Weigel, Leipzig.

Die Fischfauna Japans ist von außerordentlichem Reichtum. Der vorliegende Katalog, ein Werk von 497 Seiten, will eine vollständige Zusammenfassung sämtlicher, in der bis 1. Februar 1913 erschienenen, sehr zerstreuten Literatur beschriebenen Fische geben. Nicht weniger als 1236 Arten führt er auf und dabei wird sich diese Zahl bei fortgesetzter Forschung noch erheblich vermehren, denn die Tiefseefische sind zum größten Teil noch nicht bekannt oder noch nicht beschrieben und auch zahlreiche subarktische Arten werden bei gründlicherer Durchforschung der einzelnen Inseln noch hinzukommen. Noch mehr überrascht bei Durchsicht des Bandes die überaus große Mannigfaltigkeit der Formen. Eine Fülle der sonderbarsten, bizarrsten Gestalten tritt uns vor Augen, Wesen, wie sie die Phantasie kaum auszumalen vermag. Wir finden greuliche Drachenköpfe (*Scorpaena*) und See-teufel (*Lophius*), plumpe Seehasen (*Lethotremus*) und wunderlichen Mondfisch (*Ranzania makuu*), reich ornamentierte Seepferdchen (*Hippocampus*) und schlanke Seenadeln (*Yozia*, *Urocampus*) und ganz unglaubliche Wesen von unsagbarer Gestalt (*Pterophryne* *ranina* und *Pt. histrio* *Caristius japonicus*, *Solenostomus paradoxus*, *Coradion modestum* u. a.). Wir finden Formen mit großen Mäulern und großen Augen und mit Leuchtorganen längs des Bauches (*Chauliodus*), mit merkwürdigen Lockgebilden auf dem Kopfe (*Antennarius*, *Pterophryne*), mit starken Hörnern bewehrte (*Monacanthus*); nach allen Richtungen verzerrte Fratzen: langgezogene Nadeln (*Yozia*), schmale Bänder (*Acanthocephala*), buntgescheckte und gestreifte Platten (*Zebrias*, *Aesopia*), hohe, kurze Segel (*Chaetodon*) usw. Die einzelnen Organe zeigen dieselbe Vielgestaltigkeit: wir finden Röhrenmäuler (*Aulostoma*, *Solenostomus*), Großschnauzer (*Zenitea*), Spitzschnäbler (*Hyporhamphus*); Flossen, die an Arme erinnern (*Antennarius*, *Malthopsis*) und Flügel ersetzen (*Cypselurus*, *Pegasus unitengu*) und andere Seltsamkeiten. — Die Abbildungen, im ganzen 396, geben einen Begriff von dem Reichtum an Formen in der Fischklasse, wie ihn unsere monotone einheimische Fischfauna nicht ahnen läßt. Alle Figuren sind Originalbeschreibungen entnommen, was die Brauchbarkeit des Katalogs sehr erhöht.

Die in das Verzeichnis aufgenommenen Fische entstammen sowohl den umgebenden Meeren wie den Flüssen und Seen der vier großen, das eigentliche Japan bildenden Inseln Kiushiu, Shikoku, Honshiu und Hokkaido sowie den Kurilen im Norden, dagegen

nicht den im Süden gelegenen, ebenfalls japanischen Riukiu-Inseln. Denn die Kurilen haben im allgemeinen dieselbe Fauna wie das nördliche Hokkaido, während die Fauna der Riukiu-Inseln einen ausgesprochenen tropischen Charakter hat, ihre Arten sich an die von Formosa und von den Philippinen anschließen und daher von denjenigen der großen japanischen Inseln wesentlich abweichen.

Der Katalog überholt an Vollständigkeit alle früheren Listen. Eine von den Professoren *Jordan* und *Snyder* im Jahre 1901 herausgegebene vorläufige Liste enthielt erst 686 Arten und davon waren viele nur dem Namen nach bekannt oder gehörten der eigentlichen japanischen Fauna gar nicht an. Die Grundlagen für das vorliegende Werk bilden in erster Linie das persönlich von *Jordan* und *Snyder* in Japan gesammelte Material aus dem Jahre 1900, welches über 250 für Japan neue Arten enthielt; das von *Gilbert* und *Snyder* an Bord des „Albatroß“ gesammelte aus dem Jahr 1906, von dem aber nur die Uferfische durch *Snyder* bearbeitet sind, während die Tiefseefische (über 200) noch der Bekanntmachung harren; ferner die Sammlungen der Tokioter Kaiserlichen Universität und die des Tokioter Kaiserlichen Museums. Doch sind, wie schon erwähnt, auch die Berichte aller anderen Forscher berücksichtigt worden.

Der Katalog ist systematisch gegliedert. Unter jeder Nummer findet sich der nach den neuesten Regeln der Nomenklatur festgelegte lateinische Name des Fisches. Fast jeder Art ist außerdem der japanische Name beigelegt worden. Wo in der Landessprache ein Fisch mehrere Namen hat, bedeutet der zuerst angeführte den allgemein üblichen. Wird ein und derselbe Name in verschiedenen Gegenden verschieden angewendet, so ist der Ortsname in Parenthese beigelegt. Weiter findet sich bei jeder Art die Quelle der Erstbeschreibung und endlich die Verbreitung oder die bisherigen Fundplätze angegeben. — Systematikern und Zoogeographen wird der Band wertvolle Dienste leisten.

Emil Seydel, Friedrichshagen.

Scholz, E. J. R., Bienen und Wespen, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten. (Naturwiss. Bibliothek für Jugend und Volk, herausg. von *Höller* und *Ulmer*.) Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. VIII, 208 S. und 80 Abbild. Preis geb. M. 1,80.

Dem empfehlenswerten Ameisenbuch aus derselben Sammlung reiht sich diese Schrift in bester Weise an, und wenn sie sich auch, wie der Titel im besonderen besagt, an Jugend und Volk wendet, so werden doch wohl nicht wenige, die das Bedürfnis haben, sich eingehender mit den in Rede stehenden Insekten zu befassen, zunächst zu diesem Buch greifen. Für solchen Zweck aber ist es wünschenswert, daß (und das gilt auch für das andere Bändchen) den deutschen Namen der Gattungen und Arten auch die wissenschaftlichen beigelegt werden, was ein schnelleres Zurechtfinden in weiteren Arbeiten sehr erleichtern, den Leser aber, der darauf keinen Wert legt, wohl kaum stören dürfte. — Hervorzuheben ist noch die gefällige Art der Darstellung, wie, um beispielsweise etwas herauszugreifen, in dem Kapitel über die Sandwespen (S. 64).

Im ersten Teil des Buches werden wir nach einigen kurzen Darlegungen über anatomische Verhältnisse, über Bienenfeinde, Nestbauten und Entwicklung mit den Lebensgewohnheiten im besonderen zunächst der solitär lebenden Bienen bekannt gemacht: der Grabbienen, Holz-, Maurer-, Mörtel- und Tapeziererbienen, der Blattschneider, Woll-, Harz- und Seidenbienen.

Daran schließt sich ein Abschnitt über deren Schmarotzer. Weiter folgt eine Darstellung der Lebensweise der solitären Wespen: Wegwespen, Lehm- und Sandwespen, bei diesen ziemlich eingehend, ferner der Holzwespen sowie der Raubwespen.

Der zweite Teil behandelt die gesellig lebenden Arten der beiden Gruppen und führt uns erst die Hummeln vor, ihre mit der Lebensweise zusammenhängenden Körpereigentümlichkeiten, Färbung und Zeichnung, die Lebensgewohnheiten der Weibchen (Nistorte, Nester, Eiablage, Brutpflege), der Arbeiter und Männchen, ferner die Feinde der Hummeln. Besonders ist hier auf das kleine Kapitel über Blütenbestäubung hinzuweisen. In ähnlicher Weise wie im ersten Teil lernen wir dann die biologischen Eigenheiten unserer Hummeln kennen, weiterhin in Kürze die einiger geselligen Bienen, unter denen die Honigbiene naturgemäß einen breiteren Raum einnimmt. Von den geselligen Wespen sind eingehender Wohnungen und Lebensweise der einheimischen Arten berücksichtigt.

Den Schluß bildet eine tabellarische Übersicht über 148 Hummel-, Bienen- und Wespenarten, betreffend deren Bauweise und Nistorte, besuchte Blüten, Flugbeginn der ♀♀ und ♂♂ und die Schmarotzer. Angehängt ist eine Auswahl der wichtigsten Literatur.

H. Stitz, Berlin.

Reuter, O. M., Lebensgewohnheiten und Instinkte der Insekten bis zum Erwachen der sozialen Instinkte.

Vom Verfasser revidierte Übersetzung nach dem schwedischen Manuskript, besorgt von *A. und M. Buch*. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 1913. 8° XVI, 448 S. und 84 Abbild. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 17,20.

Eine gerechte Würdigung des vorliegenden Buches muß den Umstand berücksichtigen, daß es nur den ersten Teil einer Trilogie bildet, die nach der Absicht *Reuters* neben dem Verhalten der solitären auch noch das Verhalten der sozialen Insekten und eine Darstellung des psychischen Lebens der Insekten im allgemeinen umfassen sollte. Da jedoch der Autor durch einen vorzeitigen Tod an der Ausführung seines groß angelegten Planes verhindert wurde, ist das Werk ein Torso geblieben; manche nicht unwichtige Probleme der Insektenpsychologie, auf die der Verfasser vermutlich in den späteren Bänden eingegangen wäre, haben daher keine Bearbeitung gefunden, und dies bleibt um so bedauerlicher, als sich *Reuter* die interessante Aufgabe gestellt hatte, die komplizierteren Instinkte der sozialen Insekten aus den primitiveren Instinkten der solitären Arten abzuleiten. Das Buch enthält treffliche, allgemein verständliche Schilderungen der Nahrungsinstinkte, der Schutzinstinkte und der Arterhaltungsinstinkte (Paarung, Eierlegen, Nestbau usw.); sein Hauptverdienst besteht in dem konsequenten Bestreben, die „Morphologie der Instinkte“ zu analysieren, d. h. überall den Zusammenhang zwischen der Entwicklung der körperlichen Organe und der Ausbildung der Instinkte nachzuweisen.

Nicht ganz so glücklich wie die rein beschreibenden Ausführungen sind im allgemeinen die theoretischen Erörterungen geraten. Denn abgesehen von der etwas stiefmütterlichen Behandlung der neueren Versuche, zu einer kausalen Erklärung der tierischen Instinkte vorzudringen und die zur Auslösung bestimmter Reaktionen erforderlichen Reizkomplexe in ihre elementaren Komponenten zu zerlegen, wird *Reuter* nach Art vieler „Psychobiologen“

durch seine wesentlich teleologische Einstellung zu Anthropomorphismen geführt, welche, wie z. B. das Operieren mit den Begriffen: „List, Verstellung, freier Wille“ u. dgl., nur allzusehr danach angetan sind, die Tierpsychologie in den Augen der exakten Naturwissenschaft zu diskreditieren. Lassen sich derartige prinzipielle Bedenken nicht völlig unterdrücken, so darf doch andererseits mit gutem Gewissen anerkannt werden, daß *Reuters* Werk wertvolle Beiträge zur Psychologie der solitären Insekten liefert und namentlich auf Grund seines umfangreichen Literaturverzeichnis, welches auch die in Deutschland weniger bekannten Arbeiten nordischer Forscher enthält, dem Entomologen und Insektenpsychologen gute Dienste zu leisten vermag.

Gustav Kafka, München.

Kleine Mitteilungen.

Die Wasserversorgung von London. Im *Gesundheitsingenieur* (1913, 36, Nr. 6 und 8, Seite 101 und 150) gibt der bekannte Hamburger Hygieniker *Dumbar* einen Überblick über die Entwicklung der Londoner Wasserwerke. Bietet die Entwicklung der Wasserversorgung dieser Millionenstadt an sich schon ein allgemeines Interesse, so ist der Inhalt der vorliegenden Arbeit auch besonders deshalb von Bedeutung, weil *Dumbar* dabei auf die Forschungen des Londoner Hygienikers *Houston* näher eingeht, deren hochbedeutsame Resultate geeignet sind, eine Revision in manchen heutigen Ansichten über die Wasserreinigung für Trinkzwecke zu veranlassen.

Die ersten Anfänge einer zentralen Wasserversorgung von London fallen in das Jahr 1581. Allmählich entstanden verschiedene Gesellschaften, welche alle das Themsewasser benutzten. Im Jahre 1723 waren 6 derartige Wasserversorgungsgesellschaften vorhanden. Im neunzehnten Jahrhundert befaßten sich verschiedene Königliche Kommissionen mit der Londoner Wasserversorgung. Im Jahre 1903 gingen die Werke aller Privatgesellschaften gegen eine Vergütung von 1 Milliarde in öffentlichen Besitz über. Eine neu gegründete Verwaltungsbehörde, das Metropolitan water board, hat seit dieser Zeit das Recht und die Pflicht, ein Gebiet von 1391,9 qkm, umfassend 79 Städte und 300 Ortschaften, welche am 1. April 1911 eine Bevölkerungszahl von 6 657 878 Seelen aufwiesen, mit Wasser zu versorgen. Das Wasser wird vorwiegend der Themse, ferner dem Lea entnommen. Da die Entnahme bei einer bestimmten minimalen Wasserführung der Themse eingestellt werden muß, so wurde der Bau von riesigen Aufhaltebecken erforderlich. Im ganzen sind 62 Staubecken mit einem gesamten Fassungsvermögen von 68 360 000 cbm vorhanden, eine Menge, die für einen 57 tägigen Bedarf des ganzen Versorgungsgebietes ausreicht. Es sind 116 Pumpstationen vorhanden. Unter den 264 Pumpmaschinen sind sämtliche Systeme vertreten; 2 Exemplare sind gerade 100 Jahre alt.

Das Wasser wird der Sandfiltration unterworfen. Bekanntlich ist diese durch *James Simpson* im Jahre 1829 auf den Londoner Wasserwerken zuerst angewendet worden. *Simpson* wollte nur die tonigen Trübungen entfernen; es stellte sich aber später heraus, daß die wichtigste Wirkung der Sandfiltration die Entfernung der Bakterien war. Im Jahre 1911 waren 171 derartige Sandfilter vorhanden. Hinter die Sandfilter sind 83 gedeckte Reinwasserbehälter eingeschaltet,

welche ein Gesamtfassungsvermögen von 1 400 000 cbm haben. Für die Verteilung des Wassers zu den Konsumenten sind rund 10 000 km Rohrleitungen vorhanden. Die Bezahlung erfolgt in der Weise, daß das Waterboard den Hausbesitzern 5 % des taxierten Grundstückswertes berechnet. Für gewerbliche Zwecke wird das Wasser nach Wassermessern abgegeben. Die Einnahmen betrugen im Jahre 1910 2¼ Millionen, während die Selbstkosten diese Summe um ein geringes übertrafen.

Die bakteriologische Kontrolle der Wasserwerke ruht in den Händen von Dr. *Houston*. Dieser Forscher hat sehr wichtige und interessante Untersuchungen ausgeführt, über welche er seit dem Jahre 1907 regelmäßige Berichte herausgegeben hat. *Houstons* Forschungen bewegen sich in 2 Richtungen: Einmal tritt er dafür ein, den Filtern schon ein möglichst keimfreies Wasser zuzuführen. Er glaubt das durch Aufspeichern des Wassers zu erreichen. Ferner hat er die Frage untersucht, ob die allgemeine Ansicht, daß Oberflächenwasser stets entwicklungsfähige Krankheitskeime enthalte, richtig sei.

Houston hat Typhusbazillen im rohen Themsewasser niemals finden können, und wenn er sie künstlich zufügte, so waren sie nach 23 tägigem Aufbewahren des Wassers verschwunden. Um diese Experimente besonders beweiskräftig zu machen, hat er derartiges, künstlich infiziertes Wasser, nachdem es eine Zeitlang aufbewahrt war, mehrfach selbst genossen, ohne krank zu werden. *Dumbar* hält diese Versuche indessen deshalb nicht für unbedingt beweisend, weil sie nur an einer Person ausgeführt seien, von der man nicht wisse, ob bei ihr nicht die Disposition zum Typhus fehle.

Houstons Untersuchungen zeigen ferner, daß ein erheblicher Unterschied in der Widerstandsfähigkeit besteht von Typhusbazillen, welche künstlich gezüchtet sind und solchen, welche von den Kranken ausgeschieden werden. Letztere erwiesen sich stets als viel weniger widerstandsfähig.

Da das Bakterium coli widerstandsfähiger ist als der Typhusbazillus, so kann man mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit von einem Wasser, in welchem vorher vorhandene Colibazillen abgestorben sind, behaupten, daß dieses Wasser keine Typhusbazillen enthält. Die bakteriologische Technik zur Untersuchung derartiger Wässer auf Typhus hat *Houston* so verbessert, daß es ihm stets gelang, Typhusbazillen in einem Wasser wiederzufinden, wenn er zu 50 Millionen Teilen Wasser einen Teil Urin von einem Typhusträger hinzufügte.

Fügte *Houston* zu dem frisch entnommenen Themsewasser Typhusbazillen von Typhusträgern, so waren sie nach 5 wöchentlichem Aufstauen des Wassers nicht mehr zu finden. Dabei war die Temperatur von großem Einfluß, und zwar starben die Typhusbazillen um so schneller ab, je höher die Wassertemperatur war. Bei dem jetzt in London geübten Betriebe der Wasserwerke hält *Houston* die Wahrscheinlichkeit für sehr gering, daß überhaupt Typhusbazillen in die Aufstaubecken gelangen. Wenn das aber trotzdem der Fall sein sollte, so sterben in den Aufstaubecken auch im ungünstigsten Falle 99 % ab, so daß auf die Sandfilter Typhusbazillen im allgemeinen überhaupt nicht kommen.

Die Versuche mit dem Absterben der Typhusbazillen beim Aufstau hat *Houston* auch im Großbetriebe mit demselben Erfolge wiederholt. Ein 30 tägiges Aufstauen des Wassers kommt also nach seiner Ansicht einem Sterilisieren gleich.

Auch mit der Frage, wie es zu Zeiten von Cholera-epidemien mit den Londoner Wasserwerken stehen würde, befaßt sich *Houston*. Zunächst gelang es ihm ebenfalls, zum Wasser zugesetzte Choleravibrien in den meisten Fällen wiederzufinden. Seine weiteren Experimente ergaben, daß alles, was über die Ausscheidung und Abtötung von Typhusbazillen durch Aufstau des Wassers erzielt werden kann, in noch höherem Grade für Cholera gilt.

Nachteile des Aufspeicherungsverfahrens sind die hohen Kosten der erforderlichen großen Becken, Vorteile die dauernde Gleichmäßigkeit des Wassers und die längere Lebensfähigkeit der Filter.

Endlich hat *Houston* noch Studien über die Enthärtung des etwa 17–19° harten Themsewassers angestellt. Bei einem Kalkzusatz von 1 : 10 000 wird die Härte auf 8,8° reduziert. Die Kosten einer derartigen Enthärtung betragen 0,19 M. pro Kubikmeter. Der Kalkzusatz bewirkt auch eine erhebliche Keimreduzierung. T.

Zur Geschichte der Kohlenoxydgasvergiftungen.

Hierüber berichtete auf der letzten Naturforscher-Versammlung in Wien Dr. A. Neuburger. Das Kohlenoxydgas, das infolge seiner Geruchlosigkeit das gefährlichste aller Gase ist, hat schon im Altertum viele Opfer gefordert. Die ersten Beschreibungen von Kohlenoxydgasvergiftungen stammen aus dem ersten Jahrhundert v. Chr., doch scheint auch bereits *Aristoteles* Kenntnis von den gefährlichen Wirkungen des Kohlendampfes gehabt zu haben. Bei *Galen* (131–200 n. Chr.) findet sich nun zum ersten Male die Angabe, daß die Ausdünstung frisch getünchter Häuser erstickend wirkt. Da an den betreffenden Stellen auch Kohlenbecken erwähnt sind, so scheint man die Wirkung der letzteren den mit frischem Bewurf versehenen Hauswänden zugeschrieben zu haben. Dieser Irrtum erhält sich nun, wie aus zahlreichen von dem Vortragenden angeführten Literaturstellen hervorging, durch Jahrhunderte hindurch. Besonders bemerkenswert ist, daß der römische Kaiser Julianus Apostata (361–363 n. Chr.) in dem damaligen Lutetia Parisorum, dem heutigen Paris, beinahe einer Kohlendampfvergiftung zum Opfer gefallen wäre, die er selbst ausführlich beschreibt und wobei er wiederum nicht der Ausdünstung der Kohlenbecken, sondern den feuchten Wänden die Schuld gibt. Von anderen bedeutenden Männern ist *Johann Gottfried Seume* zu erwähnen, der im Jahre 1802 bei seinem berühmten „Spaziergang nach Syrakus“ ebenfalls, und zwar in dem kleinen Ort Cilly einer Vergiftung durch Kohlen gas ausgesetzt war, deren einzelne Symptome er auf das eingehendste schildert. Wie immer, so sind es auch hier die feuchten Wände eines frisch getünchten Zimmers, die das Übel verursacht haben sollen. Diese Ansicht *Seumes* berührt um so merkwürdiger, als bereits etwa 100 Jahre vorher der Hallenser Professor *Friedrich Hoffmann* die Giftigkeit des Kohlendampfes nachgewiesen, alle Erscheinungen genau beschrieben und sehr richtige, heute noch in Geltung stehende Maßregeln zur Rettung Betäubter angegeben hatte. Es ist dies ein Beweis, wie lange es oft dauert, bis die Ergebnisse der Wissenschaft in weitere Kreise dringen. *Friedrich Hoffmann* war einer der ersten Professoren der 1694 neu gegründeten Universität zu Halle und später Leibarzt Königs Friedrich I. von Preußen. Da ihm das Hofleben nicht zusagte, kehrte er jedoch bald von Berlin nach Halle zurück. Zu seinen Untersuchungen, deren Einzelheiten von dem Vortragenden ein-

gehend gewürdigt wurden, wurde er dadurch angeregt, daß am Neujahrmorgen des Jahres 1715 einige Wächter, die sich auf einem Weinberge bei Jena ein Kohlenfeuer angezündet hatten, betäubt aufgefunden wurden. Es wurde dann von theologischer Seite behauptet, sie hätten Schatzgräberei betreiben wollen und wären dabei vom Teufel geholt worden. *Hoffmann* untersuchte den Fall aufs eingehendste und wies nach, daß die am Körper der Verunglückten befindlichen und angeblich vom Teufel herrührenden Spuren Symptome der Kohlenoxydgasvergiftung seien, deren weiteren Verlauf er in allen seinen Einzelheiten erforschte und klarstellte. S.

Eine unterseeische Gasfernversorgung. Eine sehr interessante Anlage stellt das Gasverteilungsnetz der Stadt Kristiansund in Norwegen dar. Die Stadt hatte bis vor wenigen Jahren noch keine zentrale Lichtversorgung, und zwar deshalb, weil für eine solche Anlage ungewöhnliche Schwierigkeiten bestanden. Die Stadt ist nämlich in vier Teile geteilt, die auf drei Inseln weit draußen im Meere liegen. Auch der Umstand, daß in jener Gegend die Sommernächte so hell sind, daß keine Beleuchtung der Straßen erforderlich ist, mag dazu beigetragen haben, daß man in Kristiansund erst vor einigen Jahren zur Erbauung eines Gaswerkes schritt. Das Werk liegt an der See und besitzt eine Kompressionsstation für die Gasfernversorgung. Die Fernleitung hat eine Länge von etwa 4 km, davon etwa 2 km ohne Anbohrung. Was an diesen Fernleitungen besonders bemerkenswert ist, ist die Tatsache, daß sie in ziemlicher Tiefe unterseisch verlegt sind. Es versteht sich von selbst, daß an die Dichtigkeit dieser Leitungen hohe Anforderungen gestellt wurden, einmal zur Vermeidung von Gasverlusten, hauptsächlich aber, um Betriebsstörungen durch etwa eindringendes Wasser zu verhüten. Die den Südsund durchquerende Leitung liegt mit ihrem tiefsten Punkt 26 m unter Wasser. Aus diesem Grund mußte dafür gesorgt werden, daß das Gas vollständig frei von kondensierbaren Bestandteilen in die Leitung eintritt. Zu diesem Zwecke wurde die Leitung auf jedem Ufer ein längeres Stück in freier Luft gelegt, um eine Kondensation des im Gas enthaltenen Wassers zu bewirken, bevor das Gas in die Unterwasserleitung eintritt. Das ausgeschiedene Wasser wird in Syphons aufgesammelt, die mit Sicherheitsvorrichtungen versehen sind, so daß der Eintritt von Wasser in die unterseeische Leitung wirksam verhindert wird. Die Unterwasserleitung wurde aus ganzgewalzten 100-mm-Mannesmann-Röhren von 10 m Länge verlegt, die mit Rohrmuffen zusammengeschraubt sind; die Röhre wurden auf jedem Ufer nach dem Strandprofil geformt. Die Leitungen wurden zunächst an Land einer Druck- und Dichtheitsprüfung unterzogen, darauf von Bugsierdampfern an ihren Platz gebracht und mit Hilfe von Tauchern versenkt. Die Versenkung ging ohne jede Störung vonstatten und die Leitungen haben seitdem ohne jede Unterbrechung gut funktioniert. (*Journ. f. Gasbeleuchtg.* 1913, S. 1209–1211.) S.

Über die Herstellung von Temperaturen bis –211° mit Hilfe von flüssigem Stickstoff berichtete *G. Claude* in einer Sitzung der Pariser Akademie der Wissenschaften. Auch wenn man nicht über flüssigen Wasserstoff verfügt, der heute noch schwer zu beschaffen ist, kann man in wenigen Minuten die Erstarrungstemperatur des Stickstoffs (–211°) erreichen, und zwar mit Hilfe von flüssigem Stickstoff

nach einem im übrigen bekannten Verfahren. *Duclaux* hat gezeigt, daß man beim Durchleiten eines raschen Luftstromes durch ein verflüssigtes Gas eine Abkühlung bis weit unter den Siedepunkt dieses Gases erreicht. Der zu kühlende flüssige Stickstoff wurde in ein 30 cm hohes Gefäß nach *d'Arsonval-Dewar* bis 4 cm unter den Rand eingefüllt. In dieses Gefäß taucht das offene Ende einer kupfernen, aus 12 Windungen bestehenden Rohrschlinge ein. Durch diese Rohrschlinge, die in einem zweiten Bad von flüssigem Stickstoff gekühlt wird, leitet man einen kräftigen Wasserstoffstrom, der einer Stahlflasche entnommen wird. Der Wasserstoff wird in der Rohrschlinge abgekühlt und geht in lebhaftem Strome durch das mit flüssigem Stickstoff gefüllte Dewarsche Gefäß, dessen Temperatur gemessen wird. Die Geschwindigkeit des Wasserstoffstromes wird allmählich von 20—25 auf 50—60 l in der Minute erhöht. Die Abkühlung des Stickstoffs erfolgt auf diese Weise sehr rasch; bei einem Versuch wurde z. B. schon nach 12 Minuten eine Temperatur von -210°C . erreicht. Die Abkühlung bleibt bei -211° stehen, denn der Stickstoff beginnt dann langsam zu erstarren. Man erhält so auf sehr einfache Weise einen Fixpunkt, denn die Temperatur bleibt, selbst wenn man den Wasserstoffstrom ganz abstellt, mehrere Minuten lang nahezu konstant. Bei Verwendung von flüssigem Sauerstoff an Stelle von Stickstoff erreicht man dagegen nur -204° . (*Comptes rendus* Bd. 157, S. 277—279.)

S.

Leuchtfuer für die Luftschiffahrt. Auf dem Flugplatz Johannisthal bei Berlin wurden gelegentlich der Herbstflugwoche im Oktober vergleichende Versuche mit verschiedenen Leuchtfuersystemen angestellt. Der Flugplatz war durch drei Feuer markiert, und zwar durch ein Ölgasfeuer der *Bamag*, das auf einem Leuchtturm aufgestellt war, durch ein zweites Ölgasfeuer der Firma *Jul. Pintsch*, das auf dem Dache der Deutschen Versuchsanstalt für Luftfahrt in Adlershof montiert war, und durch einen elektrischen Scheinwerfer der *A.E.G.*, der ebenfalls auf einem besonderen Gerüstturm stand. Das *Bamag*feuer gab das Zeichen 123, das der Kartennummer des Flugplatzes Johannisthal entspricht, und zwar folgten einem längeren Achtungszeichen die Blitze 1-2-3. Das *Pintsch*feuer ließ mittels einer rotierenden Blende (wie bei Leuchttürmen an der See) einen Lichtblitz kontinuierlich horizontal im Kreise herumlaufen. Das *A.E.G.*-Feuer schließlich warf einen nicht verlöschenden Lichtkegel senkrecht in die Luft, um den ankommenden Fliegern die Landungsstelle zu zeigen. Bei den Versuchen ergab sich, daß alle drei Systeme bei klarem Himmel den gestellten Anforderungen gut entsprachen, daß aber bei dunstigem Wetter nur sehr lichtstarke Feuer auf größere Entfernungen sichtbar waren. Lichtstärken bis etwa 30 000 HK konnten z. B. auf 15 km die Dunstschicht nicht durchschlagen. Die Versuche sind um deswillen sehr wichtig, weil die Heeresverwaltung zurzeit im Begriff ist, für die Luftschiffhäfen und Flugplätze der Armee ein einheitliches Leuchtfuersystem einzuführen. Ebenso ist die Befuerung der subventionierten Hallen und der privaten Flugplätze geplant. (*Deutsche Luftfahrer-Zeitschr.* 1913, S. 497.)

S.

Druckluft als Schutz für Kriegsschiffe. Zum Schutze der Kriegsschiffe gegen Seeminen und sonstige Beschädigungen des Schiffskörpers unter Wasser beschäftigen sich die amerikanischen Marinebehörden

seit einiger Zeit mit einem neuen Verfahren, das gestattet, das durch ein Leck in den Schiffskörper eindringende Seewasser einige Augenblicke nach dem Unfall mittels Preßluft herauszutreiben. Die Versuche an Bord des geschützten Kreuzers „North Carolina“ fielen sehr günstig aus, so daß beschlossen wurde, die mächtigsten Schiffe der Schlachtflotte, darunter auch den neuen Überdreadnought „Pennsylvania“, mit einer derartigen Einrichtung zu versehen.

Jedes moderne Kriegsschiff ist durch stählerne Zwischenwände in eine Reihe wasserdichter Abteilungen getrennt. Beim Undichtwerden einer solchen Abteilung besteht die Gefahr, daß auch die benachbarten Zwischenwände durch den übermäßigen Druck des eindringenden Seewassers eingedrückt werden, so daß die Pumpen diese Arbeit nicht mehr bewältigen können. Das neue, von dem Amerikaner *W. W. Wotherspoon* erfundene Verfahren ermöglicht nun, in einem solchen Falle das ganze Schiff gleichsam in eine Reihe von Preßluftzonen zu teilen. Die Zone größten Druckes tritt dann in der leckgewordenen Abteilung auf, und die Drucke werden gegen die weiter entfernt gelegenen Abteilungen allmählich abgeschwächt. Hierdurch bleiben die zwischen den einzelnen Zwischenwänden auftretenden Druckunterschiede innerhalb zulässiger Grenzen, so daß die Wände nicht durchgedrückt werden können. Die Zu- und Abfuhr der Preßluft kann durch die für jede Abteilung stets vorgesehenen Ventilationsleitungen erfolgen, so daß kostspielige und umfangreiche Anlagen bei diesem Schutzsystem entbehrlich sind. Durch dieselben Leitungen kann bei Feuersgefahr auch ein nicht brennbares Gas in die gefährdete Abteilung geleitet werden, so daß ein etwa ausbrechendes Feuer rasch unterdrückt wird. (*Dinglers polytechn. Journ.* 1913, S. 765.)

S.

Über das Verhalten von Wasserstoff gegen Palladium berichten *A. Guibier, H. Gebhardt* und *B. Ottenstein* in den *Berichten der Deutschen Chem. Gesellschaft* 1913, S. 1453—1457. Sie untersuchten die Wasserstoffaufnahme von Palladiumschwamm bei Temperaturen von -50° bis $+105^{\circ}\text{C}$ unter Luftaustausch. Die Luft wurde aus der sorgfältig getrockneten Apparatur durch Kohlendioxyd vollständig verdrängt und hierauf bei einer bestimmten Temperatur eine Stunde lang Wasserstoff über das Palladium geleitet. Dann wurde der Wasserstoff bei der gleichen, konstant gehaltenen Temperatur wieder durch Kohlendioxyd verdrängt und nun das Wasserstoffpalladium durch Erhöhung der Temperatur wieder in seine Bestandteile zerlegt. Der abgegebene Wasserstoff wurde über 50 proz. Kalilauge aufgefangen. Die Versuche ergaben, daß die Wasserstoffaufnahme des Palladiums bei tiefer Temperatur erheblich größer ist als bei höherer Temperatur. So okkludiert 1 Vol. Palladium

bei -50°C 917 Vol. Wasserstoff„ -21°C 887 „ „„ 0°C 880 „ „„ $+20^{\circ}\text{C}$ 661 „ „„ $+80^{\circ}\text{C}$ 750 „ „

Das Minimum der Okklusion liegt also bei $+20^{\circ}\text{C}$.

S.

Naturgas in Louisiana. Die Caddo-Ölfelder in der Nähe der Stadt Shreveport sind sehr reich an Naturgas und gelten als das größte Naturgasfeld Amerikas. Erst seit 1906 wird das Gas dort gewonnen, die täg-

liche Ergiebigkeit einer Quelle beträgt 140 000—285 000 Kubikmeter für jede. Gewinnbringende Gasquellen werden in einer durchschnittlichen Tiefe von 300 m mit einem Anfangsdruck von 500—1000 lb auf 1 Quadrat-zoll erbohrt. Das Caddo-Naturgas enthält 95 % Methan, 2,56 % Stickstoff, 2,34 % Kohlenoxyd, 0,01 % Wasserstoff, kein Kohlenoxyd und kein Acetylen. Das Gas wird in Rohren nach Shreveport u. a. Orten geleitet. Für häusliche Zwecke wird der Kubikmeter zu etwa 3,3 Pfg. berechnet, für kleinere Industrieanlagen zu 1,2 Pfg. und für große Gasanlagen zu 0,6 Pfg. (*Chem.-Ztg.* 1913, S. 1142.) S.

Ein neues Verfahren zur Konservierung von Seefischen. In Dänemark hat man in letzter Zeit erfolgreiche Versuche mit einem neuen Konservierungsverfahren gemacht, das gestattet, Seefische auch in der warmen Jahreszeit auf große Entfernungen zu versenden. Das neue Verfahren, das von dem Fischexporteur *Ottesen* in Thysted erfunden wurde, ist geeignet, eine vollständige Umwälzung im Fischhandel herbeizuführen. Wie Dr. *Brühl* in der *Eis- und Kälteindustrie* 1913, S. 84, mitteilt, läßt man die Fische gefrieren, indem man sie in eine Kältelösung von etwa -15°C . eintaucht. Hierbei gefriert jede oberflächlich in den Fischen vorhandene Flüssigkeit sofort, und es wird infolgedessen jede Wechselwirkung zwischen der Kältelösung und der Flüssigkeit im Innern der Fische ausgeschlossen. Der Gefrierprozeß dringt rasch ins Innere vor, ohne jedoch eine Veränderung der natürlichen Struktur zu bewirken. Bei kleineren Fischen ist das Gefrieren in wenigen Minuten beendet. Als Kältelösung wendet man am besten eine konzentrierte Kochsalzlösung an, deren Temperatur durch das Eintauchen der Fische auf nicht mehr als -10 bis -5° steigen darf, da sonst das gewünschte rasche Gefrieren der Fische unsicher wird. Das Verfahren ist mit einfachen Mitteln auch im Kleinbetriebe ausführbar. Bei dem Versand der Fische wird eine erhebliche Frachtermäßigung erzielt, da jegliche Beigabe von Eis unnötig ist und der gefrorene Fisch nicht mehr wiegt als der frische. Nach dem Wiederauftauen sollen der Schleim und die Kiemen unverändert gewesen sein. Die Augen, die im gefrorenen Zustande weiß waren, sollen wieder klar geworden sein. Bei steifgefrorenen Dorschen mit weißen Augen wurde sogar beobachtet, daß sie beim Auftauen wieder zu sich kamen. Auch dies beweist, daß bei dem raschen Gefrierprozeß keine osmotischen Wirkungen zwischen der Kältelösung und den eingetauchten Fischen eintreten. In Thysted wurde eine Kälteanlage mit einem Gefriertank von 3000 kg Inhalt errichtet. Darin kann man auf einmal 300 kg Fische gefrieren lassen. Das Verfahren wurde von einer Reihe von dänischen und norwegischen Fischereisachverständigen geprüft und durchweg sehr günstig beurteilt. Besonders wurde der Wohlgeschmack der Fische betont, der auch dann noch vorhanden ist, wenn die gefrorenen Fische sechs Wochen lang im Kühlhause aufbewahrt wurden. In der Fischerei-Versuchsanstalt zu Bergen ließ man Dorsche nach dem Verfahren von *Ottesen* gefrieren und alsdann in Papier eingepackt sechs Tage lang bei gewöhnlicher Temperatur in einer Kiste liegen, ohne daß der Geschmack beeinträchtigt wurde. Auch Versandversuche auf weite Strecken hatten ein sehr günstiges Ergebnis, so wurden 45 kg gefrorene Dorsche in gewöhnlichen Heringskisten von Bergen nach Wien gesandt, wo sie in sehr

gutem Zustand ankamen. Die Fische schmeckten durchaus wie frische Fische, obwohl sie in Salzlake gefroren waren. Es werden zurzeit Versuche angestellt, die Haltbarkeit der gefrorenen Fische nach noch längerer Zeit zu ermitteln. Wenn auch hierbei gute Ergebnisse erzielt werden, so wird dieses neue Verfahren für den Fischexport der nordischen Länder von außerordentlicher Bedeutung werden. Zur Verwertung der Patente von *Ottesen* wurde vor kurzem in Kopenhagen eine Aktiengesellschaft mit einem Kapital von 100 000 Kronen gegründet. S.

Über ein neues Kohlenoxyd. Durch vollständiges Anhydrieren von Mellitsäure durch sechsstündiges Erhitzen mit viel Benzoylchlorid am Rückflußkühler gelang es *H. Meyer* und *K. Steiner*, ein neues Kohlenoxyd herzustellen, das genau 50 % Kohlenstoff und 50 % Sauerstoff enthält. Die neue Verbindung, die die Formel C_{12}O_9 hat, läßt sich aus viel siedendem Benzoylchlorid umkristallisieren. Die Substanz ist in kaltem Wasser fast unlöslich; beim Erwärmen geht sie unter Wasseraufnahme in Mellitsäure ($\text{C}_{12}\text{H}_6\text{O}_{12}$) über. Das Kohlenoxyd läßt sich bei 160° unverändert trocknen; es ist nicht hygroskopisch und sehr beständig. Beim Erhitzen auf Temperaturen über 320° färbt es sich dunkel und versprüht bei weiterem Erhitzen auf dem Spatel unter Erglühen; schließlich verbrennt es mit rußender, dunkelroter Flamme. Im Vakuum ist es sublimierbar. Weitere Angaben über diese interessante Substanz werden Verfasser demnächst veröffentlichen. (*Berichte d. Dt. Chem. Gesellschaft* 1913, S. 813.) S.

Was aßen die Ägypter vor 5000 Jahren? In der Abteilung 8 der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien berichtete *F. Netolitzky* über Heil- und Nahrungsmittelreste in altägyptischen Hockerleichen, die von einem Gräberfelde bei Girga in Oberägypten bei der „*Heart Egyptian Expedition*“ von Dr. *Reisner* und Prof. Dr. *Smith* geborgen waren und sich so gut erhalten hatten, daß der Darminhalt auf Nahrungsreste untersucht werden konnte. Als Nahrung dienten, wie genau bestimmt wurde, die Fische *Tilapia nilotica* und *Barilius niloticus*, von Säugetieren die Maus. Auch die heutige ägyptische Jugend nährt sich z. T. von Mäusen und Fischkonserven, deren Knochenrückstände dieselben sind, wie sie sich in den 5000 Jahre alten Leichen fanden. Pflanzennahrung lieferte die Gerste, die Erdmandel sowie eine Hirseart. Auch eine Heilpflanze, die unserem Boretsch gleicht, konnte nachgewiesen werden. Zu bemerken ist noch, daß der Nachweis der Pflanzen an den Kieselskeletten der Zellen in erster Linie ermöglicht wurde. (*Chem. Ztg.* 118, 1201 f.) —z.

Berichtigung.

In der Abwehr des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien gegen die Angriffe seines Ausschußmitgliedes und wissenschaftlichen Mitarbeiters Prof. Dr. *Steuer* hat die Druckerei nach Erteilung des Imprimatur einen sinnstörenden Druckfehler verschuldet. Es soll auf S. 65, Zeile 26 v. o. heißen: zwei weiße Kolonnen (nicht: zwei große Kolonnen).

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED
MAR 8-1914
U. S. Department of Agriculture

Heft 8.

20. Februar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die grünen Pflanzen. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn*. S. 169.

Die Züchtung menschenpathogener Mikroorganismen nicht bakterieller Natur. Von *Dr. W. Frei, Göttingen*. S. 175.

Die Red Beds. Von *Dr. Carl L. Henning, Denver*. S. 177.

Der Dieselmotor. Von *Dr. H. Arnold, Berlin*. S. 180.

Zuschriften an die Herausgeber:

Berichtigung. Von *Prof. Dr. R. Kremann, Graz*. S. 185.

Besprechungen. S. 185.

Astronomische Mitteilungen. S. 192.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG UND BERLIN

Julius von Wiesner

Die Rohstoffe des Pflanzenreiches

Versuch einer technischen Rohstofflehre des Pflanzenreiches

Zweite, gänzlich umgearbeitete und erweiterte Auflage

Unter Mitwirkung von Max Bamberger in Wien; Wilh. Figdor in Wien; F. R. v. Höhnelt in Wien; T. F. Hanousek in Wien; F. Krasser in Wien; F. Lafar in Wien; Karl Linsbauer in Wien; K. Mikosch in Brünn; H. Molisch in Prag; A. E. v. Vogl in Wien; K. Wilhelm in Wien und S. Zeisel in Wien

Gr. 8. 2 Bände. M. 60.—; in Halbfranz gebunden M. 66.—

I. Band. Mit 153 Figuren im Text. (XI und 795 S.) M. 25.—; in Halbfranz gebunden M. 28.—

II. Band. Mit 297 Figuren im Text. (VI und 1071 S.) M. 35.—; in Halbfranz gebunden M. 38.—

Aus den Besprechungen:

Für eine derartige Arbeit ist auch das vorliegende ausgezeichnete Werk ein anschauliches Beispiel und ein vorzügliches Hilfsmittel . . . Durch die Zuverlässigkeit seiner Angaben und die sorgfältige Benutzung der Literatur wird das Werk vorwiegend auch dem Lehrer ein wichtiges Hilfsmittel zur Ergänzung seiner Vorlesungen sein. Verschiedene Stichproben, die der Berichtersteller gemacht hat, haben ihn alsbald von dem großen Werte dieses Hilfsmittels überzeugt.

Zeitschr. für phys. Chemie.

Was wir beim Beginn des Werkes bereits hervorgehoben haben, können wir hier zum Schluß nur wiederholen; es ist ein unentbehrliches Handbuch für jeden, der sich mit der Untersuchung der technisch wichtigen Pflanzenstoffe beschäftigt und ein Nachschlagewerk, das nur selten im Stiche lassen wird.

Botanische Jahrbücher.

Mit den vorliegenden Lieferungen hat dieses hervorragende Werk, das wir wiederholt besprochen haben, seinen Abschluß gefunden. Der Nutzen des Werks mag für den Botaniker recht bedeutend sein, noch höher möchten wir ihn aber für den Chemiker, Techniker und Industriellen anschlagen. — Wer sich über ein Spezialgebiet näher orientieren will, findet vollständige Literaturangaben; auch die trefflichen Abbildungen sind auf das rühmendste hervorzuheben.

Die Umschau.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop, Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megalocephala* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Jul. Springer, Berlin: Seite III u. IV
Verlag Unesma G.m.b.H., Leipzig: Seite III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

20. Februar 1914.

Heft 8.

Die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die grünen Pflanzen.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Zur direkten Ausnutzung der strahlenden Energie, die die Erde von der Sonne enthält, sind nur die grünen Pflanzen befähigt. Sie verwenden die Sonnenstrahlung zur Synthese von Zucker und sind durch diese Form der „autotrophen“ Ernährung von der Zufuhr vorgebildeter organischer Substanz unabhängig, deren alle anderen — heterotrophen — Organismen zum Leben bedürfen.

Je größer der Anteil der Gesamtstrahlung ist, den die grünen Pflanzen beim Aufbau organischer Substanz verwerten, eine um so größere Menge heterotropher Organismen: Bakterien, Pilze und Tiere (einschließlich des Menschen) finden auf einem gegebenen Flächenraum hinreichende Nahrung.

Die Zahl, welche den „Nutzeffekt“ angibt, mit dem die Sonnenenergie in der Photosynthese des Zuckers ausgenutzt wird, würde — wenn es sich um eine Konstante handelte — die Berechnung der Gesamtmenge der Nahrung erlauben, die auf der Erde überhaupt von heterotrophen Wesen umgesetzt werden könnte. Diese Zahl und ihre eventuelle Abhängigkeit von äußeren und inneren Bedingungen ist also von größtem allgemein-biologischen Interesse.

Um sie angeben zu können, muß man einerseits für eine gewisse Fläche die Größe der Einstrahlung pro Zeiteinheit kennen und andererseits die Menge des photosynthetisch aufgebauten Zuckers. Für den letzteren Wert kann man auch die Menge des bei diesem Prozeß frei werdenden Sauerstoffs oder der verbrauchten Kohlensäure einsetzen, denn auf je 1 g CO₂, die verbraucht wird, werden 0,682 g Zucker gewonnen, und der Produktion von 1 g Sauerstoff entspricht eine Synthese von 0,937 g Zucker.

Um den Grad der Ausnutzung der Sonnenstrahlung angeben zu können, muß man erstens die Intensität der Strahlung kennen, die die grünen Blätter einer Pflanze trifft, und zweitens die Menge organischer Substanz, die sie in einer bestimmten Zeit, für die die Strahlung bekannt ist, bilden.

Die Frage, wie groß die Energiemenge ist, welche der Erde von der Sonne aus zugestrahlt wird, ist seit langem Gegenstand zahlreicher Untersuchungen der Astronomen und Physiker. Es handelt sich für diese Disziplinen einerseits um das schwierige Problem, die Strahlungsinten-

sität zu bestimmen, welche an der äußeren Grenze der Erdatmosphäre herrscht, andererseits um die — für die Astronomie, Meteorologie und Biologie gleich interessante — Frage, ob die Intensität der Sonnenstrahlung, die *Solarkonstante*, periodische oder unperiodische Änderungen erfährt.

Für die Frage, welche uns hier beschäftigt, brauchen wir die endgültige Lösung dieser wichtigen Probleme nicht abzuwarten, vielmehr geben uns die experimentellen Daten über die wirkliche Intensität der Sonnenstrahlung am Boden des Luftmeeres, welche den Astronomen und Physikern nur als Material zur theoretischen Verarbeitung dienen, gerade das, was uns interessiert, nämlich die Energiemenge, welche in den Bereich der Flora gelangt, mit deren Hilfe die assimilierenden Pflanzenorgane die Kohlensäure der Luft reduzieren und so in letzter Linie alle organische Substanz aufbauen, die es auf der Erde gibt, mit einziger Ausnahme jener geringen Beträge, die durch einige Bakterien mit anorganischem Oxydationsmaterial geliefert werden und ebenso theoretisch interessant wie praktisch belanglos sind.

Die Menge Sonnenenergie, welche der Erdoberfläche zugestrahlt wird, wird ausgedrückt in Grammkalorien (cal) pro 1 cm² und Minute, und dieser Wert ist zunächst an verschiedenen Orten zur Mittagsstunde bei klarem Himmel bestimmt worden. Die längsten Beobachtungsreihen liegen aus *Montpellier* (43° 36' N. Br.) vor, wo von 1883 bis 1900 an allen geeigneten Tagen um Mittag die Messung der Gesamtstrahlung ausgeführt wurde. Der höchste Wert, der hierbei gemessen wurde, betrug 1,6 cal pro cm² Min. Die Mittelwerte der einzelnen Monate liegen zwischen 1,01 (Dezember) und 1,16 (April) und das Mittel der ganzen Periode ergibt 1,10 cal pro cm² Min. Im botanischen Garten in *Kew* (51° 28' N. Br.) sind in den Jahren 1900 und 1901 eine Reihe ähnlicher Messungen von *Brown* und *Escomb* ausgeführt worden, mit denen wir uns noch mehrfach zu beschäftigen haben werden. Es ergaben sich dabei Zahlen, die selbst bei vollem Sonnenschein, erheblich hinter den Werten von *Montpellier* zurückblieben. Das Maximum (17. Juli 1900) betrug nur 1,019 cal, also kaum mehr als das Minimum in *Montpellier*, und die übrigen Werte aus Juni und Juli liegen zwischen 0,932 und 0,972 cal.

Aber auch diese Zahlen sind noch zu groß, um der Berechnung jener Energiemengen zugrunde gelegt werden zu können, die den Pflanzen zugestrahlt werden, denn klarer Himmel, d. h. 100 %

Sonnenschein, ist — besonders in unseren Breiten — etwas Seltenes. Wie stark die Menge der zugestrahlten Energie durch die Bewölkung herabgedrückt wird, mögen einige Beispiele aus *Kew* zeigen, in denen die Sonnenstrahlung um die Mitte des Tages durch längere Zeit bei verschiedener Bewölkung bestimmt wurde.

Datum.	Versuchsdauer in Stunden	Sonnenschein in %	Strahlung pro cm ² Min. in cal
19. Juli 1901 . . .	1.26	75	0.533
17. „ 1901 . . .	2.59	76	0.499
15. „ 1901 . . .	0.90	70	0.393
25. Juni 1901 . . .	4.30	46	0.246

Die Strahlungsmessungen zur Bestimmung der Solarkonstante werden nur bei klarem Himmel angestellt, für biologische Zwecke ist aber gerade die Kenntnis der Strahlungsintensität bei mittlerer Bewölkung am wichtigsten. Es sind darum für uns besonders wertvoll die langjährigen Messungen der optischen Helligkeit, die *L. Weber* in *Kiel* ausgeführt hat, und in denen der Einfluß der Bewölkung voll zur Wirkung kommt.

Man kann mit hinreichender Genauigkeit die Werte für die optische Helligkeit, die in Meter-Hefner-Kerzen (M. H. K.) bestimmt ist, umrechnen auf Wärmeeinheiten pro cm² Minute unter der Annahme, daß einer optischen Helligkeit von 100 000 M. H. K. eine Einstrahlung von 0,9 cal pro cm² Minute entspricht. Wenn man nur Wellenlängen bis zu 1 μ Länge berücksichtigt, die schon dem Ultrarot angehören (Grenze der sichtbaren bei etwa 0,76 μ), so bekommt man die folgenden Werte für die wirklich der Flora zugestrahlte Menge Sonnenenergie für *Kiel* um Mittag unter Berücksichtigung der Bewölkung:

	optische Helligkeit in M. H. K.	zugestrahlte Energie in cal pro cm ² Minute
22. Juni	51 300	0,462
22. Mai und 22. Juli . .	46 800	0,422
22. April und 22. August	35 500	0,320
22. März u. 22. September	25 700	0,232
22. Februar u. 22. Oktober	15 900	0,143
22. Januar u. 22. November	8 500	0,0765
22. Dezember	4 800	0,0433

Die Zahlen für die Einstrahlung im Juni und Juli stimmen gut zu den Bestimmungen, die bei Bewölkung in *Kew* ausgeführt wurden. Zur Ergänzung der Durchschnittswerte für *Kiel* seien die Zahlen für die höchste und niedrigste Gesamtstrahlung angegeben. Es wurden beobachtet Maximum: 5. Juli 154 300 M. H. K. = 1,39 cal pro cm² Minute; Minimum: 12. Dezember 655 M. H. K. = 0,0059 cal pro cm² Minute. Diese Werte verhalten sich wie 1:235. Aus

den Werten für *Kiel* hat *Hertsprung*¹⁾ die Energiemenge berechnet, welche im Laufe eines ganzen Tages von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang einem Quadratmeter einer horizontalen Fläche zugestrahlt wird, und diese Zahlen sind die Grundlage für unsere Betrachtungen über die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch die Vegetation.

Zugestrahlte Energiemenge für einen Tag von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang in *Kiel* in Kilogrammkalorien pro m²:

22. Juni	2060 Kal
22. Juli und Mai	1835 „
22. August und April	1350 „
22. September und März . . .	895 „
22. Oktober und Februar . . .	485 „
22. November und Januar . . .	205 „
22. Dezember	50 „

Die Energiemenge, welche an einem Tage zur Zeit des Sommersolstitiums zugestrahlt wird, ist 41 mal so groß wie die, welche die Erde bei *Kiel* im Wintersolstitium erhält.

Durch lineare Interpolation zwischen den um einen Monat entfernten Werten kann man die Energiezufuhr pro m² für die einzelnen Monate berechnen und erhält dann für *Kiel* die folgenden Zahlen:

	zugestrahlte Energiemenge in Kal pro m ²
22. Dezember — 22. Januar . .	3 950
22. Januar — 22. Februar . . .	10 650
22. Februar — 22. März	19 400
22. März — 22. April	34 000
22. April — 22. Mai	48 500
22. Mai — 22. Juni	60 200
22. Juni — 22. Juli	60 200
22. Juli — 22. August	48 500
22. August — 22. September . .	34 000
22. September — 22. Oktober . .	19 400
22. Oktober — 22. November . .	10 650
22. November — 22. Dezember . .	3 950
Jahressumme	353 400

Demnach beträgt die ganze Zustrahlung pro m² horizontale Fläche im Jahr 353 400 Kal, wovon auf das Sommerhalbjahr vom 22. März bis 22. September 285 400 Kal entfallen, auf das Winterhalbjahr nur 68 000, so daß das Verhältnis der Energiezufuhr in den beiden Halbjahren 1:4,2 ist.

Die Zahlen, die *Hertsprung* für den Nordpol, für *Kiel* und für den Äquator unter der Annahme einer gleich starken Bewölkung wie in *Kiel* berechnet hat, sind etwas niedriger als die Werte, die auf Grund direkter Strahlungsmessungen und Bestimmungen der Sonnenscheindauer gewonnen worden sind, doch dürften sie für biologische Betrachtungen die besseren sein. Ihre

¹⁾ Mitgeteilt in *A. Pütter*, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena, G. Fischer, 1909, p. 142—143.

Abweichung, die sie etwa um 32 % zu niedrig erscheinen läßt, beruht wesentlich darauf, daß sie nur die Strahlen von weniger als 1 μ Wellenlänge berücksichtigt. Ja, es wäre für die Frage nach der Ausnutzung der strahlenden Energie durch die Pflanzen vielleicht noch besser, nur den Energiegehalt des sichtbaren Spektrums in Ansatz zu bringen, da die in der Pflanze assimilatorisch wirksamen Strahlen alle dem sichtbaren Spektrum angehören. Zum Vergleich der Zahl für die Gesamtstrahlung pro m² und Jahr in Kiel nach *Hertsprung* seien hier einige Daten für andere Orte nach *Westmann*¹⁾ mitgeteilt. Der vorletzte Stab der Tabelle gibt die Strahlung auf eine zur Richtung der Strahlen senkrechte Fläche, der letzte Stab die uns wesentlich interessierende Strahlung auf die horizontale Fläche.

Ort	N. Br.	Jahressumme der Strahlungsintensität der Sonne in 1000 Kal pro m ²	
		für eine normale Fläche	für eine horizontale Fläche
Nordpol ²⁾	90° 0'	—	176
Treurenberg	79° 55'	536	168
Stockholm	59° 20'	1022	519
Kiel ²⁾	54° 20'	—	353
Potsdam	52° 23'	987	539
Warschau	52° 13'	864	509
Wien	48° 15'	973	523
Montpellier	43° 36'	—	718
Washington	38° 54'	—	832
Äquator ²⁾	0° 0'	—	701

Über die prozentuale Ausnutzung der zugestrahlten Sonnenenergie liegt nur eine Untersuchung vor, in der gleichzeitig die direkte Messung der Gesamtstrahlung und die Bestimmung der aus der Luft aufgenommenen Kohlensäure ausgeführt worden ist, das ist die gründliche Studie, die *Brown* und *Escomb*³⁾ über diesen Gegenstand gemacht haben.

In den Versuchen, in denen der Kohlensäuregehalt der Luft etwa 3 auf 10 000 betrug, wie in der freien Atmosphäre, betrug die Ausnutzung der zugestrahlten Energie 0,27 bis 1,67 %. Die Versuche erstreckten sich auf vier Pflanzenarten und ergaben folgende Werte für die prozentuale Ausnutzung:

¹⁾ *J. Westmann*, Sonnenscheindauer und Insolation in Stockholm und auf Häfringe (in Upsala). Ref. Meteorolog. Zeitschr. Bd. 29, 1912, p. 489.

²⁾ Nach *Hertsprungs* Schätzung unter Ausschluss der Strahlung von > 1 μ Wellenlänge.

³⁾ *H. T. Brown* and *F. Escomb*, researches on some of the physiological processes of green leaves, with special reference to the interchange of energy between the leaf and its surroundings. Proceed. of the Roy. Soc. of London, Serie B, Vol. 76, 1905, p. 29—111.

<i>Polygonum Weyrichii</i>	0,49—1,67 %
<i>Tropaeolum majus</i>	0,78—1,35 %
<i>Petasites albus</i>	1,14—1,28 %
<i>Helianthus annuus</i>	0,27—0,66 %

Die großen Differenzen zwischen den Werten, welche für dieselbe Pflanzenart gefunden wurden, erklären sich dadurch, daß schon bei mittlerer Beleuchtungsintensität die Kohlensäure der normalen Luft oder die Temperatur im Minimum sind, d. h. als begrenzende Faktoren jede weitere Steigerung der Assimilation bei stärkerer Beleuchtung unmöglich machen.

Selbst wenn das direkte Sonnenlicht durch einen rotierenden Sektor auf $\frac{1}{2}$ seiner Intensität geschwächt wird, ist es nach *Brown* und *Escomb* immer noch im Überschuß vorhanden. Wurde die Lichtintensität auf $\frac{1}{12}$ herabgedrückt, so betrug die Assimilation bei einer Einstrahlung von 0,041 cal pro cm² Minute noch immer 0,000 34 Kubikzentimeter Kohlensäure, was einer Energiemenge von 0,0017 cal entspricht und eine Ausnutzung von 4,15 % der zugestrahlten Energie bedeutet.

Diese Daten gelten für die Ausnutzung der Sonnenenergie in kurz dauernden Versuchen für eine kleine Zahl von Pflanzen. Dabei sind die Versuche derart geleitet, daß die Strahlung, deren Intensität zur Zeit der Versuche direkt gemessen wurde, nur ein Blatt durchsetzt, während in der Natur das Licht, das ein Blatt passiert hat, noch ein zweites und drittes treffen kann.

Es wäre nun von Interesse zu erfahren, welchen Anteil der Sonnenstrahlung, die der Flächeneinheit zugestrahlt wird, in der freien Natur zur Synthese organischer Substanz Verwendung findet.

Die Produktion organischer Substanz durch die Kulturgewächse, über deren Umfang wir durch zahlreiche Untersuchungen unterrichtet sind, kann als Material für eine derartige Berechnung dienen. Wir können dabei ausgehen von der Produktion organischer Substanz durch unsere Getreidegräser.

Am Ende der Vegetationsperiode, wenn das Korn geerntet wird, sind drei Komponenten zu berücksichtigen, aus denen sich die Gesamtproduktion berechnen läßt: die Körner, das Stroh und die Wurzelsysteme, die als Ernterückstände im Boden zurückbleiben. Über die Menge der beiden ersten Posten haben wir ein gewaltiges Zahlenmaterial, denn sie stellen ja den Erntertrag dar. Auch über die Ernterückstände liegen Zahlen vor. Haben wir in den Erntemengen einschließlich der Rückstände wirklich ein Maß für die Produktion an organischer Substanz?

Zunächst wird — wir denken an Sommer-saat — dem Boden das Saatgut zugeführt, dessen organische Substanz mit Hilfe der Sonne des Vorjahres aufgebaut ist; aber hiervon blieb nur sehr wenig übrig, den größten Teil veratmet der Keim bis zu der Zeit, wo er durch seine Assimilationsorgane synthetisch Zucker zu bereiten an-

fängt; der kleinere Teil ist zu dieser Zeit in der Substanz des Keimpflänzchens enthalten. Die Menge des Saatgutes pro Hektar kann man bei unseren Getreidearten nicht höher als 180 kg rechnen, wovon etwa $\frac{1}{2}$ bei der Keimung veratmet werden, so daß, wenn die autotrophe Ernährung einsetzt, etwa 60 kg pro Hektar oder 6 g pro m² vorhanden sind, die einen Brennwert von etwa 22 Kal repräsentieren. Diese Menge ist also nicht mit Hilfe der Sonnenenergie des Jahres produziert, das wir betrachten wollen. Nun aber atmet die Pflanze weiter, zwar weniger intensiv als der Keimling, je größer sie wird, aber doch mit merklicher Intensität, die am Tage durch die weit überwiegende Assimilation der Kohlensäure äußerlich verdeckt wird, in der Nacht zu einer wirklichen Kohlensäureabgabe unter Sauerstoffverbrauch führt, aber stets, bei Tag und Nacht, mit Verbrauch organischer Substanz verbunden ist, die von der Pflanze hergestellt wurde und in der Ernte nicht erscheint.

Blackman und Matthaei¹⁾ fanden das Verhältnis der Atmung zur Assimilation

	für Kirsch- lorbeer	für Sonnen- blume
bei 19° C. . . .	1:8,9	1:7,8
bei 30° C. . . .	1:7,2	1:16

Setzen wir die Atmung nur mit $\frac{1}{10}$ der Assimilation in Rechnung und bedenken, daß sie dauernd vor sich geht, während die Assimilation nur höchstens 16 Stunden lang wirkt, so beträgt die täglich veratmete Menge organischer Substanz 24 Teile gegen $16 \times 10 = 160$ assimilierten Substanz, d. h. die veratmete Substanz beträgt etwa 15 % der Gesamtproduktion (mindestens).

Um diesen Betrag müssen wir die geerntete Substanzmenge vergrößern, wenn wir die tatsächlich durch Photosynthese entstandene Substanzmenge ermitteln wollen.

Noch einen Substanzverlust erleidet das Korn vor der Ernte: das ist der Verlust an Pollen, der vom Winde verweht wird und nur zum geringsten Teil bei der Befruchtung Verwendung findet. Über seine Menge im Vergleich zur Menge der geernteten Substanz fehlen Zahlenangaben, doch kann es sich hier nur um einen Verlust von der Größenordnung eines Promille handeln.

Zu diesen normalen Verlusten an organischer Substanz durch Veratmung und Blüte kommen die gelegentlichen und in ihrer Größe nicht abschätzbaren Verluste durch mehr oder weniger zufällige und vermeidbare äußere Schädigungen, die besonders bei dem Betriebe im großen die Erträge stets etwas kleiner erscheinen lassen werden, als sie es theoretisch sein könnten, und die, auf kleinen Versuchspartzen zum Teil vermieden, deren Erträge höher erscheinen lassen als die großer Felder.

¹⁾ Blackman and Matthaei, Experimental researches in vegetable assimilation and respiration, IV, Proceed. of the Royal Soc., Ser. B, Vol. 76, 1905, p. 402—460.

Wir hätten also nur einen Faktor, der uns die Produktion an organischer Substanz während einer Vegetationsperiode zu groß erscheinen lassen könnte: den Anteil des Saatgutes, der bei Beginn der autotrophen Ernährung noch vorhanden ist, und dieser beträgt nur etwa 22 Kal pro m², ein Wert, der, wie wir sehen werden, gegen die Größe der Produktion ganz verschwindet.

Dagegen gibt die Ernte an organischer Substanz (einschließlich der Wurzelsysteme) einen zu geringen Wert für die Synthese organischer Verbindungen durch die grüne Pflanze, und wir müssen eine Korrektur von 15 % anbringen, um dem Verlust an Substanz in der Atmung Rechnung zu tragen.

Voraussetzung aller dieser Betrachtungen ist — was besonders betont werden soll —, daß die Pflanze keine nennenswerten Mengen vorgebildeter organischer Substanz aus dem Boden entnimmt, und daß sie keine organischen Substanzen als Ausscheidungen an den Boden abgibt, bzw. daß diese beiden Prozesse, wenn sie überhaupt vorhanden sind, sich gegenseitig ausgleichen.

Die Rechnung gestaltet sich ganz einfach: Aus dem landwirtschaftlichen Kalender können wir die Zahlen für außergewöhnlich hohe Ernterträge von Körnern und Stroh entnehmen, wie sie in Deutschland bei Anbau größerer Flächen beobachtet worden sind (für kleine Versuchspartzen sind die erreichbaren Zahlen noch höher).

Die Zusammensetzung der geernteten Stoffe ist gleichfalls aus den Analysentabellen zu entnehmen. Für unsere Betrachtung spielt die Verdaulichkeit, die Ausnutzbarkeit, gar keine Rolle, es kommen vielmehr alle produzierten Stoffe, ob verdaulich ob unverdaulich, mit ihren Verbrennungswärmen in Ansatz, denn die Verbrennungswärme ist ja das Maß für die Menge Sonnenenergie, die mindestens hat aufgewendet werden müssen, um die Synthese des betreffenden Stoffes zu ermöglichen. Es ist also für diese Betrachtung die Produktion von Cellulose ebenso wertvoll, wie diejenige von Stärke.

In den folgenden Rechnungen ist stets in Ansatz gebracht:

- 1 g Rohprotein mit 4,8 Kal,
- 1 g Rohfett mit 9,2 Kal,
- 1 g stickstofffreie Extraktstoffe mit 4,0 Kal,
- 1 g Rohfaser mit 4,0 Kal.

Die Eiweißstoffe sind nicht mit ihrer vollen Verbrennungswärme von 5,92 Kal angesetzt, sondern nur mit der Energiemenge, die nötig ist, um den stickstofffreien Anteil zu verbrennen, wobei aller Stickstoff als Ammoniak übrig bleibt¹⁾, denn die Pflanze nimmt den Stickstoff größtenteils in Form von Ammoniak (NH₃) auf.

Für die Ernterückstände sind die Werte benutzt, die Weiske und Werner in Proskau fanden,

¹⁾ Siehe Pütter, Vergleichende Physiologie, Jena, G. Fischer, 1911, p. 57.

wonach bei einer guten Mittelernste an *organischer Trockensubstanz* (aschefreie Substanz) im Boden verbleiben:

	pro Hektar:
Weizen . . .	2669 kg
Roggen . . .	4044 „
Gerste . . .	1802 „
Hafer . . .	2111 „

Der Brennwert der organischen Trockensubstanz der Wurzelsysteme wurde mit 3,6 Kal pro 1 g angesetzt.

Für die ungewöhnlich hohen Erträge wurde auch die Menge der Ernterückstände entsprechend dem vermehrten Gewicht von Stroh und Körnern umgerechnet. Danach stellt sich die Rechnung, z. B. für den Weizen, folgendermaßen: Als außergewöhnlich hohen Erntertrag gibt der Landwirtschaftliche Kalender¹⁾ für Sommerweizen, bei einer Vegetationsdauer von 18—21 Wochen:

Körner	4700 kg pro ha,
Stroh	9000 kg pro ha,

und die Ernterückstände, die an organischer Trockensubstanz beim Weizen 29—30 % des Gewichts von Körnern und Stroh ausmachen, betragen

pro Hektar 4050 kg.

Der Brennwert von 1 kg Korn berechnet sich zu 3,59 Kal, derjenige von 1 g Stroh zu 3,45 Kal, für 1 g organische Trockensubstanz der Ernterückstände zu 3,6 Kal.

Es beträgt also der Brennwert der organischen Substanz, die am Ende der Vegetationsperiode vorhanden ist:

$$\begin{aligned} 4,7 \cdot 10^6 \cdot 3,59 &= 16,9 \cdot 10^6 \text{ Kal} \\ 9,0 \cdot 10^6 \cdot 3,45 &= 31,2 \cdot 10^6 \text{ „} \\ 4,05 \cdot 10^6 \cdot 3,6 &= 14,6 \cdot 10^6 \text{ „} \end{aligned}$$

62,7 · 10⁶ Kal pro Hektar

Oder auf 1 m² umgerechnet 6270 Kal. Die Menge der zugestrahlten Sonnenenergie beträgt während der Vegetationsperiode

für 18 Wochen 203 000 Kal,
für 21 Wochen 240 000 Kal,

pro m² also im Mittel 221 500 Kal, so daß sich eine Ausnutzung von 2,83 % ergibt, wenn man die Atmung nicht berücksichtigt, während die wirkliche Produktion (Atmung mit 15 % der Assimilation gerechnet) 3,26 % betragen würde.

In derselben Weise sind die Zahlen für Sommerroggen, die verschiedenen Arten der Gerste und für den Hafer berechnet.

Bei der Kartoffel wurde die Menge der Knollen und des Kartoffelkrautes als Ernte betrachtet, bei der Runkelrübe die Rüben und Blätter.

Es ergeben sich so die Zahlen, welche die folgende Tabelle enthält.

¹⁾ Mentzel u. v. Lengerke, Landwirtsch. Kalender 1910, I. Teil. Tabelle von E. Wollny, revid. von E. Remy, p. 81—87.

	mittlere zuge- strahlte Energie- menge pr. m ² in Kal	außerge- wöhnlich hoher Ernte- ertrag pro m ² in Kal	Aus- nutzung der Sonnen- energie in %	Aus- nutzung unter Be- rücksich- tigung der Atmung
Sommerweizen	221 500	6270	2,83	3,26
Sommerroggen	209 000	4670	2,25	2,60
Sommergerste .				
2zeilige . .	195 000	4375	2,25	2,60
4zeilige . .	154 000	3602	2,34	2,68
nackte . .	123 000	3930	3,20	3,68
Hafer	218 000	6270	2,87	3,31
Kartoffel . . .	250 000	6530	2,62	3,02
Runkelrübe . .	300 000	5500	1,84	2,12

Die Werte für die mögliche Ausnutzung der Sonnenenergie in sehr guten (ungewöhnlich hohen) Ernten, die aber *noch nicht das absolute Maximum darstellen*, das auf kleinen Versuchsfeldern erreicht worden ist, betragen danach bei den aufgeführten Kulturgewächsen unter Berücksichtigung der Atmung 2,12 % (Runkelrübe) bis 3,68 % (nackte Sommergerste). Im Mittel können wir sagen, daß in einer sehr guten Ernte (einschließlich der Ernterückstände) 3 % der Energiemenge erscheinen, die dem Felde während der Vegetationsdauer zugestrahlt wurde.

Eine ganz besonders hohe Ausnutzung der Sonnenstrahlung ergibt der Rotklee, auf den ich aus diesem Grunde hier noch eingehen möchte. Seine Vegetationszeit bis zur Mähreife beträgt nur 12 Wochen, so daß die Einstrahlung pro m² in dieser Zeit auf nicht mehr als 136 000 Kal veranschlagt werden kann. Eine ungewöhnlich hohe Ernte liefert 10 000 kg Heu, das pro 1 g einen Brennwert von 3,36 Kal aufweist. Sehr groß sind die Ernterückstände, die nach *Weiske* und *Werner* für einjährigen Rotklee pro Hektar 7829 kg organische Trockensubstanz liefern, deren Brennwert pro m² 2840 Kal beträgt. Die Gesamtproduktion — ohne Berücksichtigung der Atmung — stellt sich danach auf 6200 Kal pro m², was einer Ausnutzung von 4,55 % entspricht und bei Hinzurechnung der Atmung sogar eine Ausnutzung von 5,24 % ergeben würde.

Das ist eine ganz unerwartet hohe Ausnutzung, wenn man bedenkt, daß *Brown* und *Escomb* im direkten, kurzdauernden Versuch nur Zahlen fanden, die zwischen 0,27 und 1,67 % lagen. Im Widerspruch mit experimentellen Ergebnissen stehen die hohen Ausnutzungswerte nicht, denn durch die Versuche bei herabgesetzter Beleuchtung haben ja *Brown* und *Escomb* gezeigt, daß sicher mehr als 4 % der Gesamtstrahlung in der Photosynthese des Zuckers verbraucht werden können, ja unter günstigen Umständen 6 %. Die Vergleichung der Versuchsreihen von *Brown* und *Escomb* mit den Zahlen unserer Rechnung erfordert aber zunächst noch einige Korrekturen: wir hatten nur die Strahlung von weniger als 1 µ

Wellenlänge berücksichtigt, während in Kew die Gesamtstrahlung gemessen wurde. Das macht einen Unterschied von etwa 30 %, so daß die Ausnutzung der Getreidegräser nur 2,3 % betragen würde. In den Versuchen von *Brown* und *Escomb* ist die Atmung nicht berücksichtigt, die die Werte für die Ausnutzung im Versuch um 10 % erhöhen würde, so daß wir anstatt 1,67 % als höchsten Wert 1,84 % erhalten würden.

Trotzdem bleibt eine Differenz zugunsten der freien Natur, und es scheint erstaunlich, daß der *mittlere* Ertrag aller Kombinationen von Bedingungen bei hoher und niedriger Temperatur, bei Regenwetter, wolkigen und sonnigen Tagen, bei dämmerigem Morgen und Abend und hellem Mittag, wie sie in der freien Natur gegeben sind, einen *höheren* Wert ergeben sollte, als die Assimilation bei guter Beleuchtung und hoher Temperatur (17—21°) in den Versuchen der englischen Botaniker.

Zur Erklärung dieses scheinbaren Widerspruches muß man sich einen großen Unterschied zwischen den Assimilationsbedingungen im Versuch und in der freien Natur gegenwärtig halten, auf den schon kurz hingewiesen wurde: Im Versuch ist nur die Ausnutzung *eines* Blattes betrachtet, das ein Strahlenbüschel durchsetzt; in der Natur kann dagegen das Licht, das ein Blatt durchsetzt hat, noch von einem zweiten, vielleicht von einem dritten ausgenutzt werden. Der Absorptionskoeffizient der grünen Blätter beträgt nach Versuchen an einer ganzen Anzahl von Arten, die *Brown* und *Escomb* angestellt haben, im Mittel 0,71, d. h. 71 % des eingestrahnten Lichtes werden absorbiert, 29 % werden durchgelassen. Dieses durchgelassene Licht, das fast ein Drittel der ursprünglichen Intensität besitzt, würde noch einmal dieselbe Kohlensäureassimilation pro Flächeneinheit eines zweiten Blattes ermöglichen, wenn es dieselbe Zusammensetzung hätte, wie das unveränderte Sonnenlicht. Infolge der selektiven Absorption des Lichtes im grünen Blatt ist das nicht der Fall, vielmehr sind gerade die assimilatorisch wirksamsten Strahlen ausgelöscht, aber immerhin muß auch dieses veränderte Licht noch eine Kohlensäurereduktion ermöglichen. Die Wirkung der selektiven Absorption zeigen sehr gut die folgenden Zahlen, die *Brown* und *Escomb* für das Blatt von *Helianthus annuus* bestimmt haben; sie geben einerseits die wirkliche durchgelassene Strahlung für 1, 2 und 3 Blätter und andererseits die Mengen, die durch das zweite und dritte Blatt hindurchtreten würden, wenn keine selektive Absorption stattfände.

durchgelassene Strahlung		in Proz.	
Helianthus annuus	beobachtet	bei Abwesenheit	
		selektiver Absorption berechnet	
1 Blatt . .	31,3	—	
2 Blätter . .	17,4	9,7	
3 Blätter . .	11,6	3,0	

Die mehrfache Ausnutzung desselben Lichtbündels in der Natur erscheint unbedingt erforderlich, um die hohe Ausnutzung der Sonnenenergie durch die Kulturpflanzen zu erklären, denn wenn man sich die ganze Fläche des Ackers mit einer und nur einer Schicht assimilierender Blätter bedeckt denkt, so würde unter den Temperaturbedingungen, die unsere Breiten bieten, und bei dem geringen Kohlensäuregehalt der Luft die Ausnutzung eine sehr viel geringere sein müssen, *da Temperatur oder Kohlensäure im Minimum sein würden*. Die höchste Assimilation, die bei dem Kohlensäuregehalt von 3 auf 10 000, wie ihn die Luft bietet, beobachtet ist, betrug 0,94 g Kohlensäure pro m²-Stunde — ohne Berücksichtigung der Atmung, die auf 10 % zu veranschlagen ist —, also im ganzen wohl nicht mehr als 1,03 g Kohlensäure, was 0,703 g Zucker oder 2,67 Kal bedeutet. Bei einer mittleren Einstrahlung von 130 Kal pro m²-Stunde würde das eine Ausnutzung von 2,05 % bedeuten, und dabei wäre die *Kohlensäure im Minimum*. Eine solche Assimilation ist aber nach *Blackman* und *Matthaei* erst bei Temperaturen oberhalb 12,5 bis 13,0° C. möglich, unterhalb dieser Grenze ist die *Temperatur im Minimum* und gestattet z. B. bei 10° nur eine Assimilation von 0,9 g CO₂ oder 2,35 Kal, was einer Ausnutzung von 1,81 % entspricht. Besonders die hohen Werte für die Ausnutzung der Sonnenstrahlung durch den Rotklee dürften in einer gleichzeitigen Arbeit mehrerer Blattlagen wenigstens zum Teil ihre Erklärung finden, denn für eine solche sind gerade die dichten Bestände der Kleepflanzen besonders günstig. Hier erreicht sicher kein Lichtstrahl den Boden, ohne mehrere Blattflächen durchsetzt zu haben.

Nur an *eine* andere Möglichkeit wäre zur Erklärung der hohen Assimilationswerte der Kulturpflanzen noch zu denken: infolge der Kohlensäureproduktion des Bodens könnte zwischen den Halmen eines Kornfeldes, zwischen den Kartoffelstauden oder Kleepflanzen eine höhere Kohlensäurespannung bestehen, wie in der freien Atmosphäre, doch fehlen hierfür positive Anhaltspunkte.

Es ist bei den Berechnungen über die Ausnutzung der Sonnenenergie durch die grünen Pflanzen, die in diesen Blättern mitgeteilt sind, stets darauf Bedacht genommen, daß der Energiegehalt der Produktion nicht zu hoch geschätzt wurde und trotzdem ergeben sich für die Ausnutzung der Strahlung Werte, die bei der Runkelrübe mit 2,12 % am geringsten erscheinen, für die Getreidegräser und die Kartoffel zwischen 2,60 und 3,68 % liegen, und beim Rotklee gar 5,24 % erreichen.

Es wäre von Interesse, entsprechende Berechnungen, wie sie hier mit Durchschnittszahlen ausgeführt sind, für die maximalen Erträge kleiner Versuchspartzen durchzuführen, wobei die Ernterückstände direkt zu bestimmen wären, und auch für die Zusammensetzung bzw.

den Brennwert von Körnern, Stroh und Ernterückständen die Werte direkter Analysen eingesetzt werden könnten.

Es wäre ferner wichtig, Versuche zu machen, bei denen die Intensität der Sonnenstrahlung direkt gemessen und die Ausnutzung bestimmt wird, wenn nicht nur eine Blattfläche dem Strahlenbündel ausgesetzt ist, sondern wenn das Licht nacheinander zwei, drei, vier Blätter durchdringen kann. Solche Versuche würden voraussichtlich die hohen Ausnutzungswerte ergeben, die wir durch Vergleich der Ernteerträge mit der zugestrahlten Sonnenenergie erhielten.

Sollte auch in derartigen Versuchen die Ausnutzung hinter der für die Kulturpflanzen berechneten zurückbleiben, dann wäre es angezeigt, die Voraussetzung, auf der sich die hier mitgeteilten Rechnungen aufbauen, in Frage zu ziehen: die Voraussetzung, daß die grüne Pflanze unter den Bedingungen der Kultur im Felde keine merkbaren Mengen vorgebildeter organischer Substanz aufnimmt und verwertet.

Findet — entgegen den herrschenden Anschauungen — eine solche Aufnahme statt, so erscheint in der Ernte organische Substanz, die nicht mit Hilfe der Sonnenenergie aufgebaut ist, die während der Vegetationszeit dem Felde zugestrahlt wird, und es müßte hierdurch eine höhere Ausnutzung der Strahlen vorgetäuscht werden, als wie sie tatsächlich besteht.

Vorläufig liegt zu dieser Annahme kein Grund vor.

Die Züchtung menschenpathogener Mikroorganismen nichtbakterieller Natur.

Von Dr. W. Frei, Göttingen.

Die Infektionskrankheiten des Menschen werden durch Mikroorganismen hervorgerufen, die teils pflanzlicher, teils tierischer Natur sind, teils sich nicht ohne weiteres in eines der beiden Systeme einordnen lassen.

Die Züchtung der pflanzlichen Krankheitserreger — hauptsächlich kommen die Bakterien in Betracht — im künstlichen Nährboden ist schon seit langem Allgemeingut der Medizin, die Züchtung der übrigen aber zum größten Teil eine Errungenschaft der letzten Jahre.

Zuerst gelang die Kultur einiger tierpathogener Mikroben. Im Jahre 1903 berichteten Neal und Novy über die auf einem Gemisch von defibri-niertem Kaninchenblut und Nähragar gelungene Züchtung des *Trypanosoma lewisi*, eines im Rattenblut schmarotzenden — allerdings kaum pathogenen — Flagellaten und bald darauf über die des *Trypanosoma brucei*, des Erregers afrikanischer Tierseuchen.

Auch menschenpathogene verwandte Protozoen, die *Leishmanien*, konnten später auf diesem Nährboden, den Nicolle durch Weglassen verschiedener Zusätze vereinfachte und zugleich verbesserte (so-

genannter N. N. N.-Agar), gezüchtet werden. Für einen Teil von ihnen erwies sich eine andere Methode, mit der auch die ersten Erfolge erzielt worden waren, als geeigneter: die Fortzüchtung im menschlichen, die Krankheitskeime beherbergenden Milzsaft außerhalb des Körpers.

Im Jahre 1912 glückte es dann Thomson und Sinton (*Ann. of Trop. Med. and Parasit. Vol. VI, Nr. 3 B*), die bisher nicht züchtbaren Erreger der menschlichen *Trypanosomiasis*, der Schlafkrankheit, auf einem modifizierten Novy-Neal-Nicolleschen Agar¹⁾ zur Vermehrung zu bringen. Dasselbe gelang ihnen in einem flüssigen, menschliches Eiweiß enthaltenden Nährboden, zu dem sie, neben geringen Mengen Menschenblutes, Flüssigkeiten verwandten, die durch Punktion von Brusthöhlenergüssen gewonnen waren.

Auch über die Kultivierung anderer menschenpathogener Protozoen, der *Malariaparasiten*, wird in letzter Zeit viel berichtet. Das Verfahren ist von amerikanischer Seite (*Bass, Journ. Am. Med. Ass. 1911 u. 1912*) angegeben worden und besteht in einer Züchtung der Mikroorganismen in dem durch Aderlaß gewonnenen Blute des Kranken selbst, das in den roten Blutkörperchen die Krankheitserreger enthält. Das Blut, das unter strengster Asepsis entnommen und unter möglichster Vermeidung von Luftbeimengung behandelt werden muß, wird mit Dextrose versetzt, defibriniert, von Leukocyten befreit und bei einer Temperatur von 40° C. aufbewahrt. Unter diesen Umständen soll die im menschlichen Körper stattfindende ungeschlechtliche Entwicklung der Parasiten auch im Reagenzglase erfolgen. Weiterhin soll es auch durch Übertragen von Blut aus dem ersten Kulturröhrchen in ein zweites, das malariefreies Menschenblut enthält, gelingen, Tochterkulturen anzulegen. Die Ansichten über die Ergebnisse der Bassschen Methode, die von verschiedenen Seiten, in Deutschland zuerst von Ziemann (*Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1913, Nr. 11*), ausprobiert worden ist, sind geteilt. Allgemein wird zugegeben, daß im Reagenzglase eine Weiterentwicklung der Parasiten stattfindet. Während aber die meisten Untersucher meinen, daß es hierbei auch zur Bildung neuer Generationen komme, halten da Rocha-Lima und Werner (*Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1913, Nr. 16*) dies durchaus nicht für erwiesen. Sie vertreten im Gegenteil die Auffassung, daß eine solche Neubildung von Generationen nur dadurch vorgetäuscht werde, daß einige der Parasiten in der Entwicklung stehen bleiben und dann später für neu entstandene Jugendformen gehalten werden. Aber selbst wenn auch die einmalige Neubildung von Parasiten nachgewiesen würde, dürfte man nach

¹⁾ Verwendung von Rattenblut, das zur Verhinderung der Gerinnung mit Natriumcitrat versetzt wurde, an Stelle des defibrinierten Kaninchenblutes; halbstündiges Erwärmen des Blut-Agar-Gemisches bei 45° C. zur Zerstörung gewisser parasitenfeindlicher Bestandteile des Blutes.

ihrer Meinung erst dann von einer gelungenen Züchtung reden, wenn diese neue Generation sich ebenfalls noch entwicklungsfähig zeigen würde.

Diese neuesten Ergebnisse der Protozoenzüchtung erfreuen sich also noch nicht der allgemeinen Anerkennung. Dagegen ist die Züchtung anderer vielfach — aber durchaus nicht allgemein — zu den Protozoen gerechneter Mikroorganismen, der menschenpathogenen *Spirochaeten*, erfolgreicher gewesen.

Die größten Bemühungen hat man der von *Schaudinn* im Jahre 1905 entdeckten *Spirochaeta pallida*, dem Erreger der Syphilis, zugewandt. Zuerst gelang es *Schere-schewsky* in der Tiefe von halberstarrem Pferdeserum aus syphilitischen Gewebestückchen die Erreger zu züchten; er konnte sie aber nicht von den vorhandenen Begleitbakterien befreien. Die erste Reinkultur erhielt *Mühlens* in Pferdeserum, das durch Agarzusatz in einen festen Nährboden verwandelt wurde, mit Hilfe des zur Reinzüchtung von Bakterien verwandten Verdünnungsverfahrens. Später hat man dann meist die Eigenschaft der Spirochaeten, schneller als die Begleitbakterien von der Impfstelle aus in den beimpften Nährboden hineinzuwachsen oder gewisse Hartfilter zu durchwachsen, benutzt, um zu Reinkulturen zu gelangen. Der sichere Beweis dafür, daß es sich bei diesen Kulturen tatsächlich um die *Spirochaeta pallida* handelte und nicht etwa um andere Spirochaeten, wie sie häufig neben der *Pallida* im Ausgangsmaterial enthalten waren, wurde dann noch dadurch erbracht, daß es nach vielen vergeblichen Versuchen gelang, zunächst mit Mischkulturen und dann auch mit Reinkulturen (*Noguchi*) bei Kaninchen die typischen syphilitischen Veränderungen zu erzeugen.

Von *Noguchi* wurden in den letzten Jahren auch die Erreger anderer menschlicher Spirochaetenkrankheiten gezüchtet: die der *Pallida* sehr nahe verwandte *Spirochaete der Framboesie*, einer in vielen Tropenländern verbreiteten syphilisähnlichen Infektionskrankheit, und ferner die Erreger des Rückfallfiebers (*febris recurrens*), für die es bisher keine allgemein brauchbare Kultivierungsmethode gegeben hatte. (*Münchener Med. Wochenschrift* 1912, Nr. 36.) Als Nährboden für die letzteren diente ihm sterile Punktionsflüssigkeit von menschlichen Bauchhöhlenergüssen (*Ascites*). Die Spirochaeten vermehrten sich hierin bei Gegenwart von frischem tierischen Gewebe (Kaninchenniere), das durch sein Reduktionsvermögen die für das Spirochaetenwachstum nötige Sauerstoffarmut im Nährboden hervorruft. Neuerdings hat *Hata* (*Zentralbl. f. Bakt., Abt. I, Orig.* 1913, Bd. 72) das Kulturmedium durch Verwendung von normalem Pferdeblut erheblich vereinfacht. An Stelle des nur selten in geeigneter Qualität zur Verfügung stehenden *Ascites* gebraucht er verdünntes, halbgeronnenes Pferdeserum und an Stelle der Kaninchenniere,

zu deren Beschaffung immer gesunde Tiere getötet werden müssen, die beim Gerinnen des Pferdeblutes entstehende sogenannte Speckhaut.

Noguchi hat seinen für die Spirochaeten des Rückfallfiebers angegebenen Nährboden auch noch zur Züchtung anderer, bisher wenig erforschter menschenpathogener Mikroben verwandt, die zu den *filtrierbaren Infektionserregern* gehören. Man versteht hierunter keine einheitliche Gruppe von Mikroorganismen, sondern faßt mit dieser Bezeichnung alle — bekannten und unbekannten — Erreger von Infektionskrankheiten zusammen, die durch bestimmte, für Bakterien unter denselben Bedingungen undurchlässige Hartfilter mittels Über- oder Unterdruck hindurch befördert werden können. Hierzu gehören außer den Erregern der verschiedensten Tierkrankheiten die des Scharlachs, der Masern, der Pocken und viele andere mehr. Diese Mikroorganismen sind so klein, daß sie teilweise jenseits, teilweise nahe der Grenze mikroskopischer Sichtbarkeit liegen. Soweit sie mikroskopisch sichtbar sind, hat man sie *Strongyloplasmen* und einen Teil von jenen *Chlamydozoen* genannt. Die Stellung dieser Körperchen im System liegt noch nicht fest, ja teilweise ist ihre parasitäre Natur nicht einmal allgemein anerkannt. Darum ist hier die Gewinnung einer Reinkultur und deren erfolgreiche Verimpfung auf Tiere von besonderer Bedeutung.

Beides ist bei einigen tierpathogenen Arten bereits vor mehreren Jahren geglückt (*Peripneumonie der Rinder*, *Hühnerdiphtherie*, *Hühnerpest*), bei menschenpathogenen bis vor kurzem aber noch nicht. *Leber* (*Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig.*, Bd. 67, H. 1/2) vermochte zwar derartige bei einer harmlosen Hauterkrankung, dem *Molluscum contagiosum*, vorkommende Körperchen zu züchten, konnte aber den Beweis für ihre pathogene Bedeutung durch Impfversuche nicht erbringen.

Dagegen ist es *Noguchi* gemeinsam mit *Flexner* gelungen, den Erreger der *epidemischen Kinderlähmung* (*Poliomyelitis acuta*) zu züchten und mit den Kulturen und Tochterkulturen (bis zur zwanzigsten) bei Affen die Krankheit zu erzeugen (*Berliner klin. Wochenschr.* 1913, Nr. 37). Als Ausgangsmaterial dienten ihnen Gewebeteile vom Zentralnervensystem an der Krankheit gestorbenen Menschen und (experimentell infizierter) Affen. Die hierin befindlichen Erreger kamen in dem von *Noguchi* für die Rückfallfieber-Spirochaeten angegebenen Nährsubstrat unter anaeroben Bedingungen zur Entwicklung und ließen sich von da aus auch in festen Nährboden — dasselbe Substrat mit Agarzusatz — übertragen, in dem auch die Bildung von Einzelkolonien erfolgte. Die Kulturen bestanden aus runden, etwa $0,2\mu$ großen, d. h. nicht sehr weit von der Grenze der mikroskopischen Sichtbarkeit stehenden Körperchen, die auch im erkrankten Gewebe nachgewiesen werden konnten.

Auch über die Züchtung des gleichfalls zu dieser Gruppe von Mikroorganismen gehörenden Erregers der Tollwut hat *Noguchi* vor mehreren Monaten einige kurze Mitteilungen gemacht (*Berlin, klin. Wochenschrift 1913, Nr. 42*). Danach sollen ihm Kulturen und lange Reihen von Tochterkulturen in dem für die Poliomyelitis verwandten flüssigen Nährboden — und nur in diesem — gelungen sein. Makroskopisch war an ihnen kein Wachstum wahrzunehmen, bei mikroskopischer Betrachtung ihres Inhaltes konnte man aber verschiedenartige, zum Teil kaum sichtbare, zum Teil größere Körperchen erkennen. Viermal kamen in Kulturen, die vorher nur derartige Gebilde enthalten hatten, auch zahlreiche 1—12 μ große, kernhaltige Zellen zur Entwicklung. Diese waren ihrem Aussehen nach zum Teil absolut mit den von *Negri* im Zentralnervensystem wutkranker Tiere und Menschen nachgewiesenen Körperchen identisch, über deren Deutung die Meinungen bisher auseinandergegangen waren. Sowohl mit Kulturen der kleinen Körperchen wie mit solchen, die die großen Formen enthielten, gelang es *Noguchi*, bei Kaninchen, Meerschweinchen und Hunden typische Tollwut zu erzeugen.

Ungefähr zur selben Zeit wie *Noguchi* über die Züchtung des Poliomyelitiserregers hat *Fornet* über Kultivierungsversuche mit einem anderen filtrierbaren Virus, den Pocken, berichtet (*Berlin, klin. Wochenschr. 1913, Nr. 40*). Seine Versuche sind hauptsächlich mit Kälberlymphe, aber einmal auch mit dem Inhalt menschlicher Pockenpusteln ausgeführt. Während *Noguchi* bei seinen Experimenten, soweit das Material nicht von vornherein bakterienfrei war, durch Filtration die Begleitbakterien entfernte, hat *Fornet* dieselben durch Äther abgetötet, den er, bevor noch eine Schädigung des Pockenvirus eintrat, leicht wieder aus der Flüssigkeit entfernen konnte (zugleich ein neues Verfahren zur Konservierung der Lymphe). Derartig vorbereitete Lymphe brachte er in Nährlösungen und übertrug nach einiger Zeit geringe Mengen von diesen auf neue Nährböden und so fort. Er konnte dann mit dem Nährsubstrat — zuletzt noch nach neun Passagen — bisweilen positive Impferfolge am Kalbe und vereinzelt auch am Menschen erzielen, obwohl in den Kulturen makroskopisch kaum Wachstum wahrzunehmen war. Daß diese Erfolge etwa nur auf Anwesenheit von Spuren des Ausgangsmaterials beruhten, glaubt *Fornet* ausschließen zu können; denn das Ausgangsmaterial war bei weitem nicht mehr in solchen Verdünnungen wirksam, wie die Lösungen darstellten (1:1000 Billionen und mehr). Demnach mußte eine Vermehrung des Virus stattgefunden haben.

Diese war auffallenderweise von der Zusammensetzung des Nährbodens weitgehend unabhängig; denn es machte nach den Angaben *Fornets* anscheinend keinen Unterschied, „ob die Fortzüchtung in Bouillon, Serumbouillon oder

Gelatine, ob sie unter aeroben oder anaeroben Bedingungen erfolgt war“. Auch in Pferdeserum und in Agar ist sie seinem Berichte nach gelungen.

Bei mikroskopischer Betrachtung der Kulturen hat *Fornet* gleichfalls kleinste runde Körperchen gefunden, wie sie auch bereits von *Paschen* und *v. Prowazek* in der Kinderlymphe und bei Pockenfällen entdeckt worden sind.

Man kann annehmen, daß auf Grund dieser Arbeiten das Studium der filtrierbaren Infektionserreger mit erneutem Eifer aufgenommen werden wird. Sehr wertvoll wäre es dafür, wenn die Anregung *Löfflers* auf dem diesjährigen internationalen medizinischen Kongreß zu London, besondere Institute für das Studium der filtrierbaren Virusarten zu errichten und auszustatten, auf fruchtbaren Boden fiel.

Die Red Beds.

Von Dr. Carl L. Henning, Denver, Colo., U. S. A.

Zu den eigenartigsten geologischen Bildungen des nordwestlichen und westlichen Nordamerika gehören ohne Zweifel die den Foothills der Rocky Mountains oder, genauer gesagt, des Cordillerensystems, auf eine Länge von mehreren Hundert Meilen vorgelagerten roten Sandsteine, denen die amerikanischen Geologen den passenden Namen „Red Beds“ oder „Red Rocks“ gegeben haben. Besonders schön entwickelt sind sie in dem viel besuchten „Göttergarten“ (Garden of the Gods) bei Manitou, dann weiter nördlich davon im Perry Park und Roxborough Park (nahe Platte Cañon), ferner zwischen Platte Cañon und dem Städtchen Morrison (16 Meilen südwestlich von Denver) sowie im Park of the Red Rocks bei Morrison und an vielen anderen, nördlich von den genannten Stellen liegenden Punkten bis nach Wyoming, auch dort wunderbare Szenerien schaffend, die alljährlich Tausende von Touristen und Naturfreunden in diese „Naturparke“ locken. Auch im Staate New Mexico treten die Red Beds an zahlreichen Stellen vor den Foothills auf. Am Westabhang der Rockies sind sie im Gebiet der großartigen San Juan Mountains und weiter nördlich an den Ufern des Grand- und Green River, die nach ihrer Vereinigung den Colorado River bilden, in einer Mächtigkeit von vielen Hundert Fuß abgeschlossen und bilden eine weithin sichtbare Landmarke, in ihren grellen Farben zugleich dem ohnehin wunderbaren Landschaftsbild noch einen besonderen Reiz verleihend. Sie verschwinden unter jüngeren Gebilden mit dem Beginn der Colorado- und Utah-Desert, um westlich von den Wasatch Mountains, in Montana, Idaho und Britisch Nordamerika wieder aufzutreten und erreichen dann in Alaska ihre nördlichste Grenze. In der Humboldt Range und im Großen Becken (Great Basin) sowie in der Plateau-region von Britisch Columbia kommen sie in mächtiger Entwicklung vor und sind auch in der Sierra Nevada und in der Küstencordillere nachgewiesen.

Es ist leicht begreiflich, daß eine über ein so großes geographisches Gebiet verbreitete Bildung, die außerdem durch ihre mächtige Entwicklung selbst auf den

geologisch nicht gebildeten Laien einen nachhaltigen Eindruck machen muß, schon den Geologen, die sie zuerst erschauten, reichen Stoff zur Untersuchung und Altersbestimmung geben mußte. Mit der auf wissenschaftlicher Grundlage geführten Erforschung des westlichen Nordamerika, deren Anfänge in die Jahre 1868—1872 fallen, als *Ferd. V. Hayden* mit einem Stabe geschulter Geologen und mit der später von *Clarence King*, *S. F. Emmons* und *Arnold Hague* geleiteten epochemachenden „Exploration of the 40th Parallel“ beginnen denn auch die Red Beds ein engeres geologisches Forschungsgebiet zu werden und haben seit dieser Zeit eine immer mehr wachsende Literatur gezeitigt.

Hayden nahm seinerzeit an, daß die Red Beds eine Bildung der Triasperiode seien, fügte aber unter Vorbehalt hinzu, daß sie „zum Teil“ jurassisches Alter beanspruchen können. In bezug auf ihr Verhältnis zur Colorado Front Range, der Hochgebirgskette, war er der Ansicht, daß die Auffaltung dieser Kette ein „plötzliches und verhältnismäßig modernes Ereignis“ darstelle und folgerte weiter: „Aus der Textur der Red Beds und aus ihrer Position zu den sie unterteufenden granitischen Gesteinen gewinnen wir den Beweis, daß die Front Range während der Trias eine ungeheure Strandlinie darstellte, und daß die Sedimente der Red Beds auf der Basis gegen die Seiten der Granitkette hin abgelagert wurden.“ Eine speziellere Klassifikation der Red Beds in mehrere „Serien“ hat *Hayden* indessen nicht unternommen.

King dagegen unterschied drei Serien in Wyoming und im nördlichen Colorado. Die untere Serie besteht auf der Ostseite der Rockies aus roten Kalksteinen und rötlichen Sandsteinen, bei einer Mächtigkeit von ungefähr 50 m. Sie ist fossilienfrei und wird, nach ihm, hinsichtlich ihrer Bildung in das Paläozoikum verlegt. Über dieser Serie lagert eine hauptsächlich aus blauen, grauen und roten Kalksteinen bestehende Schicht in einer Mächtigkeit von ungefähr 250 m; sie ist fossilienführend und wurde von *King* dem Oberen Karbon (Pennsylvanian-Stufe) zugeteilt. Über dieser Serie lagern die triassischen Red Beds, als deren besonderes Charakteristikum *King* die scharf ausgeprägte Kreuzschichtung und Wellenfurchenschichtung (flow- and plunge structure) in deren oberem Lager hervorhebt; sie ist dagegen nicht bemerkbar, wo die Red Beds in unmittelbarem Kontakt mit archaischem Gestein sind.

Erst mit dem Erscheinen des Pikes Peak Folio des großen geologischen Atlases der U. S. Geological Survey (Folio Nr. 7) und mit der 1896 erschienenen Monographie über das Denver-Becken (Monogr. Nr. 27), bearbeitet von *S. F. Emmons*, *W. Cross* und *G. H. Eldridge*, nimmt die Forschung über die Red Beds — die von den Zeiten *Kings* bis dahin nur wenig Wesentliches erbracht hatte — wieder ihren Fortgang und präzisiert genauer sowohl deren geologische Position als auch deren petrographische Beschaffenheit.

Darnach wird der harte, grobkörnige und dunkelbacksteinrote Sandstein der Red Beds als „Fountain formation“ (benannt nach dem Fountain Creek bei Manitou) bezeichnet und in das Obere Karbon eingereiht. Der Fountain lagert dort diskordant auf silurischen Schichten.

In der Monographie über das Denver-Becken führt *Eldridge* den Namen „Wyoming formation“ für die Red Beds in die Wissenschaft ein und unterscheidet zwischen einer „Lower“- und „Upper Wyoming“-Serie. Zu der ersteren zählt er den Fountainsandstein sowie

den „creamy sandstone“, eine Serie weißen bis rahmgelben, fast ausschließlich aus weißen Quarzkörnern bestehenden Sandsteins, der am sogenannten „Gateway“ des Garden of the Gods und in Morrison ein überaus charakteristisches Gebilde der Szenerie darstellt. In die „Upper Wyoming“-Serie reiht er die über dem Fountain- und „Creamy“-Sandstein lagernden Red Beds ein, die im Denver-Becken aus einer etwa 65 m mächtigen Schicht roter Sandsteine und Schiefer mit zwischengelagerten, dünnen Kalksteinbändern bestehen, auf denen 100—150 m mächtige Schiefertone aufliegen, die in ihrem oberen Teil von einer Schicht blaßroter und brauner Sandsteine und gipshaltiger Kalksteine gekrönt werden. Diese Schicht geht in konkordanter Lagerung in die „Morrisonformation“ über, eine Serie grünlicher, schmutzfarbiger oder grauer Kalksteine von wechselnder Mächtigkeit (bei Morrison — daher der Name der Schicht — erreicht sie eine Stärke von 30—80 m), zwischen der kalkhaltige Sandsteine wechsellagern. Die Morrison ist fossilienreich und hat wegen der in ihr gefundenen Reste zahlreicher Saurier, u. a. *Atlantosaurus*, *Stegosaurus*, *Ceratops* usw., den Namen „Atlantosaurus Beds“ erhalten. Früher dem Jura zugeteilt, wird die dem Wealden entsprechende Morrisonformation heute von den amerikanischen Geologen fast übereinstimmend zur Unteren Kreide gerechnet. Auf ihr lagert der schon längst in die Untere Kreide gesetzte Dakota-sandstein.

Über die allgemeine Morphologie der Red Beds gibt Fig. 1 näheren Aufschluß, aus der der Kontakt mit den



Fig. 1. Profil der Lagerung der Red Beds an den Foothills, westlich von Denver, Colo. (nach *Fennemann*, U. S. Geol. Svy.). a—a Verwerfung.

archaischen Gesteinen der Foothills (Granit und Gneis) klar ersichtlich ist. Die östlich an die Red Beds angrenzenden Schichten, die Benton- und Niobrara-Formation, sind Bildungen der Kreideperiode.

Abgesehen von den bizarren Formen der Red Beds, zu deren Illustrierung die Fig. 2 und 3 (eigene Aufnahmen des Verfassers) dienen mögen, ist das meist sehr steile Fallen (75°—45°) gegen die Ebene ein besonderes Charakteristikum dieser Gebilde. An jenen Stellen, wo sie im Kontakt mit den archaischen Gesteinen der Foothills sind, ragen sie senkrecht oder nahezu senkrecht aus der Ebene empor; dort aber, wo sie gleich einsamen Überresten eines größeren Komplexes uns entgegentreten, sind sie als Überbleibsel größerer zusammenhängender Sandsteinmauern aufzufassen, die durch Erosion des Wassers und Windes ihre heutige Gestalt erhielten. Sie erreichen oft eine Höhe von 5—600 m über der Talsohle.

Die steile Aufrichtung der Red Beds fällt in das Tertiär. Während dieser Periode, in der die Hochgebirgskette der Colorado Front Range in die Erscheinung trat, bzw. durch sukzessive dynamische und vulkanische Kräfte aus großer Tiefe langsam emporgepreßt wurde, fand eine Teilung der ursprünglich horizontal abgelagerten Red Beds-Schichten in eine östliche und westliche Hälfte in der Weise statt, daß die

von unten gehobenen granitischen Massen die über ihnen lagernden Red Beds durchbrachen, sie gewissermaßen beiseite schoben, die sich dann, da kein weiteres Hindernis mehr im Wege war, allmählich bis zu einer Meereshöhe von 3500 m erhoben. Seit dem Tertiär hat eine weitere Hebung der Front Range nicht mehr stattgefunden.

Foothills anstoßenden Red Beds sind als letztes Überbleibsel dieser großartigen gebirgsbildenden Vorgänge stehen geblieben.

Auf der W.-Seite der Front-Range fand ein Einsinken des Landes nicht statt, weshalb denn auch die Red Beds dort im allgemeinen nicht jene Konfiguration zeigen wie auf der Ostseite. Sie sind dort im

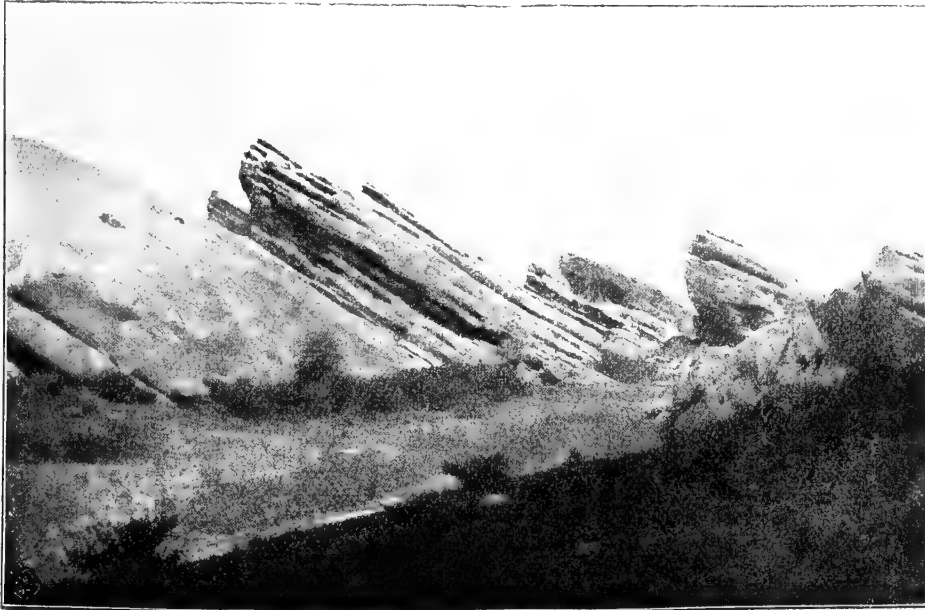


Fig. 2.



Fig. 3.

Mit der Hebung der Front Range ging gleichzeitig ein Einsinken der Osthälfte der Foothillregion Hand in Hand, demzufolge die Red Beds heute nicht mehr bis zu jener Meereshöhe anstehen, in der wir sie erwarten sollten. Cretaceische und jüngere Schichten bedecken sie heute bis zur Mississippi-Talebene, und nur die steil aufgerichteten, gegen die archaischen

großen und ganzen noch in ihrer ursprünglichen Lage geschichtet, teilweise zwischen älteren und jüngeren Gebirgsgliedern eingekellt, teilweise auch völlig frei gelegt, wie beispielsweise in den Tälern des Grand- und Green River oder in New Mexico und Arizona.

Die Frage, ob die Red Beds, die in vieler Beziehung sich mit den Bildungen des deutschen Keuper und

Rotliegenden vergleichen lassen, eine Wüstenbildung darstellen oder als eine Wirkung äolischer Kräfte zu erklären sind, ist von den amerikanischen Geologen nur einmal, durch *Barrell*, gestellt, aber in ablehnendem Sinne beantwortet worden, während bekanntlich *Johannes Walther* in seinem Werk: „Das Gesetz der Wüstenbildung“ und ebenso auch *Em. Kayser* diese Frage in bejahendem Sinne beantworteten. Man hat als einen der Hauptgründe für die äolische Bildung der Serien die Tatsache der Fossilienfreiheit der mittleren und oberen Red Beds-Serien als besonders schwerwiegend hervorgehoben, allein sie läßt sich leicht verstehen, wenn man erwägt, daß während der lange andauernden Perioden ihrer Bildung es zu einer Entwicklung irgendwelcher tierischer Formen in dem roten Schlamm überhaupt nicht kommen konnte, und daß der rote Sandbrei dem Weiterleben der noch aus dem Oberen Karbon und Perm sich in die untersten Schichten der Red Beds fortsetzenden Lebewesen ein Ziel setzte.

Nach Ansicht der amerikanischen Geologen fällt ihre Bildung in die eben genannten Zeitabschnitte und setzt sich bis in die Trias fort, dort ihren Abschluß erreichend. Sie sind Sedimentärablagerungen einer Flachsee, die während des Oberen Karbon die Landschaft überflutete und haben ihr Material den unterlagernden Graniten, Gneisen, Syeniten usw. entnommen. Ihre rote Farbe ist zum Teil auf ihren Gehalt an Eisenoxyd zurückzuführen, zum Teil ist sie auch das Produkt von Oberflächenverwitterung und Erosion.

Für eine ausführlichere Beschäftigung mit diesen wichtigen Bildungen gestatte ich mir auf meine Abhandlung: „Die Red Beds“, in *Geologische Rundschau*, Band IV, S. 228–244 und die daselbst gegebene Literatur zu verweisen.

Der Dieselmotor.

Von Dr. H. Arnold, Berlin.

1. Die Entstehung des Dieselmotors.

Die tragischen Umstände, unter denen der weltbekannte Erfinder Dr.-Ing. h. c. *Rudolf Diesel* wahrscheinlich freiwillig den Tod gefunden hat, die recht unerfreulichen Kommentare, die in allen Tageszeitungen an sein plötzliches Hinscheiden und die mißliche wirtschaftliche Lage seiner Hinterbliebenen geknüpft worden sind, und endlich der große wissenschaftliche Streit um die Frage, wie weit *Diesel* überhaupt berechtigt war, den Ruhm, Erfinder des Dieselmotors zu sein, für sich in Anspruch zu nehmen, all dies ist wahrscheinlich den Lesern dieser Zeitschrift noch frisch in Erinnerung. Dennoch kann hier, wo beabsichtigt ist, eine zwanglose Folge von Aufsätzen als Gesamtübersicht über den gegenwärtigen Stand des Dieselmotors auf allen seinen Anwendungsgebieten zu geben, über diese letzte Frage, über die Grundlagen und den Werdegang dieser Wärmekraftmaschine, welche zu den theoretisch vollkommensten ihrer Art gehört, nicht hinweggegangen werden.

Diesel hat selbst den Streit, der seine Stellung als Erfinder des nach ihm benannten Motors

berührt, durch den am 21. November 1912 in der Schiffbautechnischen Gesellschaft zu Berlin gehaltenen Vortrag „Die Entstehung des Dieselmotors“, den er nicht lange darauf ergänzt und an manchen Stellen abgeändert als Buch¹⁾ veröffentlicht hat, in die breiteste Öffentlichkeit getragen. Zeigte sich schon in der Lebhaftigkeit und Schärfe des Meinungs Austausches, welcher sich an diesen Vortrag knüpfte, wie tiefgehende Meinungsgegensätze hier vorlagen, so wurde dieser Eindruck noch wesentlich verschärft durch das nachträglich veröffentlichte Buch von Professor *P. Meyer*²⁾, ganz besonders aber durch ein erst nach dem Tode von *Diesel* erschienenenes Buch von Professor *Lüders*³⁾. Man kann natürlich nicht sagen, daß hiermit der Streit erledigt sei. Jeder, der sich für diese Frage interessiert — und das Interesse für die Frage ist angesichts der technischen und wirtschaftlichen Bedeutung des Dieselmotors heute größer als jemals —, muß sich schon selbst der Mühe unterziehen, Einblick in die genannten Werke zu nehmen und sich sein Urteil zu bilden. Die nachstehenden Bemerkungen sollen nur den Zweck haben, gewisser-

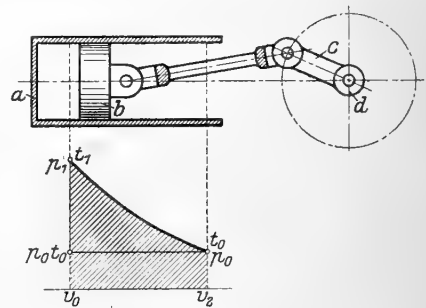


Fig. 1.

maßen als Wegweiser und Einführung für das eigene Studium der Frage zu dienen und nicht etwa, selbst wenn eine bestimmte Ansicht ausgesprochen wird, den Leser in der gleichen Richtung zu beeinflussen.

Will man die ganze Dieselmotorenfrage verstehen, so muß man sich zunächst eine kleine Einführung in die Grundgesetze der Wärmemechanik der Verbrennungsmotoren gefallen lassen: Die Umwandlung von Wärme in mechanische Arbeit bei diesen Kraftmaschinen beruht darauf, daß eine in einem Arbeitszylinder *a*, Fig. 1, mittels eines Kolbens *b* eingeschlossene Gasmenge von dem Druck p_0 und bei Temperatur t_0 durch eine von außen zugeführte Wärmemenge auf den höheren Druck p_1 und eine höhere Temperatur t_1 gebracht und sodann ohne Wärmeabgabe oder Wärmeaufnahme unter gleichzeitiger Entspan-

¹⁾ Die Entstehung des Dieselmotors. Von *Rudolf Diesel*. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1913.

²⁾ Beitrag zur Geschichte des Dieselmotors. Von *P. Meyer*. Berlin, Verlag von Julius Springer, 1913.

³⁾ Der Dieselmotus. Von *J. Lüders*. Berlin W., Verlag von M. Krayn, 1913.

nung und Abkühlung auf den Anfangsdruck p_0 und die Anfangstemperatur t_0 zurückgeführt wird. Die Druckveränderungen, welche hierbei das Gas erfährt, sind durch die abfallende Kurve in Fig. 1 dargestellt. Im vorliegenden Fall ist angenommen, daß die Wärmezufuhr, welche den Übergang aus dem Zustande p_0, t_0 in den Zustand p_1, t_1 des Gases bewirkt, plötzlich bei dem konstanten Volumen v_1 vor sich geht. Bei der Expansion des Gases wird der Kolben b mit einer gewissen Kraftwirkung nach außen getrieben und vermag auf diesem Wege eine gewisse Arbeit zu leisten, z. B. die mit einer Kurbel c versehene Welle d zu drehen. Ein Maß für diese Arbeit bildet die schraffierte Fläche des Diagramms. Damit die dargestellte Maschine fortlaufend arbeitet, muß aber der Kolben wieder in seine Anfangsstellung zurückkehren, also die Gasmenge wieder von dem großen Volumen v_2 auf das Anfangsvolumen v_1 verdichten. Hierzu ist allerdings eine Arbeit erforderlich, welche eben so groß ist wie die

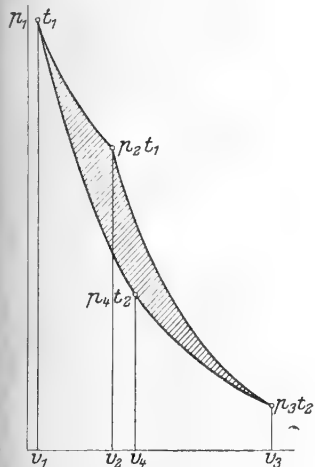


Fig. 2.

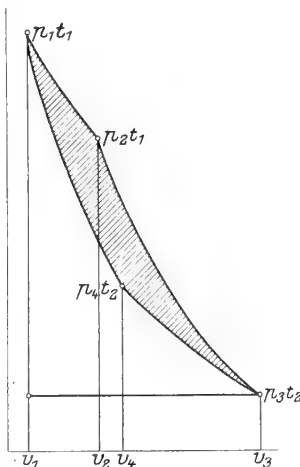


Fig. 3.

Arbeit, die der Kolben bei dem vorherigen Entspannen des Gases geleistet hat. Wenn das Gas am Ende der Verdichtung wieder den Druck p_1 und die Temperatur t_1 erlangt, dann ist die ganze bei dem vorherigen Arbeitsgang in Arbeit umgewandelte Wärme wieder in Wärme zurückverwandelt worden. Natürlich ist vorausgesetzt, daß sich, theoretisch, alle diese Vorgänge ohne Verluste irgendwelcher Art vollziehen, was, wie wir wissen, praktisch unmöglich ist. Der technische Effekt des beschriebenen Arbeitsverfahrens ist also Null, eine nutzbare Arbeit kann die Maschine nicht abgeben.

Anders wird aber der Vorgang, wenn man die Maschine nach dem sogen. Carnotschen Kreisprozeß arbeiten läßt (siehe Fig. 2). Das hinter dem Kolben befindliche Gas von dem Druck p_1 und der Temperatur t_1 läßt man in diesem Falle bis zu dem Volumen v_2 so expandieren, also Arbeit leisten, daß es seine Temperatur t_1 beibehält (isothermisch). Dazu ist Zuführung von Wärme von außen her erforderlich. Im Anschluß

daran expandiert das Gas, ähnlich wie im früheren Fall, ohne Wärmezufuhr oder Wärmeabgabe (adiabatisch) bis zu dem Volumen v_3 , dem Druck p_3 und der Temperatur t_2 . Bei der Zurückführung des Gases in den Anfangszustand wird ähnlich verfahren: Zunächst Verdichtung bei gleichbleibender Temperatur t_2 bis auf ein Volumen v_4 , wozu Ableitung einer gewissen Wärmemenge aus dem Gase erforderlich ist, dann weiterhin adiabatische Verdichtung bis auf das Anfangsvolumen v_1 und die Anfangstemperatur t_1 . Das nunmehr erhaltene Diagramm zeigt deutlich, daß bei diesem Vorgang ein der schraffierten Fläche des Diagramms entsprechender Überschuß an Arbeit verbleibt, welche nutzbar abgegeben werden kann, im Gegensatz zu dem früheren Verfahren, mit anderen Worten, daß nicht mehr die ganze bei der Expansion des Gases in Arbeit umgewandelte Wärmemenge wieder in Wärme zurückverwandelt werden muß, um den Anfangszustand des Gases zu erreichen. Damit ist ein Weg gefunden, um durch regelmäßige Zuführung von Wärme bei dem Übergang des Gases aus dem Zustande p_1, t_1 in den Zustand p_2, t_2 fortlaufend mechanische Arbeit zu erzeugen. Einen Maßstab für die Wirksamkeit dieses Verfahrens, also für den Wirkungsgrad der Maschine, erhält man, wenn man den Wärmewert der erzeugten Nutzarbeit, d. h. das Produkt aus der Nutzarbeit L in Meterkilogramm und der aus der Einheit der Arbeit erzeugbaren Wärmemenge $A = 1/424$ Cal ins Verhältnis setzt zu der insgesamt zugeführten Wärmemenge Q .

Die mechanische Wärmetheorie besagt nun, daß dieser Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{A \cdot L}{Q} = \frac{T_1 - T_2}{T_1} = 1 - \frac{T_2}{T_1}.$$

Hier sind T_1 und T_2 die absoluten Temperaturen, d. h. die gewöhnlichen Temperaturen t_1 und t_2 in Grad Celsius vermehrt um 273°C .

Die obige Gleichung zeigt, daß der Wirkungsgrad des Carnotschen Kreisprozesses um so größer wird, d. h. sich um so mehr dem Werte der Einheit nähern kann, je kleiner T_2 und je größer T_1 gemacht wird. Der Idealwert des Wirkungsgrades ist natürlich die Einheit, denn dann würde die ganze zugeführte Wärme in Arbeit umgewandelt sein. Das ist unmöglich, auch theoretisch unmöglich, da, wie erwähnt, im Anfang der Verdichtung von p_2 auf p_3 Wärme aus dem Gase abgeführt werden muß.

Dieses Arbeitsverfahren, welches, wie gleichfalls die Wärmetheorie beweist, das theoretisch vorteilhafteste für Wärmekraftmaschinen ist, suchte nun Diesel bei Verbrennungsmaschinen oder Gasmaschinen zu verwirklichen. Dabei war in erster Linie die Frage zu beantworten, wie man die Wärme in den Arbeitszylinder einführen konnte. Auf diese Frage gab der damalige Stand der Technik von Verbrennungsmaschinen, die mit flüssigem Brennstoff arbeiteten, bereits aus-

reichende Auskunft, denn man baute auch damals schon Petroleummotoren, bei welchen der Brennstoff in den Zylinder eingespritzt wurde. Etwas Neuartiges ergab sich aber gewissermaßen automatisch hierbei: man brauchte sich nämlich um die Zündung des Brennstoffes nicht zu sorgen, im Gegensatz zu allen bis dahin vorhandenen Petroleummotoren, denn die ganze Durchführung des Carnotschen Arbeitsverfahrens war, wenn ein guter Wirkungsgrad erreicht werden sollte, an die Voraussetzung geknüpft, daß in dem Zylinder eine sehr hohe Temperatur herrschte, wenn der Brennstoff in den Zylinder gelangte, und diese Temperatur war in jedem Falle höher als für die Entzündung des Brennstoffes erforderlich war. Die Frage der Zündung war also auch für alle diejenigen Fälle gelöst, wo es sich um sehr schwer entzündliche Brennstoffe, z. B. sogar Kohlenstaub handelte.

Es steht heute außer Frage, daß es ganz besonders diese Eigenschaft des Dieselmotors ist, welche seine weltumfassende Bedeutung begründet hat. Mag der Gedanke in ähnlicher Weise auch schon früher angedeutet worden sein, nämlich der Gedanke, Motoren dieser Art mit so hoch verdichteter reiner Luft zu betreiben, daß sich in ihnen der eingeführte Brennstoff von selbst entzündete, mögen, wie dies nachträglich *Söhnlein* und *Capitaine* behauptet haben, ähnliche Motoren sogar versuchsweise ausgeführt worden sein, so war doch *Diesel* derjenige, welcher alle die zahllosen Schwierigkeiten dieser Aufgabe durch langwierige Versuche überwunden und den nach diesem Verfahren arbeitenden Motor praktisch brauchbar gemacht hat. Was man heute also als den Dieselmotor ansieht, hat *Diesel* zweifellos mit großer Mühe geschaffen. Mit wie großer Mühe, das zeigte der Inhalt seines Vortrages. Ob der Motor deshalb seine Erfindung war, ob er, was noch mehr sagen will, seine Erfindung im Sinne unseres Patentgesetzes ist, ist allerdings etwas anderes. Damit brauchen wir uns aber hier nicht zu befassen.

Aus der Einführung des Brennstoffes in den Zylinder selbst folgte, daß man selbstverständlich davon abgehen mußte, eine stets im Zylinder bleibende Gasmenge die verschiedenen Zustandsänderungen vollführen zu lassen, denn dann wäre es unmöglich, den für die Verbrennung des Brennstoffes erforderlichen, immer neuen Sauerstoff zu erhalten. Vorbedingung für die Ausführbarkeit des Carnotschen Kreisprozesses bei der Verbrennungsmaschine war also zunächst eine Abänderung in der aus dem Diagramm Fig. 3 ersichtlichen Weise:

Nachdem der Kolben unter der Wirkung des expandierenden Gases in die äußerste Stellung gelangt ist und das Gas ein Volumen v_3 angenommen hat, öffnet man den Zylinder, läßt den Kolben zurückkehren, so daß er das unbrauchbar gewordene Gas aus dem Zylinder verdrängt, läßt den Kolben wieder vorgehen, wobei er frische Ver-

brennungsluft in den Zylinder ansaugt, und verdichtet dann diese Luft in der bereits geschilderten Weise bis auf den Zustand p_1, t_1 . Mit anderen Worten: Zur Ausführung des ganzen Kreisprozesses muß der Kolben im ganzen 4 Hübe machen, während bisher nur von 2 Hüten die Rede war. Man nennt das gekennzeichnete Verfahren auch das Viertaktverfahren (wegen der 4 Kolbenhübe), und dieses Arbeitsverfahren ist kennzeichnend für alle ersten Dieselmotoren.

Für die Durchführung des Carnotschen Kreisprozesses war weiterhin erforderlich, Maßnahmen zu treffen, zur Ableitung von Wärme im Anfang der Verdichtung von dem Druck p_3 auf den Druck p_4 , damit diese Verdichtung bei gleichbleibender Temperatur t_2 ausgeführt werden konnte. *Diesel* dachte zuerst daran, diese Ableitung von Wärme durch eingespritztes Wasser, das während der Verdichtung verdampfen sollte, zu bewirken, ist aber davon bald abgekommen, wie weiter unten gezeigt wird.

Im übrigen erforderte die Durchführung des Carnotschen Kreisprozesses und die Erzielung eines hohen Wärmewirkungsgrades, wie schon erwähnt, einen möglichst großen Unterschied zwischen der obersten Temperatur T_1 und der untersten Temperatur T_2 . Da die untere Grenze durch die Temperatur der Außenluft immer gegeben ist, so kommt es nur darauf an, wie hoch die oberste Grenze hinaufgerückt werden kann, ohne Betriebsschwierigkeiten und neue Verluste fürchten zu müssen. *Diesel* nahm ganz richtig an, daß die höchste Temperatur, die man in einem Arbeitszylinder, der geschmiert werden muß, zulassen könnte, 800°C . ist. Natürlich setzte er hierbei voraus, daß der Zylinder nicht gekühlt werden sollte, im Gegenteil, er dachte daran, zur Vermeidung von Wärmeverlusten den Zylinder mit einer Wärmeschutzmasse zu umgeben, denn das Kennzeichen des Kreisprozesses war ja gerade die Verdichtung bei hohem Druck und die Expansion des Gases ohne Wärmeableitung nach außen. War die Endtemperatur mit 800° gegeben, so konnte man den Höchstdruck, welchen die Verdichtung der Luft erreichen durfte, mit 250 at berechnen. Der Wirkungsgrad des Kreisprozesses stellte sich dann theoretisch auf 73 %.

Diesel hat aber nach kurzer Zeit selbst erkannt, daß bei so hohen Verdichtungen auch theoretisch kein großer Gewinn zu finden ist. Er hat daher die Schwierigkeiten, die aus der Wassereinspritzung zu erwarten waren, gleich dadurch umgangen, daß er den theoretisch reinen Carnotschen Kreisprozeß etwas abänderte. Die mit atmosphärischer Spannung entsprechend der Linie 1—2 in Fig. 4 angesaugte Frischluft wird nämlich nach diesem abgeänderten Verfahren gleich adiabatisch bis auf die Temperatur von 800° verdichtet, also nicht mehr zuerst isothermisch und dann adiabatisch. Entsprechend der Linie 2—3 im Diagramm steigt hierbei der Druck der Luft nurmehr auf

etwa 90 at. Dann wird durch Einspritzen von Brennstoff bei gleichbleibender Temperatur und unter gleichzeitiger Expansion und Arbeitsleistung der Luft Wärme zugeführt, wobei die Luft ein größeres Volumen und einen kleineren Druck annimmt, bis der Punkt 4 des Diagramms erreicht ist. Von hier ab expandiert die Luft von der Temperatur von 800° weiter bis auf atmosphärischen Druck und erreicht im Punkt 5 auch wieder atmosphärische Temperatur, weil diese Expansion ohne Wärmeaufnahme von außen stattfindet.

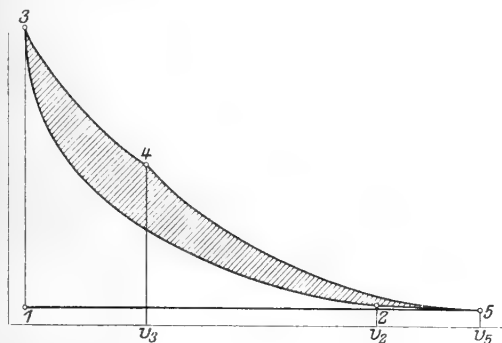


Fig. 4.

Die Luft wird hierauf, da sie verbraucht ist, auf dem Wege 5—1 aus dem Zylinder ausgeschoben, dann wird frische Luft auf dem Wege 1—2 wieder angesaugt und das Verfahren wiederholt sich. Die Berechnung hat gezeigt, daß der theoretische Wärmewirkungsgrad dieses Kreisprozesses nur unwesentlich kleiner ist als derjenige des Carnotschen Kreisprozesses, und zwar beträgt er 72 bis 62 %, je nachdem der Druck im Punkt 4 des Diagramms 70 oder nur 10 at beträgt. Der Höchstdruck ist in allen Fällen auf 90 at, die Höchsttemperatur auf 800° C. festgesetzt.

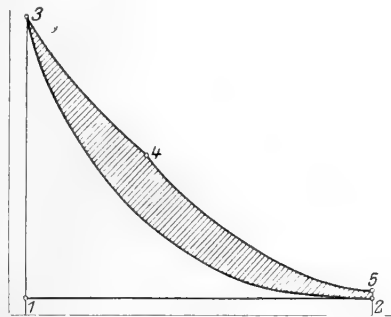


Fig. 5.

Das Diagramm dieses neuen Kreisprozesses läßt erkennen, daß das Volumen v_5 , womit die Luft die Expansion im Arbeitszylinder beendet, größer ist als das Volumen v_2 am Ende des Ansaugens. Bei der wirklichen Maschine kann man nun die Expansion nicht weiter treiben als bis zum Volumen v_2 , weil dieses den Inhalt des Zylinders darstellt. Hieraus ergab sich noch eine weitere kleine Abänderung dieses Kreisprozesses gemäß Fig. 5, die sich von Fig. 4 nur dadurch

unterscheidet, daß die untere Spitze des Diagramms weggefallen und durch eine senkrechte, plötzliche Druckentlastung darstellende Linie ersetzt ist. Der Unterschied zwischen diesem und dem vorigen Kreisprozeß hinsichtlich des Wärmewirkungsgrades ist offenbar nur gering.

Diesen letzten Kreisprozeß hielt Diesel für ausführbar. Seine die theoretischen Grundlagen dieses Arbeitsverfahrens behandelnde Schrift¹⁾ wurde von angesehenen Professoren günstig beurteilt, und so war es weiter nichts Außergewöhnliches, daß sich zunächst die *Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg* und dann auch *Fried. Krupp in Essen* entschlossen, die Mittel für die praktische Verwirklichung der Dieselschen Gedanken herzugeben.

Es ist hier nicht der Ort, die Schwierigkeiten und mannigfachen vergeblichen Versuche zu schildern, die mit der Ausführung des Dieselschen Gedankens verknüpft waren. Das von Diesel selbst geschriebene Werk legt Zeugnis ab dafür, und nur wer gegen Diesel als Person voreingenommen ist, kann in dieser Schilderung zahlreicher Hoffnungen und Fehlschläge etwas anderes sehen als die natürliche Entwicklung der Dinge, die immer eintreten wird, wenn ein Ingenieur auf ihm bis dahin fremd gebliebenen Arbeitsgebiete Neues zu schaffen unternimmt. Es ist leicht, heute auszusprechen: „Wäre Diesel so und so vorgegangen, so wäre der Dieselmotor in zwei Monaten fertig gewesen und die beteiligten Fabriken hätten $\frac{1}{2}$ Million Mark Versuchskosten fast gespart.“ Damals wußte niemand, wie man anders vorgehen konnte, obgleich angesehene Fachleute die Hand mit im Spiele hatten, selbst Prof. Lüders hätte nicht gewußt, wie er es machen sollte. Der erste Motor, der nach dem zuletzt beschriebenen Kreisprozeß arbeiten sollte und der im Juli 1893 fertiggestellt war (s. das Buch von Diesel S. 11, Fig. 3), ist in Fig. 6 wiedergegeben. Er hatte 150 mm Zylinderdurchmesser und 400 mm Hub, selbstverständlich keine Kühlung an Deckel oder Zylinder, und zeigt gerade durch das Primitive seiner Konstruktion, wie alle Einzelheiten von Diesel neu geschaffen und mit großen Schwierigkeiten und auf Grund langwieriger Versuche für den Betrieb bei dieser Maschine geeignet gemacht werden mußten. Dieser erste Motor ist niemals selbständig gelaufen, sondern wurde nur von der Transmission angetrieben. Auch ein zweiter, mit dem im Januar 1894 die Versuche begonnen wurden, und der ebenfalls keine Kühlung hatte, lief nicht selbständig, wenn er auch kurze Zeit ohne Belastung laufen konnte. Erst bei dem dritten Motor, der einen neuen Zylinder von 220 mm Durchmesser und 400 mm Hub mit angegossenem Kühlmantel hatte, und mit dem 1895 die ersten Versuche gemacht wurden, zeigte sich betriebsfähig. Inzwischen waren aber alle Einzelheiten

¹⁾ Theorie und Konstruktion eines rationellen Wärmemotors, Berlin, Verlag von Julius Springer, 1893.

des Motors umgebaut und geändert, die Gestalt des Verdichtungsraumes, der sicher eine große Bedeutung bei der Durchführung des Arbeitsverfahrens zukommt, wurde wesentlich geändert, alle Einzelheiten der Steuerung, der Düsen für die Brennstoffeinspritzung, der Brennstoffpumpe usw. mußten geändert werden, bevor sie zuver-

Motor, der nach seinem oder nach dem Carnotschen Kreisprozeß arbeitet, bei der wirklichen Ausführung niemals selbständig laufen, geschweige denn nutzbare Arbeit abgeben kann, weil die in Arbeit umgewandelte Wärme immer von inneren Widerständen aufgezehrt wird. Der Irrtum, den *Diesel* bei seinen Berechnungen begangen hat, war, daß er für die mechanischen Verluste einen aus dem damaligen Maschinenbau her üblichen Teil der von ihm berechneten Nutzarbeit in Rechnung gestellt hat, ohne zu berücksichtigen, daß diese mechanischen Verluste einen gewissen Mindestwert niemals unterschreiten. Bei dem Dieselmotor, wo es sich um hohe Drücke und entsprechend schwere Massen handelte, lag natürlich diese Grenze noch höher als bei den damaligen Kraftmaschinen. Wohl hatte man damals beim Erscheinen der Dieselschen Schrift Zweifel bezüglich des mechanischen Wirkungsgrades ausgesprochen, diese Zweifel gründeten sich aber lediglich auf Vermutungen, denen man nicht ohne weiteres hätte folgen können. Erst später hat man, wie insbesondere Professor *P. Meyer* ausgesprochen hat, erkannt, daß die mechanischen

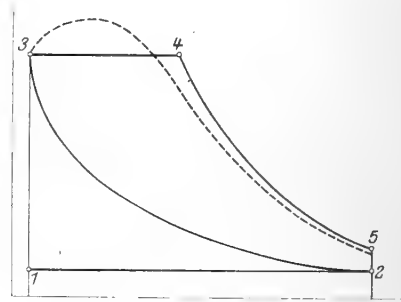


Fig. 7.

Verluste in einer Kraftmaschine eigentlich mit der von der Maschine abgegebenen Nutzarbeit nichts zu tun haben und daher auch niemals unter einen bestimmten kleinsten Wert sinken können. Dieser Mindestwert der mechanischen Verluste ist bei Motoren, welche nach dem Dieselschen oder nach dem Carnotschen Kreisprozeß arbeiten, immer größer als die Nutzarbeit, die dieses Verfahren liefert, und daher ist keines von diesen Verfahren praktisch ausführbar.

Um seinen Motor überhaupt betriebsfähig zu machen, war *Diesel* gezwungen, dem arbeitenden Gase bedeutend mehr Wärme zuzuführen als theoretisch erforderlich war, mit anderen Worten, den ersten Teil der Expansion nicht isothermisch, sondern mit großer Temperatursteigerung verlaufen zu lassen. Nur dadurch gelang es ihm, eine so große Nutzarbeit zu erhalten, daß nach Abzug der mechanischen Verluste noch etwas übrig blieb. Das theoretische Diagramm einer solchen selbstlaufenden und Nutzarbeit liefernden Maschine mußte also notwendigerweise etwa wie in Fig. 7 aussehen, d. h., es mußte soviel Wärme zugeführt werden, daß im Anfang der Expansion auf dem Stück 3—4 des Diagramms nicht nur keine

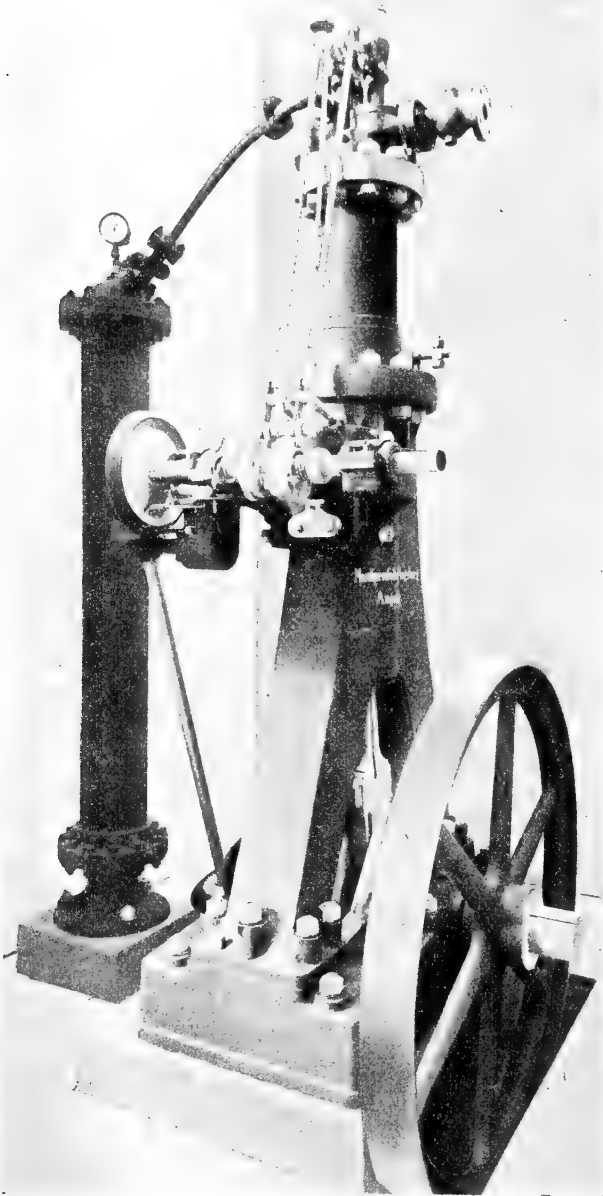


Fig. 6.

lässig arbeiteten, und am Ende dieser langen Versuchszeit zeigte das Ergebnis der Versuche mit dem dritten Motor, daß der Motor nur dann zuverlässig arbeiten kann, wenn er einen gekühlten Zylinder hat, also gerade das, was *Diesel* bei seinem Arbeitsverfahren vermeiden wollte.

Diesel hat eben bei seinen auf reine Theorie gestützten Berechnungen nicht beachtet, daß ein

wesentliche Druckabnahme, sondern sogar, wie gestrichelt angedeutet ist, zunächst eine Drucksteigerung eintreten konnte. Natürlich konnte dies nicht anders erreicht werden als mit einer wesentlichen Überschreitung der festgesetzten Höchsttemperatur von 800°, denn diese Temperatur war am Ende der Verdichtung am Punkte 3 des Diagrammes bereits erreicht. Sollte Wärme zugeführt werden, ohne daß die Temperatur weiter stieg, so hätte der Druck abnehmen müssen, wie es die Isotherme in früheren Diagrammen zeigte. Da der Druck nicht abnahm, so mußte bei Zufuhr von Wärme gleichzeitig die Temperatur wesentlich steigen. P. Meyer hat denn auch aus Diagrammen des ersten Dieselmotors berechnet, daß die Höchsttemperatur weit über 1100° C. betragen haben muß. Solchen hohen Temperaturen war aber der Motor nur gewachsen, wenn er künstlich gekühlt wurde. Die Kühlung brachte wesentliche Wärmeverluste mit sich, so daß sich das Arbeitsverfahren noch weiter von dem angestrebten Ideal entfernte. Immerhin blieb bei allem noch so viel übrig, daß schon der erste Motor hinsichtlich des Brennstoffverbrauches bessere Ergebnisse lieferte als alle anderen damaligen Petroleummotoren.

Man darf zugestehen, daß Diesel den Arbeitsprozeß der mit den geringsten Wärmeverlusten arbeitenden Verbrennungsmaschine, den er zum Teil neu erdacht hatte, nicht verwirklichen konnte, weil er praktisch unmöglich war; man darf sogar zugeben, daß Diesel sich von dem ihm vorschwebenden Ideal sehr weit entfernen mußte, um eine praktisch mögliche Maschine zu erhalten, so daß die Zweifel, ob der von ihm geschaffene Motor noch unter den Schutz seiner grundlegenden deutschen Patente fällt, nur zu sehr berechtigt sind. Man wird sogar glauben müssen, daß Diesel dieses Abweichen von seinem Ziel entweder selbst nicht erkannt oder, was auch wahrscheinlich ist, aus geschäftlichen und vielleicht persönlichen Gründen verschwiegen und zu verschleiern gewußt hat, am meisten in seinem eigenen Werk über die Entstehung des Dieselmotors. Trotzdem wird man Diesel heute, wo er nicht mehr da ist, um sich durch Angabe seiner Beweggründe zu verteidigen, alle diese Fehlschläge und Fehler gegenüber seinem Verdienste, die Verbrennungsmaschine auf eine ganz neue, weltbedeutende Grundlage gestellt zu haben, nicht zu schwer anrechnen dürfen. Der Motor, den er, obgleich er höher hinaus wollte, am Ende seiner Versuchsreihe vorführen und durch Professor Schröter prüfen lassen konnte, war besser und wirtschaftlicher als jeder Petroleummotor, den man bis dahin gekannt hatte, er erlangte aber mit einem Schlage eine weit über den ursprünglichen Rahmen hinausgehende Bedeutung, als man erkannte, daß dieser Motor ohne wesentliche Änderungen geeignet war, alle bis dahin als fast unverwertbar angesehenen Rückstände der Erdöl- und Teerdestillation als Brennstoff zu benutzen

und sehr wirtschaftlich in Arbeit umzusetzen. Eine solche Kraftmaschine praktisch hergestellt zu haben, ist unstreitbar ein Verdienst, das Diesel allein gebührt, denn er hat nicht nur die erforderlichen Geldmittel für die ersten kostspieligen Versuche beschafft, sondern diese Versuche zum großen Teil ohne fremde Hilfe bis zur Vollendung des Dieselmotors durchgeführt. Mit dem gleichen Recht, mit dem man James Watt als den Erfinder der Dampfmaschine ansieht, trotzdem er sicherlich nicht der erste war, der den Gedanken, durch Dampfdruck auf einen Kolben Nutzarbeit zu verrichten, ausgesprochen und ausgeführt hat, mit dem gleichen Recht, mit dem man Stephenson als den Erfinder der Lokomotive feiert, obgleich er nicht der erste war, der ein mit Dampf betriebenes Fahrzeug auf eiserne Schienen gesetzt hat, mit dem gleichen Recht darf Diesel als der Erfinder des Dieselmotors gelten, auch dann, wenn andere vor ihm Gedanken über ähnlich arbeitende Maschinen ausgesprochen und Versuche damit unternommen haben.

Zuschriften an die Herausgeber.

Berichtigung.

Von Herrn Professor Ciamician in Bologna gütigst aufmerksam gemacht, daß die Fassung meines Referates über den Vortrag von „Ciamician und Ravenna“ auf der Naturforscherversammlung in Wien 1913 (*Naturw.* Heft 48, 1913, S. 1181) zu Mißverständlichkeit führen könnte, möchte ich zur Klärung folgendes sagen.

Die Versuche der Verfasser haben nicht eine Stütze für die Pictetsche Annahme der Umwandlung des Pyrrol in den Pyridinring innerhalb der Pflanzen ergeben. Denn bei Verarbeitung größerer Mengen von sauren Tabakauszügen von ganz frischen Pflanzen haben die Verfasser im Vorlauf der Destillation anstatt der von Pictet aufgefundenen Pyrrolidinbasen regelmäßig Isoamylamin erhalten. Auch in anderen frischen Pflanzen sowie in Tabakblättern konnten keine Pyrrolidinbasen gefunden werden. Aus Datura wurde neben Tropin eine flüchtige Base erhalten, deren geringe Menge eine Sicherstellung nicht zuließ.

Graz, den 24. Januar 1914.

Prof. Dr. R. Krcmann.

Besprechungen.

Bechterew, W. von, Objektive Psychologie oder Psychoreflexologie. Die Lehre von den Assoziationsreflexen. Autorisierte Übersetzung aus dem Russischen. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. VIII, 468 S., 37 Figuren und 5 Tafeln. Preis geh. M. 16,—, geb. M. 18,—.

Man hat der modernen Psychologie nachgesagt, sie sei eine Psychologie ohne Seele. Die moderne Psychologie hat sich diesen Vorwurf gerne gefallen lassen. Sie will eine empirische Wissenschaft sein wie alle anderen auch. Sie beschäftigt sich deshalb ausschließlich mit den „psychischen Vorgängen“. Es mag sein, daß hinter diesen eine „Seele“ stecke als psychische Substanz. Sie findet diese aber nicht in ihrem Er-

fahrungsmaterial vor. Sie überläßt deshalb die Entscheidung der Frage nach dem Vorhandensein einer Seele der allgemeinen Philosophie.

von *Bechterew* geht noch einen Schritt weiter. Er schreibt eine Psychologie ohne psychische Vorgänge. Das könnte zunächst wie ein Scherz erscheinen. Denn was bleibt wohl für die Psychologie übrig, wenn man auch die Bewußtseinserscheinungen, die in den psychischen Vorgängen sich abspielen, ausscheidet? *Bechterew's* Antwort lautet: der neuropsychische Prozeß. Diese ist das Objekt seiner „objektiven“ Psychologie. Von einer „subjektiven“ Psychologie, wie sie bisher allein betrieben worden sei, will *B.* nichts wissen. Schon die Methode dieser sei ganz unzureichend, um wissenschaftliche Resultate zu ergeben. Denn im letzten Grunde fuße diese, auch da, wo sie sich des Experiments bediene, auf der Selbstbeobachtung. Wegen des persönlichen Faktors aber, welcher in dieser stecke, könne die subjektive Psychologie niemals zu brauchbaren, allgemein gültigen wissenschaftlichen Resultaten gelangen. Die objektive Psychologie müsse deshalb überhaupt die Bewußtseinserscheinungen beiseite lassen und sich aller der subjektiven Psychologie entlehnten Ausdrücke wie Wille, Verstand, Wunsch, Trieb, Gefühl, Gedächtnis als metaphysischer enthalten. Der „subjektiven“ Psychologie wird zwar nicht völlig die Daseinsberechtigung abgesprochen, aber was Verfasser von dieser hält, läßt sich aus der Verwerfung ihrer Methode und der Kennzeichnung ihrer Objekte als metaphysischer und aprioristischer entnehmen; und so hebt denn auch Verfasser gleich im Vorwort als wesentliche Eigentümlichkeit, durch welche sich seine Psychoreflexologie von der subjektiven Psychologie unterscheiden solle, die hervor, daß sie der Phantasie nicht den kühnen Flug gestatte wie die letztere, daß sie sich frei halte von den Bestrebungen und Versuchen, in die subjektive Welt der Träume und Phantasien einzudringen, und daß sie an Stelle des verlockenden Schwunges der Vermutungen und Hypothesen strenge Exaktheit setze.

Ein Forscher, welcher in dieser Weise über das wissenschaftliche Material und die Methoden aburteilt, welchem unsere größten Psychologen, ein *Wundt*, *Lipps*, *Münsterberg*, *James* und wie sie alle heißen, ihr ganzes, vom nüchternsten Forschungsgeist erfülltes Leben gewidmet haben, muß uns wohl etwas ganz Besonderes und Epochemachendes bieten, wenn er sein Urteil anerkannt sehen will. Sehen wir deshalb zu, was uns *Bechterew* von seiner neuropsychischen Tätigkeit zu sagen weiß!

Zunächst ist so viel klar: Wenn die Bewußtseinsphänomene ausfallen und auch nach *v. Bechterew* von unbewußten psychischen Vorgängen nicht gesprochen werden darf, weil diese nur nach Analogie der bewußten dargestellt werden können, so fällt das Psychische überhaupt fort, und wir haben es nicht mehr mit einem neuropsychischen, sondern nur noch mit einem nervösen Prozeß zu tun. Die auch von vielen „subjektiven“ Psychologen geteilte Ansicht *v. Bechterew's* — die übrigens im letzten Grunde auch eine metaphysische ist —, daß es sich nicht um zwei parallel verlaufende Prozesse handelt, sondern um einen einzigen, der sich gleichzeitig in materiellen (Gehirn-) und subjektiven (psychischen) Veränderungen äußert, ändert an dieser Sachlage nichts. Wenn deshalb Verfasser als Endziel der Psychoreflexologie das Studium des Verhaltens des Organismus zur Außenwelt im Zusammenhange mit der stattgehabten Erfahrung ganz unabhängig von subjektiven Erlebnissen bezeichnet, so liegt darin schon

ein Widerspruch, eine Einschmuggelung des Psychischen. Denn mag man noch so sehr die Analogie mit den eigenen subjektiven Erlebnissen verschmähen — was übrigens wohl nicht gelingen dürfte —, die Erfahrung selbst ist nichts anderes als ein subjektives, psychisches Erlebnis. In der Tat kann auch *Bechterew* seine Aufgabe gar nicht anders durchführen, als daß er fortwährend in den Ausdrücken der subjektiven Psychologie spricht — würde man doch sonst gar nicht wissen, was er eigentlich meint! —, aber diese nur dazu gebraucht, um jedes Mal auf den Nervenprozeß selbst, der das „objektive“ Material seiner Psychologie ist, hinzudeuten und diesen als den wesentlichen hinzustellen.

Auch so würden wir uns eine Reflexologie als Psychologie vielleicht noch gefallen lassen, wenn es dem Autor gelingen würde, die Nervenprozesse in einer Weise zu beschreiben, daß wir aus diesen eine Aufklärung der subjektiven Erlebnisse gewinnen könnten. Das muß nun freilich von vornherein als ausgeschlossen betrachtet werden. Es ist ja fast bis zum Überdruß immer wieder gezeigt worden, daß es keine Brücke vom materiellen Nervenprozeß zum psychischen Erlebnis gibt. Selbst wenn es also gelingen würde, den Nervenprozeß, welcher die objektive Kehrseite des psychischen Vorganges bildet, bis auf die Atomverschiebung zu beschreiben, erklärt ist damit das Psychische nicht. Warum wir bei dieser Atomkonstellation die Empfindung rot, bei jener vielleicht einen Affekt erleben, bei der dritten eine logische Schlußoperation vollziehen, bliebe auch dann noch völlig in Dunkel gehüllt.

Was weiß uns denn aber *Bechterew* von seinen neuropsychischen Prozessen zu sagen? Was sind sie? Welche wesentliche Beziehung haben sie zu der bestimmten Eigenart irgendeines psychischen Vorganges, oder, wenn von diesem als Subjektivem nicht gesprochen werden soll, zu irgendeiner Reaktion, Handlung, Tätigkeit usw., die als die äußere Erscheinung des psychischen Vorganges betrachtet werden kann? Alle äußeren Vorgänge, sagt *Bechterew*, rufen, wenn sie auf unsere Sinnesorgane wirken, „Eindrücke“ in unserem Gehirn hervor, und diese Eindrücke hinterlassen „Spuren“. Diese Spuren verbinden sich, worin sie sich von den Spuren der gewöhnlichen Reflexe unterscheiden, mit den Spuren neuer Eindrücke. Einem jeden Außenreiz entspricht eine bestimmte Art des Eindrucks im Gehirn und eine bestimmte Spur. Den Verschiedenheiten der peripheren Empfangsapparate entsprechen verschiedene Erregungsspuren, die in ihrer Ganzheit oder teilweise mit ganzen oder Teilen anderer Erregungsspuren sich in kompliziertester Weise verbinden. Diese Spuren können wiederbelebt werden und rufen in solchem Falle bestimmte Außenreaktionen motorischen oder sekretorischen Charakters hervor. Zugleich entsteht durch diese belebungsfähigen Spuren die reproduktive und assoziative Tätigkeit des Nervensystems. Die neuropsychische Tätigkeit setzt sich also im Prinzip wie ein gewöhnlicher Reflex aus der zentripetalen Leitung, der Erregung in den Zellen des Zentralnervensystems und der zentrifugalen Leitung zusammen, nur daß noch das Mittelglied in zwei Teile zerfällt, in die Bildung des Eindrucks und in das Zurücklassen der Spur dieses Eindrucks einerseits und in die assoziative Reproduktion der früheren Spuren durch Belebung derselben andererseits. „Vom Standpunkte der Psychoreflexologie ist die ganze vielseitige Tätigkeit der Menschen eine Äußerung neuropsychischer Prozesse, die, mit der Erregung an der Peri-

pherie beginnend, an der Peripherie zum Teil als Muskelkontraktion, welche die Hebel der Extremitäten oder andere Körperteile in Bewegung setzt oder die Gefäße verengt und erweitert, zum Teil als Drüsenabsonderung endigt. Zu beachten sind dabei noch die Hemmungs- und Bahnungsvorgänge.“

Ob wir mit dieser Schilderung des neuropsychischen Prozesses eine neue Erleuchtung erfahren? Ich denke, so ähnlich haben wir uns doch stets die materielle Kehrseite der psychischen Vorgänge vorgestellt. Etwas Neues würde uns doch nur gesagt werden können, wenn die Art der „Spuren“ näher aufgezeigt und eine wesentliche Beziehung dieser zur bestimmten Art des jeweilig erlebten psychischen Prozesses nachgewiesen werden könnte. Was sind denn diese Spuren? Darüber kann uns *Bechterew* nur sagen, daß die äußeren Energien, die als Reize auf die Aufnahmeapparate wirken, in diesen auf eine bestimmte Weise transformiert, d. h. in einen Nervenstrom von einer bestimmten Schwingungszahl verwandelt werden. Und der Nervenstrom? Von diesem erfahren wir, daß er nicht elektrisch — Elektrizitätserscheinungen sind Nebenprodukte —, nicht chemisch, sondern chemisch-molekular in den Nervenzellen ist, in deren Protoplasma er sich nach den im *Bechterewschen* Laboratorium gewonnenen Resultaten wahrscheinlich im Verbrauch tigroider resp. chromatophiler Substanz äußert. In der Nervenfasern handelt es sich um physikalische Schwingungen eigener Art mit verschiedener Amplitude. Die Übertragung von einem Neuron auf das andere geschieht durch Entladungen. Dann erfahren wir noch weiter, daß die Spuren keine statischen Veränderungen, keine Abdrücke, ähnlich den photographischen Klischees, in den Zentren darstellen. Sie sollen vielmehr dynamische Veränderungen der Nervenzentra und der Bahnen im Sinne der Verkleinerung des Widerstandes gegenüber der Wiederholung von Eindrücken sein. Kompliziertere Spuren von Gegenständen sollen aus einem ganzen Komplex solcher Veränderungen bestehen, die sich auf Dimension, Form und andere Eigenschaften der Gegenstände beziehen.

Alles schön und gut. Was hat denn aber diese theoretische Konstruktion des nervös-materiellen Gehirnprozesses, die wir meinetwegen akzeptieren mögen — ähnlich sind diese Dinge ja schon häufig dargestellt —, mit Psychologie zu tun? Was lernen wir denn daraus für die Eigenart der psychischen Vorgänge? Ich denke nichts. Und wenn *Bechterew* z. B. sagt, daß das, was wir beim Menschen „Erfahrung“ und „Gehorsamkeit“ nennen, vorwiegend auf einem größeren Vorrat von Spuren beruht, die der Betreffende durch längere Praktik, durch Bildung und Belesenheit gewinnt, so sind wir noch immer keinen Schritt weiter. Das Wesentliche für die psychische Seite sind doch Praktik, Bildung und Belesenheit selbst, die an sich eben etwas Psychisches sind, und für deren Verständnis wir nicht das Geringste dadurch gewinnen, daß wir ihnen auf der organischen Seite eine größere Anzahl von „Spuren“ koordiniert denken. Und wenn gar schließlich *Bechterew* von dem „Nervenstrom“ gesteht, daß dessen Wesen noch heutzutage unbekannt ist, und daß es eine rein theoretische Frage ist, in welcher Form wir uns die Spuren vorzustellen haben, und daß uns deshalb diese Frage hier nicht besonders beschäftigen kann, so könnte man das fast für eine Selbstironisierung halten. Denn dieser Nervenstrom und diese Spuren sollen doch das Wesentliche dessen ausmachen, was eine falsch belehrte „subjektive“ Psychologie in ihnen die Bewußtseinsvorgänge selbst zum

Ausdruck und zur Darstellung bringenden Sprache bisher als wissenschaftliches Gut ausgegeben hat. Und nun wissen wir überhaupt nichts von jenen beiden? Glaubt *Bechterew* wirklich, uns ungeahnte und dazu noch psychologische Aufschlüsse zu erteilen, wenn er jedesmal, nachdem er einen psychischen Vorgang, zum Beispiel den des Erlernens geschildert hat, uns nun mit Nachdruck versichert: „Diese streng objektiven Tatsachen beweisen mit absoluter Sicherheit, daß Spuren von äußeren Eindrücken in den Nervenzentren wirklich existieren.“?

So ist denn auch, wie wir bereits andeuteten, der Gang der Untersuchung der, daß *B.* uns psychische Vorgänge beschreibt genau wie die „subjektive“ Psychologie und uns an Hand dieser immer auf die Eindrücke und die Spuren verweist, die deren „objektive“ Kehrseite sein sollen; nur daß er den Stoff dem eigentümlichen Gesichtspunkt anpaßt und auswählt, den er seiner Reflexologie zugrunde legt, d. h. diejenigen Gebiete der Psychologie bevorzugt, bei welchen körperliche Äußerungen mit den psychischen Vorgängen gegeben oder doch nachweisbar sind. Daß dabei wichtige Teile der Psychologie zu kurz kommen, andere weniger wichtige eine sehr eingehende Behandlung erfahren, ist schon an der Einteilung des Stoffes zu erkennen. Nachdem *B.* im allgemeinen Teile die oben referierten und kritisierten allgemeinen Gesichtspunkte dargelegt hat, behandelt er im speziellen Teil 1. Reflexe und Automatismus, 2. Konzentrierungsreflexe, 3. symbolische Reflexe, 4. persönliche Reflexe.

Im ersten Teil behandelt *Bechterew* hauptsächlich den Instinkt, Trieb und die Mimik. Aber da der Begriff des Reflexes für den Autor schließlich alles umfaßt, so erscheint er ihm weit genug, um im ersten Teil auch z. B. das Denken, die schöpferische Tätigkeit und die geistige Arbeitsfähigkeit zu behandeln. Den Instinkt definiert *B.* einfach als komplizierten Reflex. Damit will *B.* den Instinkt Begriff selbst vernichten. Wozu denn, sagt *B.*, eine neue Bezeichnung für komplizierte Reflexe? Selbst wenn wir berechtigt wären, die Instinkthandlung als reinen Reflex aufzufassen, was sie freilich nicht ist, der Instinkt als solcher ist natürlich nie und nimmer ein Reflex, sondern etwas rein Psychisches, das man vielleicht als unklare Vorstellung begleitet von Gefühlen oder sonstwie beschreiben mag. Aber für den Autor ist ja alles Reflex, und so sagt er denn z. B. in einem Kapitel über Nachahmung und Suggestibilität, die wir uns doch nur durch psychische, und zwar mehr oder minder bewußte Vorgänge vermitteln denken können. Daß für die Psychoreflexologie Bezeichnungen wie willkürlich, unwillkürlich, bewußt und unbewußt jede Bedeutung verlieren. Das Erkennen, welches er als Identifizieren beschreibt, ist nur Belebung der Spur eines wiederholten Reizes durch einen identischen, und das, was wir Denken nennen, ist im wesentlichen eine Reihe gehemmter, vorwiegend sprachlicher Reflexe, die in einer gewissen Reihenfolge miteinander verknüpft sind. Damit ist freilich nicht nur das Material der Psychologie, sondern zugleich auch der Logik auf die einfachste Weise in organische Reflexe umgesetzt, die wir ja nun an ihren motorischen Erfolgen, nämlich an den Bewegungen der Sprachmuskeln am besten studieren mögen. Ob sich aber der Psychologe und Logiker mit dieser Lösung seiner Probleme zufrieden geben kann, ist eine andere Frage.

Zugleich dürfte mit obigem die Art und Weise, wie *B.* seinen Stoff behandelt, genügend gekennzeichnet sein. Es wäre noch hinzuzufügen, daß es *B.* natürlich

gar nicht möglich ist, die Selbstbeobachtung, derentwegen er die bisherige Psychologie so gering schätzt, ganz auszuschalten. Und wenn gar *Bechterew* im Kapitel über Selbstbeurteilung die Ansicht ausspricht, daß jeder Mensch seine neuropsychischen Vorgänge zu beurteilen vermag, z. B. die relative Geschwindigkeit und den allgemeinen Charakter der Assoziationsvorgänge, die größere und geringere Exaktheit seiner reproduktiven Vorgänge, so hat er sogar ausdrücklich wieder die geschmähte Selbstbeobachtung in ihre Rechte eingesetzt. Denn der Mensch kann wohl nur über seine psychischen Vorgänge berichten. Seine Gehirnspuren sieht er doch nicht.

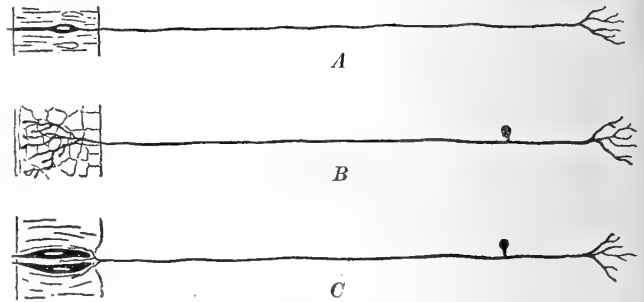
Daß das Buch *Bechterew* im Prinzip verfehlt ist, darüber kann wohl ein Zweifel nicht sein. Ist es deshalb wertlos? Es wäre falsch, das zu behaupten. Gemäß der Eigenart seines Standpunktes bevorzugt *v. Bechterew* diejenigen psychologischen Stoffe, bei welchen auch das Experiment eine Rolle spielt. Und die Kapitel, in welchen das geschieht, zeigen *B.* von seiner starken Seite. Hier beherrscht er nicht nur den Stoff als Meister, sondern bereichert ihn auch durch wertvolle eigene Untersuchungen, die er zum Teil mit neu erfundenen Apparaten durchgeführt hat. Wegen dieser einen großen Raum einnehmenden Ausführungen kann das Buch *B.s* trotz allem empfohlen werden. Und schließlich, auch der Irrtum ist zuweilen schön. Das Buch ist, wie man es bei einem Forscher wie *Bechterew* nicht anders erwarten kann, mit großem wissenschaftlichen Ernst geschrieben und liest sich, trotzdem es eine Übersetzung ist, wie ein Original.

J. Rülff, Bonn.

Parker, George Howard, The relation of smell, taste, and the common chemical sense in vertebrates. Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Vol. 15 second Series, 1912, p. 221—234.

In Fortsetzung früherer Versuche studiert der Verfasser an einigen Fischen die Reaktionen, welche durch Reizung mit Säuren, Alkalien, Salzen, Chinin und Zucker zu erhalten sind, wenn diese Stoffe in der Mundregion, am Rumpf oder am Schwanz einwirken, und sucht die Reaktionen als Ausdruck eines „allgemeinen chemischen Sinnes“ zu interpretieren. Zucker war nirgends wirksam. Salze lösten wesentlich bei Anwendung auf die Mundregion Reaktionen aus; soweit sie an Rumpf und Schwanz überhaupt wirkten, geschah dies erst bei sehr hohen, wohl osmotisch wirkenden Konzentrationen. Durch Säuren und Alkalien konnten schon bei hoher Verdünnung Reaktionen ausgelöst werden. Auch gegen sie war die Mundregion stets viel empfindlicher als der übrige Körper. Durch umsichtig durchgeführte Durchschneidungsversuche an den verschiedenen Nerven konnte *Parker* feststellen, daß die Fluchtreaktionen, welche die Reizung mit Säuren oder Alkalien bewirkt, nur mit Hilfe der freien Nervenendigungen zustande kommen, die von den Spinalnerven aus innerviert werden. Die Reaktionen, welche bei Reizung mit einem eßbaren Köder zu erhalten sind, werden durch Vermittlung von Sinnesknospen ausgelöst, die nicht nur im Munde liegen, sondern auch in der Körperhaut vorhanden sind, und von dem accessorischen lateralen Aste des siebenten Gehirnnerven versorgt werden. Der Nervus Olfactorius hat an allen diesen Reaktionen keinen Anteil, ebensowenig der Nerv der Seitenlinie. In einer allgemeinen Betrachtung über die chemischen Sinne der Wirbeltiere unterscheidet der Verfasser drei Arten solcher Sinne: den Geruchssinn, als dessen Kennzeichen die Art der nervösen Verbin-

dung anzusehen ist, die Fig. A zeigt, und der durch seine Erregbarkeit für hochverdünnte Stoffe als Sinn, der auf die Entfernung wirkt, zu betrachten ist; den Geschmackssinn, dessen Enden mit besonderen Geschmacksknospen ausgestattet sind, wie Fig. C zeigt, und der erst bei höheren Konzentrationen auf kurze Entfernung in Aktion tritt; und den „allgemeinen chemischen Sinn“, der durch die freien Nervenendigungen vermittelt wird, wie sie Fig. B zur Darstellung bringt. Die Bezeichnung dieses letzteren Sinnes als



eines chemischen Sinnes gibt zu einigen Bedenken Anlaß. Der Nachweis, daß die Säuren auf die Organe dieses Sinnes nach Maßgabe ihrer Wasserstoff-Ionenkonzentration einwirken, wie wir es für den Geschmackssinn beim Menschen kennen, ist durch *Parkers* Versuche nicht erbracht, ja die Beobachtung, daß Salzsäure, Salpetersäure und Schwefelsäure ebenso stark wirken, wie die viel weniger stark dissoziierte Essigsäure, widerspricht direkt dieser Annahme, in der der Verfasser ein wichtiges Argument für die Natur dieses Sinnes als eines chemischen Sinnes erblickt. Wertvoller scheint dem Referenten der Vergleich mit der Reizbarkeit für chemische Reize, die wir beim Menschen an den von außen zugänglichen Schleimhäuten der Nase und des Mundes sowie an der Bindehaut des Auges beobachten, und die *Parker* gleichfalls als Ausdruck eines allgemeinen chemischen Sinnes auffaßt: denn diese dürfte in der Tat durch die freien Nervenenden vermittelt werden. Für diese Nervenenden aber stellen chemische Reize durchaus nicht die adäquaten Reize dar, vielmehr reagieren sie ebenso auf genügend starke mechanische oder thermische Reize, und die Empfindung, die sie subjektiv vermitteln, nennen wir „Schmerz“. Der Nachweis, daß für die freien Nervenenden in der Fischhaut die chemischen Reize adäquate Reize seien, ist in keiner Weise erbracht, und so scheint es näherliegend, aus der Analogie mit den freien Nervenendigungen beim Menschen den Schluß zu ziehen, es handle sich bei den Fischen gleichfalls um Schmerzsinnesorgane, als dem Menschen einen neuen „allgemeinen chemischen Sinn“ zuzusprechen.

A. Pütter, Bonn.

Morgan, C. Lloyd, Instinkt und Erfahrung. Autorisierte Übersetzung von Dr. R. Thesing. Berlin. Julius Springer, 1913. VI, 216 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 6,80.

Lloyd Morgan verdanken wir ausgezeichnete Untersuchungen über das Verhalten der Jungen höherer Wirbeltiere, besonders der Vögel. Die Erörterungen, die auf der gemeinsamen Tagung dreier psychologischer Gesellschaften im Sommer 1910 in London gepflogen wurden, gaben ihm Gelegenheit, seine tierpsychologischen Erfahrungen im Rahmen seiner Anschauungen über das Lebensproblem und seine allgemeine philosophische Stellung überhaupt darzulegen. Aus dieser Veranlassung ist das vorliegende Buch entstanden.

Dadurch, daß die Ausführungen sich zum großen Teil in der Form der Debatte bewegen, kommen auch andersgeartete Meinungen zum Ausdruck, und *Morgans* Ansichten treten vielfach scharf konturiert hervor. Es erledigt sich aber aus eben diesem Grunde die Lektüre nicht so glatt und ungestört, wie wenn die Mitteilungen ohne Polemik gemacht würden.

Morgans philosophische Stellungnahme charakterisiert folgendes: „Es ist das Ziel der Wissenschaft, eine möglichst allgemeine Erklärung für die Naturerscheinungen in allen ihren Verknüpfungen zu geben, einschließlich der Bewußtseinsbeziehungen, die sich zur Erfahrung synthetisieren. Die Wissenschaft versucht aber keine Antwort, ja sie gibt nicht einmal den leisesten Hinweis auf die Frage: Was ist die Ursache aller Erscheinungen? Diese Frage ist eine rein metaphysische . . .“ (p. 2), und *Morgan* hat nicht die Absicht, derartige Probleme zu behandeln. „Je strenger wir die wissenschaftlichen Probleme von den metaphysischen scheiden, um so besser wird es für uns beide sein: für die Wissenschaft wie für die Metaphysik“ (p. 213).

Unter solchen Voraussetzungen geht *Morgan* daran, die Instinkthandlungen zu analysieren, um dadurch etwas über die instinktive Erfahrung zu ermitteln, die diese Handlungen begleitet. Auf diese Weise soll versucht werden, eine Vorstellung zu gewinnen, wie die individuelle Erfahrung begonnen hat. Die Instinkthandlungen werden als fertig auftretende, von der Erfahrung unabhängige Handlungen definiert, die für das Individuum zweckmäßig sind, zur Erhaltung der Art beitragen und die von allen Vertretern einer mehr oder minder geschlossenen Tiergruppe in gleicher Weise ausgeführt werden und durch Erfahrung modifizierbar sind. Das initiale Verhalten eines jungen höheren Wirbeltieres ist instinktiv bestimmt. Aber bereits die erstmalige Ausführung der Instinkthandlung bedeutet zugleich eine Erfahrung, die auf die nun folgenden Phasen der instinktiven Folge verändernd einzuwirken vermag. Die spezifische Bestimmtheit des instinktiven Handlungstypus ist eine ererbte Eigenschaft, die auf der erbten Struktur des Nervensystems beruht. Insbesondere wird sie bedingt durch die erbliche Disposition der Neuronen der subkortikalen Hirnzentren. Die begleitende Erfahrung jedoch ist mit der funktionellen Tätigkeit der Hirnrinde verknüpft.

Physiologisch erscheinen die Instinkte samt den synthetischen Produkten der Erfahrung als das Ergebnis komplizierter Reflexitätigkeit. Nach dem Urteil berufener Forscher tritt dazu in bezug auf die Rindenprozesse nichts wesentlich Neues. Es handelt sich immer nur um die Einschaltung neuer Gruppen von Nervenbahnen, die assoziative Verbindungen zwischen den individuell erworbenen Erfahrungen ermöglichen.

Nach diesen Grundlegungen geht *Morgan* daran, sich mit den Ansichten anderer Autoren auseinanderzusetzen, wobei er sich vielfach der Grenze nähert, die seine Erfahrungswissenschaft von dem Bereich der „Metaphysik des Urgrundes“ trennt. Einen breiten Raum nimmt in den Kapiteln über Naturwissenschaft und Erfahrung, über die Philosophie des Instinkts und über Finalismus und Mechanismus die Kritik der Entelechie *Drieschs*, der Lebensschwungkraft *Bergsons* und der psychischen Entität *Mc Dougalls* ein.

„Wenn *Driesch* sagt, die Entelechie sei ein Naturagens, das organische Prozesse reguliert, daß die Entelechie unser Gehirn benutzt wie ein Klavierspieler sein Instrument, daß die Aufgabe der Entelechie der Auf-

bau des Organismus sei, dann kann ich ebensogut danach fragen, ob die Kristallisation ebenfalls ein Naturagens ist, das die Kristallisationsprozesse reguliert und kontrolliert, ob die Gravitation das Sonnensystem benutzt wie ein Klavierspieler sein Instrument, ob es die Aufgabe einer Reihe solcher Agentien ist, das Weltall aufzubauen. Ich will zu erfahren suchen, was Kristallisation, Gravitation, Organisation usw. tun, wenn sie nicht auf ihrem Klavier spielen, und ob wir überhaupt einen Beweis haben können für ihre von ihrem Beruf als Instrumentenspieler unabhängige Existenz.“ (p. 114.)

Über die Bedeutung der Philosophie *Bergsons* für die biologische Forschung fällt *Morgan* ein ganz ähnliches Urteil, wie ich es unabhängig davon in dieser Zeitschrift (Bd. 1, Seite 795) geäußert habe: „Bei aller Hochachtung für *Bergsons* poetischen Genius — denn seine Lehre vom Leben hat mit Poesie mehr zu tun als mit Wissenschaft — zeigt uns seine leichtfertige Kritik der großartigen und echt wissenschaftlichen Verallgemeinerungen *Darwins* doch nur, in welchem Maße die Vermengung von wissenschaftlichen und metaphysischen Problemen das Urteil trübt und den Fortschritt der Biologie gefährdet. Die „Entstehung der Arten“ hat drei Biologengenerationen eine Richtschnur gegeben. In der „schöpferischen Entwicklung“ suche ich jedoch vergebens einen Hinweis auf ein Arbeitsverfahren, es sei denn, daß wir die Erklärung der biologischen Erscheinungen außerhalb der Biologie zu suchen hätten.“ (p. 131.)

Methodische Untersuchungen über die Beziehungen von Biologie und Psychologie wie das Buch von *Lloyd Morgan* können gerade jetzt von großem Nutzen sein; denn die Tierpsychologie läuft bei dem leidigen Streite der „Krallisten und Antikrallisten“ infolge der unverantwortlichen Vernachlässigung aller Prinzipienfragen Gefahr, auf dem einen Wege zu *Ludwig Büchner* und auf dem anderen zu *Descartes* zurückzukehren.

Die von Frau Dr. *R. Thesing* besorgte Übertragung des Morganschen Buches ins Deutsche ist musterhaft.

J. Schawel, Jena.

Johannsen, W., Elemente der exakten Erbliehkeitslehre. 2. Aufl. Jena, Gustav Fischer, 1913. XI, 724 S. u. 33 Fig. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 16,—.

Für Jeden, der auf dem Gebiete der Erbliehkeitslehre arbeitet oder den Problemen die Variation, Erbliehkeit und Artbildung Interesse entgegenbringt — und bei welchem Biologen ist dies nicht der Fall? — muß das Erscheinen einer neu bearbeiteten und sehr erweiterten zweiten Auflage von *W. Johannsens* Werk ein Ereignis bedeuten. Bekannt ist ja, welchen tiefen Einfluß dieser dänische Pflanzenphysiologe durch die Einführung des Begriffs der „reinen Linie“ nicht weniger als durch die in der ersten Auflage betätigte Kritik an vielen herrschenden Meinungen auf die moderne experimentelle Erbliehkeitslehre gewonnen hat. Gewiß, wir sind in letzter Zeit reichlich mit trefflichen zusammenfassenden Darstellungen dieses modernen biologischen Gebietes beschenkt worden — ich erinnere nur an die Bücher von *Baur*, *Haecker*, *Plate* und *Goldschmidt* —, keinem dieser Werke aber ist eine so überlegene persönliche Note zu eigen, wie es bei dem Buche des durch und durch exakten Physiologen der Fall ist. Im Zentrum steht natürlich der Begriff der „reinen Linie“. Ihren Eigenschaften, vor allem den Variationseigentümlichkeiten, die sich daran studieren lassen, und den exakten mathematischen Methoden,

mit denen das möglich wurde, ist über die Hälfte des Buches gewidmet. Ein Vorzug des Buches vor den anderen Genannten besteht auch in der umfassenden, durch Klarheit ausgezeichneten Darstellung und Ableitung dieser mathematischen Methoden, wie sie in bahnbrechender Weise namentlich von *Galton* der Statistik entnommen wurden. Die Lektüre dieser 20 ersten Kapitel kann auch jedem Tier- und Pflanzenphysiologen, der exakte Resultate bei Experimenten mit Organismen anstrebt, nur auf das allerwärmste empfohlen werden.

Übrigens ist diese Auflage ein fast völlig neues und viel umfassenderes Buch geworden. Mit Hochgenuß liest man die eingehende ablehnende Kritik des Neolamarckismus, im besonderen der Mnemelehre, die einen so tiefen Eindruck auf viele Biologen gemacht hat, die Ausführungen über die Macht und über die Ohnmacht der Selektion, über die Bedeutung der Mutationen für die Artbildung usw. Überall erweist sich hier als der Prüfstein das kritische Experiment mit genotypisch „reinem“ Material. Kritische Exaktheit, das ist überhaupt der Grundzug des ganzen Werkes. Ihr verdankt die erste Auflage ihre großen Erfolge, zugleich aber gewiß manche Ablehnung bei solchen Biologen, die durch Tradition gewohnt sind, Glauben und Hypothese auf diesem Gebiete mehr Raum zu gönnen als den durch Experimente ermittelten Tatsachen.

Freilich, wenn man nach Lektüre des Johannsen'schen Buches sich fragt, was wir nun eigentlich nach Ablehnung des Lamarckismus und des Darwinismus und bei den von *Johannsen* entwickelten Ansichten über die Fluktuationen und die Mutationen, über die Entstehung der Arten gegenwärtig auszusagen wissen, so muß man gestehen, daß das Ergebnis der Kritik recht ernüchternd wirkt. Fast ließe sich behaupten, daß die Einsicht in dieses Problem sich in umgekehrtem Verhältnisse zu der seit der Jahrhundertwende erfolgten Entwicklung der exakten Variationslehre vertieft hat! Tatsächlich wissen wir heute weniger denn je darüber, wie die „Arten“ denn nun eigentlich entstanden sind und noch entstehen. Die Schwierigkeiten, vor die uns hier die Forschung der letzten Jahrzehnte zweifellos gestellt hat, drängen mit Notwendigkeit zu der Frage, ob es für die Zukunft wirklich zugänglich bleiben wird, die Begriffe: nicht erbliche Modifikation und Mutation, mit anderen Worten die Begriffe: Phaenotypus und Genotypus so scharf und, ich möchte fast sagen, schematisch zu trennen, wie es der Verfasser für nötig hält. Hier kann ihm der Vorwurf nicht ganz erspart bleiben, daß er doch den modernen, sehr bedeutsamen Arbeiten über die Variationen bei Mikroorganismen durch seine Kritik nicht ganz gerecht geworden ist. Sie einfach mit der Bemerkung abzutun, daß bei Mikroorganismen die Gefahr der Infektion von Kulturen gar zu nahe liege, das ist doch wohl nicht mehr zugänglich, wenn man diese Arbeiten eingehend verfolgt hat. Und gerade ihre Ergebnisse könnten dem Begriffe der reinen Linie recht gefährlich werden; mit ihnen vor allem wird sich einmal der Schöpfer dieses Begriffes eingehend auseinanderzusetzen haben. Diese Ausstellung soll aber nicht mehr als eine Anregung sein für eine gewiß bald nötige dritte Auflage. Sie vermag den Gesamteindruck des ganzen Werkes nicht zu trüben; es ist noch mehr als bei der ersten Auflage glänzend. Und wir dürfen dem Autor außerdem gratulieren zu der Meisterschaft, mit der er nicht bloß die deutsche Sprache, sondern auch unsere klassische Literatur beherrscht! *Fitting, Bonn.*

Goldschmidt, R., Einführung in die Vererbungswissenschaft in zweiundzwanzig Vorlesungen für Studierende, Ärzte und Züchter. Zweite völlig umgearbeitete und stark vermehrte Auflage. Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1913. XII, 546 S. und 189 Abbildungen. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Schon in seiner ersten Auflage war *Goldschmidt's* Buch unter den Werken, die in den letzten Jahren als lehrbuchartige Darstellungen der Vererbungswissenschaft erschienen sind, als Einführung deshalb am meisten zu empfehlen, weil in ihm in sehr geschickter Weise aus dem riesigen angesammelten Material gerade so viel ausgewählt ist, daß alle heute für wesentlich geltenden Erscheinungen der Vererbung mit guten Beispielen belegt sind. Der Anfänger findet in *Goldschmidt* einen verlässlichen Führer und der Erfahrenere einen klaren und nüchternen Beurteiler, der sein Gebiet auch über die engeren Grenzen hinaus gründlich kennt. Diese Vorzüge sind in der zweiten Auflage noch gesteigert. Vor allem hat der den Stoff beherrschende Gedankengang eine Vertiefung erfahren, was schon in einer sinnvollen Neuordnung und Gliederung des Vorgetragenen zum Ausdruck kommt. Die Vermehrung des Stoffes hat glücklicherweise kein für eine Einführung unzweckmäßiges Anschwellen des Umfangs zur Folge gehabt. Trotz zahlreicher zerstreuter Einfügungen, zweier neuer Vorlesungen und 28 neuer Abbildungen ist der Text nur um 46 Seiten vermehrt worden.

Nach einem kurzen Überblick über die Problemstellung der herrschenden Vererbungslehre wird, um dem Anfänger für die Folge etwas Vorstellbares zu vermitteln, sehr zurückhaltend über die Zelle als materielles Substrat der Vererbungserscheinungen orientiert. Bei der Darstellung der Variabilität folgt *Goldschmidt* der Methodik *Johannsens*, ohne sich allzu streng zu binden und über das Allgemeinverständliche hinauszugehen. In den Vorlesungen, die die Bastardierung als Mittel zur Analyse der Erbllichkeit behandeln, wird ein gemilderter, von Einseitigkeiten freier Mendelismus gelehrt. Hier und dort erhebt eine originelle Bemerkung. Am meisten Eigenes enthält wohl das ausführliche Kapitel über die Bestimmung des Geschlechtes, das daher für den Neuesuchenden Leser das interessanteste des Buches ist. Hinsichtlich der Pflropfbastarde und Chimären teilt *Goldschmidt* die heute fast allgemein geltende Anschauung, daß den Chimären zwar eine hohe entwicklungsphysiologische Bedeutung zukommt, die Fundamente der geltenden Befruchtungs- und Vererbungslehre durch sie aber nicht erschüttert werden. Von den Möglichkeiten der Entstehung neuer Eigenschaften werden die Mutationen und die Vererbung erworbener Eigenschaften besprochen. In beiden Fällen wird eine Übersicht über die vorliegenden Beobachtungen und Versuche gegeben und ein abwartendes Urteil gefällt, das künftiger Präzisierung durch den Fortgang der Forschung das Feld offen läßt. Im allgemeinen sind die zoologischen Tatsachen in den Vordergrund gestellt; aber auch das botanische Material ist überall herangezogen, wo es von besonderer Bedeutung ist. Der Anwendung der Vererbungsgesetze auf den Menschen ist eine besondere Vorlesung gewidmet.

J. Schaxel, Jena.

Roux, W., Über die bei der Vererbung von Variationen anzunehmenden Vorgänge, nebst einer Einschaltung über die Hauptarten des Entwicklungsgeschehens. Zweite, verbesserte Ausgabe. (Vortr. u. Aufs. II.)

Entw.-mech., hrsg. von W. Roux, Heft XIX.) Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1913. V, 68 S. Preis M. 2,—.

Die hier in Buchform vorliegenden, sehr wertvollen theoretischen Erörterungen des Begründers der Entwicklungsmechanik erschienen zuerst 1911 in der nicht jedermann zugänglichen Brünner *Mendel-Festschrift*. Ihre nochmalige Publikation ist sehr zu begrüßen; denn sie sind ein vorbildliches Beispiel gedanklicher Analysis, wie sie der suchenden Forschung auf wenig exploriertem Gebiete vorausgehen muß. Alles Experimentieren nützt nichts, wenn die Idee fehlt, d. h. das Wissen um den Weg und das Ziel.

Roux geht aus von *Weismanns* Scheidung des Lebewesens in das mehr oder weniger entwickelte Individuum (Soma) und den darin eingeschlossenen, zur Produktion neuer Lebewesen dienenden Keimstoff (Keimplasma, Blastos). Eine Variation des Keimplasmas wird unter bestimmten Bedingungen erhalten bleiben und die aus solchem Keimplasma hervorgehenden Individuen werden ihren Eltern gegenüber neue Eigenschaften aufweisen, die sie an ihre Nachkommen weitergeben. Als Bedingungen für die Vererbung einer Keimplasmavariation werden geltend gemacht:

1. Selbstassimilationsfähigkeit des variierten Keimplasmas;
2. Sicherung der eigenen Qualität durch Selbstregulation;
3. Sichbewähren im Kampfe um Nahrung und Raum unter gleichartigen Bionten;
4. Nichtverändertwerden bei der Copulation durch das Keimplasma des anderen Geschlechts;
5. Nichtstören der bereits bewährten Keimplasmastruktur und Nichtstörendwirken auf die Entwicklung der anderen Teile.

Da frühzeitig in der Ontogenese aktivierte Keimplasmavariationen meist den Lauf der Entwicklung stören, so speichern sich bloß solche neue Variationen in der Phylogenese auf, die erst gegen das Ende der jeweiligen Ontogenese entwickelt werden. Das von *Haeckel* im sog. biogenetischen Grundgesetz zusammengefaßte Rekapitulationsgeschehen will Roux in diesem Sinne verstanden wissen, womit er freilich nach Ansicht des Referenten der Bedeutung von *Haeckels* Gesetz ebensowenig wie bei anderen gelegentlichen Bemerkungen gerecht wird.

Zeigt sich schon die Vererbung von Keimesvariationen als ein überaus vielseitig bedingtes Geschehen, so gestalten sich die eine Vererbung somatischer Variationen („erworbener Eigenschaften“) ermöglichen den Bedingungen noch viel komplizierter. Bereits 1882 äußerte Roux darüber: „Infolge der Einfachheit der direkten Fortpflanzungskörper muß jede von den Eltern im Stadium der begonnenen oder vollendeten Entwicklung . . . erworbenen Eigenschaft bei der Übertragung auf das Ei bzw. auf das Spermatozoon in eine nichtdifferenzierte Qualität verwandelt werden. Diese „Zurückverwandlung“ des „*Explicitum*“ in ein Einfaches, Unentwickeltes, in ein *Implicitum* muß als das Wesen und damit als das eigentliche Problem der Vererbung betrachtet werden . . .“ Das zu dieser Vererbung anzunehmende Vererbungsgeschehen ist dreierlei Art:

1. die Translatio hereditaria, die Übertragung einer Veränderung des mehr oder weniger entwickelten Individuums, also des Soma, auf das Keimplasma;
2. die Implikation oder blastoide Metamorphose, die Umwandlung der neuen Eigenschaft des mehr oder

weniger entwickelten Soma in eine dem Keimplasma entsprechende Beschaffenheit;

3. die blastogene Insertion der neuen Determinationen an die geeignete Stelle des Keimes.

Der Erörterung solchen Geschehens im einzelnen, schickt Roux eine ausführliche Begriffsbestimmung über die Hauptarten des Entwicklungsgeschehens voraus. Er stellt seine Begriffe der Neoeypigenese und der Neoevolution auf und kommt für die Ontogenese zu der Annahme, daß sie eine Kombination beider Entwicklungsweisen ist. Diese als „Einschaltung“ gegebene lehrreiche Darlegung verdient besondere Beachtung.

Der Referent erlaubt sich hier auf seine von Roux noch nicht herangezogenen Beiträge zu diesen Fragen zu verweisen, die sich in seiner *cytol. Analysis der Entwicklungsvorgänge* (*Zool. Jahrb., Abt. f. Anat. u. Ontog.*, Bd. 34—38, 1912—14) finden.

Schließlich wird noch die Möglichkeit der sog. Parallelinduktion erwogen. Sie wird so gedacht, daß die äußere alterierende Einwirkung nicht bloß auf das Soma, sondern auch auf die in ihm eingeschlossenen Keimzellen wirkt und beide zugleich und in gleichem Sinne verändert. Es käme also ohne Translatio usw. vom Soma erworbener Eigenschaften äußerlich derselbe Effekt zustande. Diese Annahme mag für diffuse Einwirkungen (thermische, chemische) dann Geltung haben, wenn die somatischen Zellen noch Vollkeimplasma enthalten. Da dieses somatische Keimplasma gleich dem generativen, der in demselben Individuum enthaltenen Keimzellen ist, so wird, sofern die äußere Einwirkung in gleicher oder eventuell in abgeschwächter Weise bis zu dem generativen Keimplasma vordringt, auch dieses Keimplasma eine gleichartige Veränderung wie das somatische Keimplasma, vielleicht etwas abgeschwächt, erfahren (biskeimplasmatische Parallelinduktion).

Die Annahme von Vollkeimplasma in den Somazellen empfiehlt sich bei allen den Tieren, bei denen eine gesonderte Keimbahn nicht nachweisbar ist oder gar die Bildung der Keimdrüsen von differenzierten Somazellen aus stattfinden soll.

J. Schaezel, Jena.

Asher, Leon, *Der Anteil einfachster Stoffe an den Lebenserscheinungen*. Bern, Max Drechsel, 1913. 29 S. Preis M. 0,75.

Es ist noch nicht lange her, da konnte man in den verbreitetsten Lehrbüchern biologischer Disziplinen lesen, die lebendige Substanz enthalte als charakteristischen Bestandteil, der sie wesentlich von allen anderen stofflichen Systemen unterscheide, Eiweiß, ja sie sei nichts weiter als Eiweiß, und zwar eine besondere Modifikation des Eiweiß: „lebendiges Eiweiß“. In dieser Darstellungsweise wurde gar nicht zum Ausdruck gebracht, daß ebenso wie die Eiweißkörper notwendige Bedingungen für das Leben bedeuten, noch eine ganze Reihe anderer Stoffe existieren, und in keiner Form der lebendigen Substanz fehlen, die ebenso wie das Eiweiß notwendige Bedingungen des Lebens sind, z. B. die Kohlehydrate und die Lipide. Stellen alle die genannten Stoffe verwickelt gebaute organische Verbindungen dar, so haben die letzten Jahre immer deutlicher gezeigt, daß nicht minder unentbehrlich wie sie auch eine ganze Reihe einfachster Verbindungen sind, Salze, die man früher als mehr oder weniger zufällige Beimengungen, fast als Verunreinigungen der lebendigen Substanz ansah, und von denen wir immer mehr erkennen, daß sie eine bedeutende Rolle beim Ablauf der

verschiedensten Lebenserscheinungen spielen. In einem akademischen Vortrage macht *Asher* die Ergebnisse der Forschungen, die zu dieser Einsicht geführt haben, in klarer allgemein verständlicher Form einem größeren Kreise zugänglich. Die kleine Schrift wird vielen höchst willkommen sein, die sich über dieses interessante Forschungsgebiet orientieren wollen.

A. Pütter, Bonn.

Astronomische Mitteilungen.

Eine endgültige Bahnbestimmung des interessanten Kometen *Swift* oder 1892 I liegt von *Dr. E. Kühne* (Königsberg) vor. Dieser Himmelskörper bildete seinerzeit eine der glänzendsten Kometenerscheinungen seit dem großen Septemberkometen von 1882 und konnte überall 11 Monate hindurch genau beobachtet werden. Auch zu wichtigen astrophysikalischen Untersuchungen spektralanalytischer und photographischer Art gab dieser mit einem großen Schweif ausgestattete Komet Veranlassung; endlich konnten sogar die Bewegungen der Schweifteilchen auf Grund von ausgezeichneten, von *Prof. Wolf* (Heidelberg) erhaltenen Photogrammen des Kometenschweifes genau untersucht werden. Die vorliegende Arbeit von *Dr. Kühne* befaßt sich lediglich mit den dynamischen Vorgängen bei dem Kometen 1892 I und knüpft dabei an die von *Prof. Berberich* hergeleiteten elliptischen Bahnelemente jenes Kometen an unter besonderer Berücksichtigung der von den großen Planeten Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn ausgeübten Störungen. Von besonderem Interesse ist die nach den definitiven, die Kometenörter sehr gut darstellenden Elementen sich ergebende Umlaufszeit jenes Haarsterns in Höhe von 24 484 Jahren, die mit einem mittleren Fehler von 372 Jahren hergeleitet werden konnte.

Durch den Tod des Astronomen *Sir David Gill* hat nicht nur die englische, sondern auch die gesamte astronomische Wissenschaft einen schmerzlichen Verlust erlitten. *David Gill* war ohne Zweifel der erste unter den englischen Astronomen der Gegenwart. 1843 zu Aberdeen in Schottland als Sohn eines Uhrmachers geboren, trat er als 19jähriger junger Mann in das Geschäft seines Vaters, widmete sich jedoch in seinen Mußstunden astronomischen Studien. 1868 errichtete *David Gill* aus eigenen Mitteln eine kleine Privatsternwarte, auf der er eine emsige wissenschaftliche Tätigkeit entfaltete. Schon vier Jahre später wurde er vom *Earl of Crawford* (dem damaligen *Lord Lindsay*) nach Dunecht gerufen, um im Auftrage jenes englischen Mäzens für Astronomie daselbst ein großes Privatobservatorium einzurichten. Von 1874 bis 1878 ging *Gill* im Auftrage der englischen Regierung als Astronom auf mehrere wissenschaftliche Expeditionen ins Ausland; 1874 nach Mauritius zur Beobachtung des Venusvortüberganges vor der Sonne, 1875 nach Ägypten für Vermessungen und 1877 nach der Insel Ascension, um aus Marsbeobachtungen die Entfernung Sonne—Erde, das kosmische Meter, zu bestimmen. Bereits im Jahre 1879 wurde *David Gill* als ebenso begabter Astronom wie energischer Forscher von der englischen Regierung zum „Königlichen Astronomen“ (Astronomer Royal) und Direktor der südafrikanischen Kap-Sternwarte ernannt. Dort hat *Gill* etwa 20 Jahre hindurch eine außerordentlich

fruchtbare und großartige Tätigkeit auf astronomischen, geodätischen und geophysikalischen Wissensgebieten entfaltet, die seinen Namen unter die Reihe der größten Astronomen des 19. Jahrhunderts versetzten. Am bekanntesten sind die unter seiner Leitung durchgeführte photographische Durchmusterung des südlichen Sternenhimmels und seine muster-gültigen geodätischen Vermessungen in Südafrika. Seit etwa 14 Jahren lebte *Sir David Gill*, der auch auswärtiges Mitglied der Berliner Akademie der Wissenschaften und Ritter des preußischen Ordens „Pour le Mérite“ war, als Privatgelehrter, aber überhäuft mit allen wissenschaftlichen und staatlichen Ehrenbezeugungen des Inlandes wie des Auslandes, in London, wo sein gastliches Haus den Mittelpunkt für fremde und einheimische Gelehrte aller astronomischen Wissenszweige bildete. Mit *Sir David Gill* ging nicht nur ein großer und erfolgreicher Gelehrter dahin, sondern auch ein Mann von seltener Verstandesstärke und Gemütsstärke, der weit über die Grenzen seines Vaterlandes, das er oft bei wissenschaftlichen Kongressen und amtlichen Konferenzen im Auslande glänzend vertrat, sich ein dauerndes Andenken erworben hat.

Über die Bewegung des großen Andromeda-Nebels veröffentlicht der amerikanische Astronom *Dr. Slipher* im *Lowell-Bulletin* Nr. 58 eine bemerkenswerte Untersuchung, die für jenes elliptisch geformte Nebelgebilde die überraschend große Geschwindigkeit von 300 km in der Sekunde nach der Sonne hin ergibt. Die Resultate der verschiedenen Aufnahmen stimmen unter sich sehr gut, aber es bleibt noch abzuwarten, ob nicht etwa ein konstanter Fehler in jenen spektrophotographischen Ausmessungen *Sliphers* übrig geblieben ist, wodurch im Gegensatz zu den früheren Untersuchungen über die Bewegung des Andromeda-Nebels so hohe Geschwindigkeiten erzeugt sein könnten.

Für den zuletzt von *Delavan* entdeckten Kometen 1913 f gibt *Van Biesbroek* (Sternwarte Uccle bei Brüssel) in Nr. 4711 der *Astronomischen Nachrichten* eine die Beobachtungen des Kometen im Januar d. J. gut darstellende Ephemeride, wonach jener recht lichtschwache Komet von der 10½. Größenklasse der Sonne am 26. Oktober d. J. erst nahekommen wird. Seine Position ist gegen Mitte Februar d. J. in Rektascension bei 2 h 40 m und in Deklination 1° nördlich vom Himmelsäquator.

Neues vom Planeten Mars. Von der nordamerikanischen Lowell-Sternwarte in Flagstaff (Arizona) kommt die telegraphische Nachricht, daß in dem neuen daselbst aufgestellten Spiegelteleskop von 40 Zoll Öffnung die Marskanäle sich auch als scharf begrenzte geometrische Linien zeigen sollen. Diese Wahrnehmung würde mit den entsprechenden früheren Messungen im größten Linsenteleskop auf der Yerkes-Sternwarte (40 zölliger Refraktor) im Widerspruch stehen, und es bleibt daher eine weitere Aufklärung dieser Angelegenheit abzuwarten.

A. Marcuse.

Berichtigung.

In der Zuschrift des Herrn Professor *Dr. Joseph* in Heft 5, S. 112, linke Spalte, 10. Zeile von unten, hat die Druckerei einen sinnstörenden Druckfehler verschuldet. Es muß dort heißen anstatt „Entwurf“, richtig: „Einwurf“.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 9.

27. Februar 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie. Von *Dr. Wilh. Eckardt, Essen.* S. 193.

Über frost- und schneefreie Zeiten im Deutschen Reiche. Von *Dr. Wilhelm Richter, Hamburg.* S. 196.

Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen. Von *Privatdozent Dr. Oskar Baudisch, Zürich.* S. 199.

Über die Bedeutung der Eigenfrequenzen in der Chemie. Von *Dr. Alfred Reis, Berlin.* S. 204.

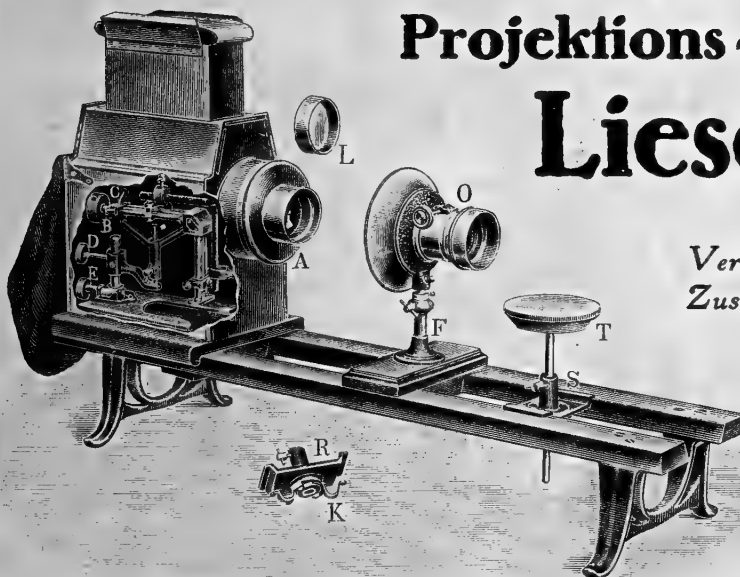
Besprechungen. S. 210.

Astronomische Mitteilungen. S. 211.

Chirurgische Mitteilungen. S. 212.

Botanische Mitteilungen. S. 215.

Paläontologische Mitteilungen. S. 216.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk · Berlin-Nonnendamm



Universalwiderstand mit zwei Schiebern und zwei Widerstandselementen, die in beliebiger Schaltung und auch unabhängig von einander verwendet werden können

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Konstitution und Vererbung in ihren Beziehungen zur Pathologie.

Von Professor Dr. Friedrich Martius,

Geheimer Medizinalrat, Direktor der Medizinischen Klinik an der Universität Rostock.

Mit 13 Textabbildungen.

Preis M. 12.—; in Halbleder gebunden M. 14.50.

(Bildet einen Band des Allgemeinen Teils der „Enzyklopädie der klinischen Medizin“, herausgegeben von L. Langstein-Berlin, C. von Noorden-Frankfurt a. M., C. von Pirquet-Wien, A. Schittenhelm-Königsberg i. Pr.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: S. III — Julius Springer, Berlin: S. II u. III — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: S. III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., S. II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

27. Februar 1914.

Heft 9.

Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie.

Von Dr. Wilh. R. Eckardt, Essen,

Wetterdienstleiter und I. Assistent am Meteorologischen Observatorium.

Zu den unzugänglichsten Gebieten der Geophysik gehört mit in erster Linie das Thema über *das Klima der geologischen Vergangenheit*, sei es das der jüngst vergangenen diluvialen Eiszeit oder das der früheren Perioden. Der Grund davon liegt nicht etwa darin, daß es noch allzusehr an den notwendigen Vorarbeiten auf den benachbarten Gebieten fehlt, wohl aber darin, daß die auf dem Gebiete der Klimatologie einerseits und die auf den Gebieten der Geologie und Paläontologie andererseits gewonnenen Resultate anscheinend einander widersprechen. Auch heute noch erscheint vielfach die Kluft schier unüberbrückbar, und selbst neue Arbeiten lassen nur eine pessimistische Resignation erkennen oder negieren die Möglichkeit einer richtigen Erkenntnis überhaupt. Dennoch läßt sich auch das paläothermale Problem in wesentlichen Punkten seiner Lösung näher bringen. Wir wollen im folgenden die wichtigsten Grundlagen, Hypothesen und Theorien der paläoklimatologischen Forschung kurz erörtern und auf ihren Wert prüfen.

Lange Zeiten hindurch war das Klima der Erde *gleichmäßiger* als in der Gegenwart. Die Gründe hierfür hat man in *einer ehemals höheren Sonnenwärme* oder in einer *Beeinflussung der Temperatur an der Erdoberfläche seitens der inneren Erdwärme* suchen zu müssen geglaubt. Allein was die Beeinflussung der Temperatur seitens des Erdinnern anlangt, so weisen die ältesten Fossilien führenden Schichten, die dem Urgestein aufliegen, nirgends Kontakterscheinungen auf, wenn die innere Erdwärme ihre Wirkung auf das Klima der älteren Erdperioden geltend gemacht hätte¹⁾.

Ebensowenig kann aber auch bezüglich des anderen Grundes von einer kontinuierlichen Wärmeabnahme auf der Erde von den ältesten Perioden bis auf den heutigen Tag die Rede sein. Denn schon im Cambrium waren mächtige Eisdecken vorhanden, und wenn wir die devonischen und gar permokarbonischen Eisbildungen uns vergegenwärtigen, dann kommen wir eher zum gegenteiligen Schluß, daß damals feuchtkühles Klima bis in das Paläozoikum hinein die Regel war, und daß erst vom Ende dieses

Zeitalters an bis zum Anfang der Tertiärzeit die pliothermen Zustände in den geologischen Klimaten der Erde vorhanden sind. Aber auch während des gesamten mesozoischen Zeitalters kann kein gleichförmiges Klima auf der Erde geherrscht haben, sondern höchstens ein gleichmäßigeres. Denn bei der Sphäroidform des Erdkörpers können zonale klimatische Unterschiede keineswegs erst ein Merkmal der jüngsten geologischen Formationen sein¹⁾; nur ist es leichter, sie in diesen zu beobachten, weil hier noch die Beziehungen zur heutigen Welt Handhaben bieten.

Nach dem Urteil hervorragender Geologen sollten es in erster Linie auch *Polverschiebungen* gewesen sein (oder neuerdings auch *partielle, bzw. holosphärische Gleitbewegungen der Erdkruste über den festen Erdkern*), mit deren Annahme sich die Eigentümlichkeiten der geologischen Klimate erklären ließen. Vor allem wurden solche Hypothesen zur Erklärung des permokarbonen und diluvialen Eiszeitphänomens herangezogen.

Ganz abgesehen davon, daß es von vornherein mehr als bedenklich ist, mit unerklärten Hypothesen Erklärungen geben zu wollen, müssen dieselben schon aus folgendem Grunde ausscheiden: Wenn es nur auf die physikalischen Bedingungen der Vereisungen ankäme, für welche die polaren Breiten an sich ja wohl prädisponiert sein mögen, so hätten wir nicht nur in allen Perioden, sondern auch in allen Schichten Spuren der „Eiszeiten“ zu erwarten. Daß sie gerade am wenigsten gefunden werden, ist bekannt. Denn man kann für eine ganze Anzahl von geologischen Perioden, so z. B. für das gesamte Mesozoikum, behaupten, daß polare Vereisungen damals nicht geherrscht haben können, wo immer man die Pole auch hinverlegen mag.

Aber auch noch aus anderen Gründen ist das Gletscherphänomen unter allen Erscheinungen, aus deren Verbreitung man auf Polverschiebungen zu schließen pflegt, das für diesen Zweck am allerwenigsten geeignete²⁾. Wenn wir z. B. die Verhältnisse der Nordhalbkugel berücksichtigen, so ist hier die maximale Entfaltung der Glet-

¹⁾ W. R. Eckardt, Das Klima der geologischen Vergangenheit und historischen Gegenwart. Sammlung „Die Wissenschaft“ Bd. 31. Braunschweig 1909. — W. R. Eckardt, Paläoklimatologie. Sammlung Göschen. Leipzig und Berlin 1910.

²⁾ Fr. Kerner von Marilaun, Sind Eiszeiten durch Polverschiebungen zu erklären? Bemerkungen zu W. Eckardts „Klimaproblem“. Verh. der k. k. geol. Reichsanstalt. Wien 1909, Nr. 12.

¹⁾ J. Walther, Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig 1908.

scher ebenso wenig wie die Entwicklung der tiefsten Wintertemperaturen an die Gegend des geographischen Poles geknüpft. Der Mittelpunkt des arktischen Gletscherkranzes liegt zwischen 70 und 75° n. Br. nahe der Küste von Grönland, also *weitab* vom geographischen Pol. Das Zentrum der nordhemisphärischen diluvialen Eiskalotte befand sich in ungefähr gleicher Breite nahe der Westküste von Grönland. Es hat demnach seit der diluvialen Eiszeit keine Breitenverschiebung des arktischen Vergletscherungspoles stattgefunden, und die zum heutigen Nordpol sehr exzentrische Lage des Mittelpunktes der diluvialen arktischen Eiskalotte kann somit nicht als Argument zugunsten einer seit der Eiszeit stattgefundenen Polverschiebung gelten. Sie ist im Gegenteil als Beweis für eine der heutigen sehr ähnliche eiszeitliche Lage des Nordpols in Anspruch zu nehmen.

Was ferner das permokarbone Glazialphänomen anlangt, so gelangte *Penck* zu der Ansicht, daß, wenn nicht Polverschiebungen, dann doch zweifellos große Bewegungen der Erdkruste in horizontalem Sinne als eine ernsthaft in Erwägung zu ziehende Arbeitshypothese ins Auge gefaßt werden müßten. Es ist jedoch der Einwand *Pencks*, daß bei einer mittleren Lage des Südpoles zwischen Südafrika, Indien und Australien der Gegenpol in Gebiete zu liegen käme, in denen bisher keinerlei Glazialerscheinungen paläozoischen Alters nachgewiesen werden konnten, in keiner Weise stichhaltig. Denn es wäre sehr wohl möglich, daß manche Gebiete, deren permische Schichten keine Glazialspuren enthalten, dem damaligen Südpole näher gelegen hätten als andere, in deren gleichaltrigen Schichten Grundmoränen vorkommen. Denn der Gegenpol einer polaren Vergletscherung muß nicht unbedingt ebenfalls vergletschert gewesen sein: er hätte infolge einer günstigen Konfiguration des betreffenden Gebietes sehr wohl auch eisfrei sein können. „Würde ein großer Teil des heutigen Südpolarkontinentes versinken, und wären in einer kommenden Epoche nur in Grahamland, Südgeorgien und Patagonien Glazialablagerungen der Gegenwart zu beobachten, so käme der Antipodenpunkt des Zentrums dieser Vergletscherung in die Mitte eines weiten Gebietes zu liegen, dessen gleichaltrige Schichten gar keine Gletscherspuren zeigen, nämlich in die Gegend von Ostsibirien. Gleichwohl wäre es dann nicht berechtigt, aus diesem Umstand den Schluß zu ziehen, daß jene Vergletscherung keine in höheren Breiten ausgedehnte gewesen sein könne.“ Und ein weiteres Beispiel führt *von Kerner* an: „Würden uns die heutigen Verhältnisse als Zeugen einer fernerer Vergangenheit entgegentreten, und wollte man daraus, daß im Himalaya Glazialablagerungen vorhanden sind, im Werchojanskischen Gebirge aber fehlen, den Schluß ziehen, daß das letztere das vom Pol entferntere gewesen sei, so würde das sehr falsch sein.“

Außer Glazialablagerungen können aber auch noch andere Phänomene, die man als „Beweise“ für Polverschiebungen ansieht, ebenso wenig als solche in Betracht kommen — zum mindesten verdienen sie nicht die Bezeichnung „zwingend“. So hat *Fr. von Kerner*¹⁾ gezeigt, daß weder zwei fossile Floren bei einer entgegengesetzten thermischen Abweichung, deren Fundorte unter gleicher Breite auf einem der gegenüberstehenden Meridiane liegen, noch auch der Vergleich zweier auf demselben Meridian in gleicher Nord- und Südbreite vorhandener fossilen Floren ohne weiteres zu einem sicheren Schluß über die Größe und Richtung etwaiger Polverschiebungen führen können. Auch die Ableitung von Polverschiebungen aus dem Nachweise von Lageänderungen der Windgürtel ist nicht in allen Fällen zulässig, da die Geologie vielfach nur unsichere Belege für solche Lageänderungen liefert. Maßgebend ist eben auch hier in erster Linie die Verteilung von Festland und Meer zu den betreffenden geologischen Perioden. Es ist selbstverständlich, daß schon eine sehr bedeutende Landentwicklung in der Äquatorialregion — man denke an die Verhältnisse des Mesozoikums — auf die Lage der Passatzonen nicht ohne großen Einfluß bleiben mußte. Andererseits ergeben sich nach der Bodenkarte in *Berghaus' Atlas der Geologie für Afrika-Europa* und für Asien nachstehende Verbreitungsgrenzen von Bodenarten, die *Fr. von Kerner* mit Recht als Stützpunkte seiner Ansicht benutzt.

	$\lambda = 0-20^\circ E$	$\lambda = 70-110^\circ E$
φ Laterit	10-15	25-30
φ Wüstensand	30-33	44-48
φ Lehm	49-51	73-78

„Würden uns“, meint daher *von Kerner*, „die jetzigen asiatischen Nordgrenzen der für die Kalmenzone, die Passatzone und die Westwindzone bezeichnenden Bodenarten als fossile Grenzen entgegentreten, so würde man auf eine Polverschiebung um 15° schließen, und doch würde es sich um einen auch bei der heutigen Pollage möglichen Befund handeln.“

Nach *Fr. von Kerner*²⁾ hat überhaupt nur ein biologisch wichtiges Phänomen eine streng zonale Anordnung, so daß die einwandfreie Feststellung einer von der heutigen abweichenden Verbreitung dieses Phänomens der sichere Nachweis einer stattgehabten Polverschiebung wäre: die *Polarnacht*.

Man könnte in dieser Beziehung etwa folgenden behaupten:

1. Wenn die in Betracht kommenden Pflanzen die Polarnacht nicht überdauern konnten, und wenn es sich einwandfrei feststellen läßt, daß

¹⁾ Die extremen thermischen Anomalien auf der Nordhemisphäre und ihre Bedeutung für die Frage der geologischen Polverschiebungen. Meteorol. Ztschr. 1905. Heft 10.

²⁾ „Die extremen thermischen Anomalien usw.“ sowie nach einer brieflichen Mitteilung von *Kerners*.

diese ein zum heutigen Pol exzentrisch gelegenes kreisförmiges Gebiet gemieden haben, so wäre das ein schwerwiegendes Argument für eine stattgehabte Polverschiebung: Die einwandfreie Feststellung jener Gebietsmeidung hätte jedoch zur Voraussetzung, daß innerhalb jenes Gebietes die betreffende Formation in derselben limnischen Fazies wie außerhalb desselben entwickelt wäre. Wenn man fossile Pflanzen nur deshalb innerhalb eines zum heutigen Pole exzentrisch gelegenen kreisförmigen Areals nicht fände, weil die Formation marin entwickelt ist, oder wegen Denudation oder Überdeckung mit jüngeren Bildungen nicht zu beobachten ist, so hätte man noch *keinen* Beweis für eine Polverschiebung.

2. Wenn die in Betracht kommenden Pflanzen die Polarnacht nicht überdauern konnten und doch innerhalb der ganzen Polarregion gefunden werden, so müssen sie entweder durch Strömungen des Flüssigen oder Festen, d. h. als Treibholz oder durch Krustenwanderungen, in die Polarregion hineingelangt sein. Polverschiebungen könnten deswegen doch noch stattgefunden haben, aber aus dem Lichtbedürfnis der Pflanzen ließen sie sich nicht beweisen.

3. Wenn die in Betracht kommenden Pflanzen die Polarnacht überdauern konnten, so ist ihr Vorkommen in höchsten Breiten für eine Polverschiebung *nicht* beweisend.

Was Punkt 3 anlangt, so ist es aber aus biologischen Gründen¹⁾ und vor allem nach den von mir selbst experimentell vorgenommenen Untersuchungen, indem ich verschiedene immergrüne Pflanzen der Mediterranzone einer viermonatlichen, mäßig temperierten künstlichen „Polarnacht“ aussetzte, mehr als wahrscheinlich, daß die Pflanzen wirklich die Polarnacht ohne Schaden ertragen konnten. Wenn auch die geologischen Aufschlüsse nicht dazu ausreichen, „um für diese Pflanzen kreisförmige, zueinander konzentrische, aber zum Pole exzentrisch gelegene Verbreitungsgebiete zu rekonstruieren“, so kann man doch soviel sagen, daß die Vorkommnisse tertiärer Pflanzenfundorte einen zusammenhängenden Kranz um den Pol bilden oder, wie der englische Geologe *Hutton* sagt, „eine Kette, aus der der Pol so wenig entkommen kann, wie eine Ratte aus einer Falle, die ringsum von Dachshunden umstellt ist“. Welche Stellung wir auch dem Pole anweisen mögen, jedenfalls liegen ihm Lokalitäten, an welchen karboner Pflanzenwuchs und tertiäre Waldbäume gefunden werden, weit näher als heute die nördliche Grenze des Baumwuchses.

Nächst den Hypothesen über Polverschiebungen und Krustenwanderungen erblickte man eine Zeitlang in dem *wechselnden Gehalt der Atmo-*

sphäre an Kohlensäure die Hauptursache der Änderungen des Klimas im Laufe der geologischen Epochen. Die Theorie gipfelt bekanntlich darin, daß die Perioden höchster Wärme mit den Höhepunkten der vulkanischen Ausbrüche zusammenfallen sollen, und daß andererseits die Gleichzeitigkeit der Rückgänge der Temperatur und der Tiefpunkte eruptiver Tätigkeit miteinander korrespondierten. Allein das Maximum des Vulkanismus fällt nicht in den Anfang des Tertiärs, sondern in die Mitte dieser Periode; die vulkanische Tätigkeit hält im Miozän noch an, als die Kohlenbildung bereits abgeschlossen war. Daher darf die Ursache der Abkühlung nicht im Verbrauch der Kohlensäure zur Bildung von Kohlenlagern gesucht werden. Der ursächliche Zusammenhang wäre vielmehr umgekehrt. Das Primäre müßte die Klimaschwankung, das Sekundäre die Kohlenentwicklung sein. Aber auch für die Steinkohlenbildung ist der Einwand zu erheben, daß der Höhepunkt der Eruptionstätigkeit erst in die Zeit des Rotliegenden fällt, also lange nach Abschluß der produktiven Steinkohlenformation.

Das Bedenklichste bei der Theorie *Arrhenius-Frech* ist aber, daß *Angström* auf Grund exakter Forschungen nachgewiesen hat, daß, wie eine Brettdicke von 1 mm genügt, um den Durchgang von Lichtstrahlen zu verhindern, so leistet auch die gegenwärtig in der Luft enthaltene CO₂-Menge zur Absorption alles, was die CO₂ überhaupt zu leisten vermag. Ja, es würde sogar 1/5 der zurzeit vorhandenen Kohlensäure zur nahezu völligen Absorption ausreichen.

Wir haben auch ferner keine Berechtigung, anzunehmen, daß das Karbon- ebenso wie das Tertiärklima der Moorbildung besonders günstig gewesen sei. Denn die reichliche Humusbildung in diesen Epochen erklärt sich in erster Linie aus der Tatsache, daß diese Formationen die Zeiten hervorragender Gebirgsbildungen gewesen sind, wodurch Täler geschaffen wurden und große, insbesondere durch Meeresküsten angezeigte Senkungsgebiete, die für Moorbildungen außerordentlich günstige Örtlichkeiten waren. Bei einer ständigen und fast stetigen Landsenkung mußten an vielen Stellen große Moore entstehen¹⁾. Auf diese Weise findet die Kohlenbildung in jenen beiden Epochen, ebenso aber auch die Eisbildung an der Wende der beiden Zeitalter, zu Ende des Paläozoikums und des Tertiärs, ihre volle kausale und logische Begründung, während dieser die Theorie *Arrhenius-Frech* vollkommen entbehrt. Eher kann man das Gegenteil behaupten und sagen, daß die Vereisungen durch Vulkanausbrüche hervorgerufen worden sind²⁾. Denn die Eiszeiten treten in Perioden auf, wo der Vulkanismus, soweit er nicht sein

¹⁾ *W. R. Eckardt*, Die Theorie von Polverschiebungen und ihre Bedeutung für das paläothermale Problem. *Globus* 1910, Heft 8. — *W. R. Eckardt*, Eigentümlichkeiten des geologischen Klimas, insbesondere des Paläozoikums. „*Prometheus*“ 1910, Nr. 46/47.

¹⁾ *H. Potonié*, Über das Wesen, die Bildungsge-
schichte und die sich daraus ergebende Klassifikation
der Kaustobiolithe. *Nat. Woch. Schr.* 1910, Heft 1.

²⁾ *Arlt*, Die Entwicklung der Kontinente. Leipzig
1907, S. 494.

Maximum erreicht, doch recht rege ist¹⁾. Andererseits bringt ein Nachlassen der vulkanischen Kräfte, wie es für das Mesozoikum charakteristisch ist, überhaupt keine erkennbare Herabsetzung der Temperaturen an der Erdoberfläche hervor. Im Gegenteil!

Es ist das Antlitz der Erde, welches sich sein Wetter und Klima selbst bereitet, und somit bedarf das paläothermale Problem weder in erster noch in letzter Hinsicht der Anwendung hypothetischer Hilfsfaktoren, am wenigsten aber etwa solcher Phantasie-Hypothesen, wie vom Durchgang der Erde durch besonders kalte Weltenräume oder ähnlicher.

In einfacher, treffender und in meteorologischer Hinsicht vollkommen einwandfreier Weise hat *Wilhelm Ramsay* gezeigt²⁾, daß die Vereisungsperioden in Zeiten eintraten, wo die Erdoberfläche in hohem Grade uneben und deformiert war, während die wärmsten Perioden dagegen in Zeiten eintraten, wo die Festländer fast eingeebnet waren. *W. Ramsay* sucht aber die Erklärung dieses Verhältnisses nicht ausschließlich in den Umständen, in welchen die Elevationshypothese die Ursachen einer Eiszeit zu erkennen glaubt, sondern vielmehr in der Einwirkung, welche die Beschaffenheit des Reliefs überhaupt auf das Klima ausüben muß.

Eine unebene Erdoberfläche mit hohen Erhebungen, zudem noch in der Nähe der Pole ungünstig konfiguriert in den Umrissen von Land und Meer, läßt es zur Bildung von Eis und Schnee kommen, die nicht nur die nächste Umgebung, sondern auch die weitere abkühlen; vor allem den Weltozean in seiner ganzen Tiefe und auf weiten Strecken seiner Oberfläche.

Es wäre daher für die Paläoklimatologie ein sehr wichtiger Zustand, wenn der ungünstige Einfluß der vereisten Gebiete auf ihre Umgebungen aufhören würde. Denn wir müssen bedenken, daß die zum Schmelzen der Gletscher verbrauchte Wärmemenge gering ist im Verhältnis zur ganzen Einstrahlung an die Erde. Sowie aber ein geringer Anstoß zur Erhöhung der Temperatur gegeben ist, erfolgt die weitere Steigerung etwa im Quadrat der ursprünglichen Bewegungsgeschwindigkeit.

Die Gebirge wirken aber auch noch in anderer Beziehung temperaturerniedrigend, ohne daß es zu einer Vereisung zu kommen braucht. Denn 1. wird durch das Vorhandensein von Gebirgen eine lebhaftere vertikale Zirkulation in der Atmosphäre und ein gezwungenes Steigen der Luftmassen stattfinden, wodurch die Wärmeabfuhr durch Konvektion verstärkt wird; 2. tritt vermehrte Häufigkeit und Menge der Niederschläge ein, wodurch mehr Verdampfungswärme gebun-

den wird, um bei der Kondensation des Wassers in der Höhe zum größten Teile für die unteren Luftschichten verloren zu gehen.

Alles in allem müssen demnach die Wärmeverhältnisse an einer eingeebneten Erdoberfläche — eine nicht allzu ungünstige Verteilung des Festen und Flüssigen aber wohl vorausgesetzt — am einfachsten und positivsten sein. Freilich würde trotz einer großen Feuchtigkeit der Atmosphäre die Regenhäufigkeit eine geringere sein, weil bei ebenen Reliefverhältnissen und beim regelmäßigen Verlauf der Luftzirkulation die Veranlassungen zur Kondensation nicht so zahlreich wären wie jetzt. In der Tat scheinen diese Verhältnisse in verschiedenen geologischen Epochen vorhanden gewesen zu sein. Denn eine große Regenarmut ist bis in die Eozänzeit hinein ein charakteristischer Zug für die damaligen Länder. Ja, am Ende der Permzeit und in der Juraperiode steigert sich die Regenarmut vielfach zu wüstenhafter Trockenheit großer Festlandsräume. Bezüglich der pliothermen Perioden brauchen wir uns darüber auch nicht zu wundern. Denn jede Abschwächung des thermischen Gradienten zieht auch eine solche des barischen nach sich: das ganze Zirkulationssystem der Atmosphäre, auch das außertropische, wird ein verhältnismäßig träges gewesen sein, insofern als es sich in der Hauptsache nur um Konvektionsströmungen oder doch nur um sehr flache und langsam wandernde Zyklonen und Antizyklonen auch in den außertropischen Breiten gehandelt haben kann. Es ist ferner sicher, daß sich die Wüstenzonen während der pliothermen Perioden nach höheren Breiten ausgedehnt haben als in der Gegenwart oder gar im Diluvium, da bei einer Minderung des Temperaturgradienten und der Zirkulationsgeschwindigkeit, die beiden subtropischen Hochdruckgebiete polwärts verschoben werden müssen. Für einen geringen barischen Gradienten selbst in polaren Breiten, und zwar vom Paläozoikum bis in die Tertiärzeit hinein, spricht aber auch ein pflanzengeographisches Phänomen: der damalige stattliche Baumwuchs in jenen Gebieten. Denn was der Baumwuchs flieht, sind die kalten austrocknenden Seewinde höherer Breiten.

Wenn auch das paläothermale Problem, abgesehen von der diluvialen Eiszeit, vielfach wegen unzureichender paläogeographischer Grundlagen einer kausalen Betrachtung im einzelnen noch nicht immer zugänglich ist, so ist doch Grund zu der Hoffnung vorhanden, daß sich auch über dieses interessante und hochwichtige Kapitel aus der Vergangenheit der Erde allmählich Licht breitet.

Über frost- und schneefreie Zeiten im Deutschen Reiche.

Von Dr. Wilhelm Richter, Hamburg.

Die nachstehenden Untersuchungen wurden durch eine frühere Arbeit des Verfassers über „Die geogra-

¹⁾ *E. Philippi*, Über einige paläoklimatische Probleme. Neues Jahrb. f. Mineral., Geologie u. Paläontol., Beil., Bd. 29, S. 106/179.

²⁾ Orogenesis und Klima. Öfversigt af Finska Vetenskaps-Soc. Förh. 52, 1909/10.

phische Verteilung der Eis-, Frost- und Hitzetage im Deutschen Reiche“¹⁾ veranlaßt. Jene Abhandlung hatte die Aufgabe, Karten der Häufigkeit der Eistage (mit dem Temperaturmaximum $\geq 0^\circ$), der Frosttage (Minimum $\geq 0^\circ$) und der Hitzetage (Maximum $\geq 25^\circ$) zu entwerfen. Die Zahlen, die dabei benutzt wurden, waren 20-jährige Mittelwerte der Beobachtungsreihen 1885—1904. Sie konnten zum größten Teil aus den offiziellen Publikationen zusammengestellt, zum kleineren, bei kürzeren Reihen, rechnerisch auf 20-jährige Verhältnisse reduziert werden. Nur für eine Anzahl von Gebirgsstationen mußten kurze Reihen benutzt werden, da diese nicht mit analogen anderen vergleichbar waren: ein Verfahren, auf dem ja die Reduktionsrechnung beruht.

Es ergab sich eine befriedigende Übereinstimmung im Verlauf der Linien gleicher Häufigkeit der Eistage mit den wahren Januariesothermen²⁾, derjenigen der Hitzetage mit den wahren Juliisothermen. Für die Frosttage war ein entsprechendes Vergleichsmaterial nicht vorhanden. Es wäre zu versuchen, so wurde a. a. O. gesagt, ob der Vergleich mit der geographischen Verteilung der frost- und schneefreien alljährlichen Zeiten im Deutschen Reiche brauchbare Resultate ergäbe.

Die folgenden Darlegungen wollen in der Hauptsache über den Befund berichten, der sich bei der dort angeregten Untersuchung ergibt. Wir bezeichnen die Darstellung als eine kartographische, weil wir zu schildern versuchen, wie die festzustellenden klimatischen Verhältnisse sich auf der Karte darstellen. Zugrunde liegen nur die Angaben der amtlichen Wetterpublikationen. Von einer ausführlichen Diskussion unter Heranziehung der einschlägigen Literatur wird abgesehen.

Die frostfreien Zeiten sind diejenigen, die zwischen den „Frostgrenzen“, d. h. dem letzten Frost im Frühjahr und dem ersten im Herbst, verlaufen. Die schneefreien Zeiten werden analog durch die „Schneegrenzen“ definiert. Gelegentlich können einmal diese Zeitpunkte durch einzelne sehr spät oder sehr früh auftretende Fröste bzw. Schneefälle, denen möglicherweise wärmere Witterung voranging oder noch folgte, hinausgeschoben oder vorgerückt werden: sie würden dann eine Zeitspanne, die sonst sommerlich verlaufen mochte, winterlich erscheinen lassen. Aber wenn man, statt die Verhältnisse nur eines Jahres zu betrachten, Mittelwerte längerer Zeiträume benutzt, d. h. wenn man statt des Wetters das Klima betrachtet oder aus rein meteorologischem Gebiet in klimatologisches übergeht, gleichen die Fehler sich aus.

Im folgenden sind wieder Mittelwerte der 20-jährigen Reihen 1885—1904 benutzt. An 124 Stationen des Deutschen Reiches ließen sie sich teils auf einfache, teils auf umständlichere Weise (vgl. § 4 der Diss.) nach den amtlichen Angaben zusammenstellen. Für 29 weitere Stationen wurden unvollständige Reihen (d. h. 16- bis 19-jährige; noch kürzere blieben unberücksichtigt; vgl. a. a. O. § 6,1) durch Vergleich mit geeigneten Basisstationen auf 20-jährige Verhältnisse reduziert. Dazu kamen dann noch 25 Gebirgsstationen von 10 bis 19 Jahren (abgesehen von zweien zu 9, je einer zu 8 und 7 Jahren), die wegen des singulären Charakters

der an ihnen herrschenden Verhältnisse so verwandt wurden, wie sie sich vorfanden. Im ganzen wurden also Mittelwerte der Frost- und Schneegrenzen sowie der frost- und schneefreien Zeiten an 178 Stationen des Deutschen Reiches verwandt.

Drei verschiedene Wege bieten sich, diese Mittelwerte als Material für Isarithmenkarten zu verwenden. Die Angaben, daß beispielsweise in

Regensburg	Borkum	Zittau	Arnsberg
die letzten Fröste im Durchschnitt am			
17. April	20. März	22. April	3. April,
die ersten des folgenden Winters am			
24. Okt.	20. Nov.	20. Okt.	18. Okt.
einzutreten pflegen, daß demnach die frostfreien Zeiten			
190	245	181	198

Tage betragen: diese erlauben erstens Isarithmenkarten gleichen Eintrittes des letzten Frostes, zweitens solche gleichen Eintrittes des ersten Frostes, drittens solche gleicher Dauer der frostfreien Zeiten zu konstruieren. In den beiden ersten Fällen verbinden die zu entwerfenden Linien alle Orte, an denen das betr. Ereignis durchschnittlich am gleichen Tage eintreten pflegt, im dritten alle Orte, an denen zwischen dem letzten und ersten Frost dieselbe Zahl von Tagen zu verlaufen pflegt. Daß dieselben drei Fälle auch für die Verhältnisse des Schneefalls gelten, ist klar.

An dieser Stelle sollen die ersten beiden Möglichkeiten unberücksichtigt bleiben, es soll nur von dem Befund bei der Kartierung der frostfreien und schneefreien Zeiten im Deutschen Reiche gesprochen werden.

Die Karte der gleichen Längen frostfreier Zeiten im Deutschen Reiche zeigt folgende Besonderheiten. Die Nordseeküste stellt sich durch die hohen Zahlen über 200 als ein mildes Gebiet dar. Der Höhenrücken, der Schleswig-Holstein durchzieht, hebt sich deutlich ab: die Zahlen sinken auf 180. Die Ostseeküste bleibt bis zur Odermündung auf der Höhe von 200, sinkt bis zur Weichselmündung auf 190 ab. Einige Zahlen mögen dies erläutern:

Frostfreie Tage	Frostfreie Tage
Westerland 210	Swinemünde 202
Emden 209	Hela 192
Borkum ¹⁾ 245	Neufahrwasser 189
Flensburg 196	Memel 183

Während Ostpreußen kalt ist, breitet sich südlich davon ein Gebiet von 170 bis 180 frostfreien Tagen aus, das sich weiter westlich von der mittleren Weichsel durch die ganze Breite des norddeutschen Flachlandes zieht:

Heilsberg 155	Gardelegen 180
Marggrabowa 157	Ulzen 175
Bromberg 176	Löningen 170
Neustrelitz 177	

Nur in den Kreisen Ruppin, Ostprignitz, Angermünde, Ober- und Niederbarnim sind Zahlen in den 160 ern zu vermerken.

Weiter nach Süden steigen die Ziffern wieder; 190 frostfreie Tage finden sich im ganzen Mitteldeutschland. Von Deutsch Krone (173) nach Süden gehend, gelangen wir nach:

Posen 186	Breslau 190
Fraustadt 184	

¹⁾ Dies die höchste vorkommende Zahl.

¹⁾ Gerlands Beiträge zur Geophysik Bd. XII, H. 1 und Diss. phil., Kiel 1912.

²⁾ Vgl. E. Sommer, Die wirkliche Temperaturverteilung in Mitteleuropa. Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde Bd. XVI.

und nach Westen fortschreitend:

Görlitz	189	Arnsberg	198
Leipzig	194	Gütersloh	190
Magdeburg	191	Kleve	195
Nordhausen	190	Krefeld	198
Kassel	192		

Ebenso deutlich ausgeprägt ist ein Gebiet mit 170 frostfreien Tagen, das sich, wiederum südlich von dem vorher erwähnten, über das ganze Gebiet des Mittelgebirges bis tief nach Süddeutschland hinein erstreckt:

Dingelstädt	175	Würzburg	176
Meiningen	175	Wertheim	176
Stadtilm	173	Hechingen	176

Auf dem oberdeutschen Hochland wird das frostfreie Intervall immer kürzer. Die Grenze zwischen den Zahlen mit 170 und mit 160 läuft, den Gebirgszügen folgend, von SW nach NO.

Zur Illustrierung der Tatsache, daß die Gebirgsgliederung das Bild kompliziert, seien noch folgende Zahlen angeführt. In Schlesien verkürzen sich die frostfreien Zeiten beiderseits der Oder schnell:

Breslau	190	Glatz	157
Ratibor	184	Bad Reinerz	150
Rosenberg i. O.-Schl.	167	Schreiberhau	127

Die Rheintalsenke hebt sich von den umgebenden Gebirgsgegenden durch ihre Zahlen über 190, teilweise über 200, deutlich ab:

Köln	232	Speyer	204
Neuwied	197	Baden	194
Frankfurt a. M.	211	Freiburg i. B.	198
Darmstadt	207	Meersburg	212
Mannheim	207	Friedrichshafen	194

Von Gebirgsstationen aus verschiedenen Gebieten des Reiches verdienen noch folgende in absteigender Reihenfolge angeführt zu werden:

Höschenschwand	156	Schneifelforsthau	147
Alt-Astenberg	155	Birkenfeld	136
Fichtelberg	152	Glatzer Schneeberg	124
Inselsberg	152	Reitzenhain	116
Frankenheim (Rhön)	152	Brocken	112
Hoher Peißenberg	148	Gr. Belchen	110
Schmücke	148	Schneekoppe	61

Die Linien gleicher Dauer der frostfreien Zeiten, die aus diesen Daten resultieren, lassen in Norddeutschland neben der Richtung parallel den Küsten auch deutlich eine senkrecht dazu gerichtete erkennen. Das häufige Umbiegen der Linien aus der Nordsüd- in die Ostwestrichtung ist ganz besonders charakteristisch im Gebiet zwischen 51° und 53° nördlicher Breite ausgeprägt.

Betrachten wir jetzt die entsprechende *Karte gleicher Dauer der schneefreien Zeiten*. Sie lehrt folgendes: Zahlen über 200 sind im größten Teil des Deutschen Reiches zu finden. Im Gebiet der Meere ist keine Trennung durch den Mittellücken in Schleswig-Holstein vorhanden. Die 240-Tage-Linie läuft durch das Wattenmeer; ihr folgt die für 230 Tage; die für 220 Tage läuft durch die Lübecker Bucht, die bis 210 durch die Stadt Köslin. Die 200-Linie durch das Frische Haff und, mit großer Ausbuchtung nach W und SW, auf die Stadt Bromberg zu. In ganz West- und Ostpreußen ist die Dauer der schneefreien Zeiten kürzer.

Helgoland	¹⁾ 254	Emden	238
Borkum	247	Jever	236

¹⁾ Dies wiederum die höchste vorkommende Zahl.

Lübeck	221	Memel	196
Schwerin	216	Konitz	185
Köslin	210	Heilsberg	183
Bromberg	200		

Sehr charakteristisch fallen die Zahlen ab, wenn man sie von der Elbmündung diagonal bis Oberschlesien verfolgt:

Meldorf	223	Grünberg	206
Lüneburg	229	Liegnitz	208
Gardelegen	222	Breslau	206
Brandenburg a. H.	219	Rosenberg	194
Torgau	220	Beuthen	196
Kottbus	223	Oppeln	195
Bautzen	210	Ratibor	197
Görlitz	200		

Entsprechend fallen die Zahlen auf einem parallelen Streifen südlich davon:

Oldenburg	223	Göttingen	214
Lingen	223	Marburg	212
Münster i. W.	220	Kassel	209
Celle	218	Fulda	208
Hannover	214	Stadtilm	197

Damit sind wir bereits ins Gebirgsgebiet gelangt. Das Rheintal hat noch bis Basel stets über 220:

Kleve	233	Karlsruhe	227
Krefeld	236	Freiburg	227
Köln	235	Meersburg	216
Geisenheim	228	Friedrichshafen	217

Vom Rhein aus gehen Ausläufer längeren schneefreien Intervalls in die Seitentäler:

Trier	237	Heilbronn	231
Würzburg	231		

Vom Neckar und Main aus sinken dann die Zahlen immer mehr:

München	180	Isny	173
-------------------	-----	----------------	-----

Noch kürzer sind die schneefreien Zeiten an einer Anzahl von Gebirgsstationen:

Schneifelforsthau	164	Hoher Peißenberg	142
Frankenheim	160	Fichtelberg	132
Höschenschwand	158	Glatzer Schneeberg	124
Reitzenhain	157	Brocken	114
Schmücke	156	Gr. Belchen	112
Alt-Astenberg	148	Schneekoppe	102
Inselsberg	147		

Der Verlauf der Linien gleicher Dauer schneefreier Zeiten ist sehr merkwürdig. Nur im Nordseegebiet ziehen sie parallel der Küste, sonst ist im Gesamtgebiet des norddeutschen Tieflandes keine physikalisch-geographische Bedingtheit für sie zu erkennen. Sie folgen teils der Nordwest-Südost-, teils der Südwest-Nordost-Richtung, so daß sie überall nördlich des 51° nördlicher Breite im Zickzack verlaufen.

In der oben zitierten früheren Arbeit war festgestellt worden, daß die Zahl der Eistage mit der wachsenden geographischen Länge zunimmt, die der Hitzetage mit der abnehmenden Breite, während für die Frosttage eine so ausgesprochene Tendenz nicht nachzuweisen ist. Die Linien gleicher Häufigkeit der Eistage haben also im norddeutschen Tiefland (wo der Verlauf nicht durch die Gebirgsgliederung kompliziert ist) eine ausgesprochene nordsüdliche Richtung, die der Hitzetage eine in der Hauptsache ostwestliche, wäh-

rend die der Frosttage weder die eine noch die andere als vorherrschend hervortreten lassen.

Mit diesen letzteren zeigen die jetzt festgelegten Linien gleicher Dauer der schneefreien Zeiten keinerlei Ähnlichkeit. Der Vergleich mit denen frostfreier Zeiten läßt ein so eindeutiges Urteil nicht zu. Unzweifelhaften Ähnlichkeiten an der Ostseeküste, im mecklenburg-pommerschen Grenzgebiet, in Ostpreußen und in Schlesien stehen ebenso zweifelloso Inkongruenzen gegenüber. Die dort so charakteristische Erscheinung des Hervorstreckens mehrerer Zungen kälterer Zustände von Osten her findet auf der neuen Karte kein Analogon. Höchstens könnte man das erwähnte kältere Gebiet nördlich von Berlin als Rudiment einer solchen ansprechen. Eine völlig befriedigende Übereinstimmung zeigt sich also nicht, wohl aber eine teilweise.

Das entspricht auch durchaus dem Verhältnis, in dem diese beiden klimatologischen Elemente zueinander stehen. A. a. O. wurde den Mittelwerten der Frosttage die Anzahl in den einzelnen Jahren zugrunde gelegt, ohne Berücksichtigung der Verteilung über die einzelnen Monate. Ebenso wurde auch in dieser Untersuchung von der Verteilung der frostfreien Zeiten, d. h. doch auch der Frosttage, über die einzelnen Monate abgesehen. Beide sind allein nicht befähigt, das Klima der betreffenden Gegend ausreichend zu charakterisieren. Z. B. ist zur Beurteilung des Klimas von Wiesbaden in bezug auf seine Wichtigkeit für das dortige Kurleben von einschneidender Bedeutung, daß das Intervall von 210 Tagen gerade durch die Frostgrenzen 6. April und 2. November, nicht aber durch 20. April und 16. November oder 23. März und 19. Oktober bestimmt ist. Aber trotz dieser Ähnlichkeiten sind die Frosttage nicht schlechtweg als Komplemente der frostfreien Zeiten anzusehen. Sie gehören zu diesen Komplementen, sie wirken mit an der Ergänzung zum Ganzen, sind aber allein nicht dazu imstande.

Es ist wichtig, für die theoretischen Erörterungen, die sich hier anschließen können, diese Tatsachen im Auge zu behalten. Auch an den schneefreien Zeiten verdient ein für die Theorie wichtiges Moment hervorgehoben zu werden. Die Feststellung der Schneegrenzen, durch die ja die schneefreien Intervalle definiert werden, bietet noch eine Schwierigkeit. Nach welchen Prinzipien wird der Eintritt des ersten Schnees in den verschiedenen Teilen Deutschlands festgestellt? Die folgende Notiz¹⁾ weist auf die Möglichkeit verschiedener Definitionen hin: „Der gefallene Schnee wird nach dem Grundsatz ausgedrückt, daß nur der liegen gebliebene Schnee als Schnee gilt, der sofort geschmolzene aber wie Regen zu rechnen ist.“ Wie bedeutsam aber die Definition für die Änderung der Daten ist, das stellte sich bei der Untersuchung der Eis-, Frost- und Hitzetage zahlenmäßig heraus (a. a. O. §§ 3 und 6, 5; Tabellen I und III). Für unsere schneefreien Zeiten wird wahrscheinlich dasselbe gelten.

Daß schließlich ihre Betrachtung für den angestrebten Vergleich kein Resultat zeitigt, überrascht nicht. Wenn es sich etwa um Untersuchung der liegen gebliebenen Schneedecke handeln würde, könnte man eher als im vorliegenden Falle erwarten, die morphologische Gestaltung der Erdoberfläche als grundlegenden Faktor zu finden, der ja auch bei den Frostverhältnissen eine nicht zu verkennende Rolle spielt. Diese letzteren

schließen sich in ihrer Verteilung den Eis-, Frost- und Hitzetagen näher an, als die mituntersuchten Verhältnisse des Schneefalles, die in höherem Maße von atmosphärischen Bedingungen neben den tellurischen abhängen.

Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen.

Von Privatdozent Dr. Oskar Baudisch, Zürich.

Wenn wir uns mit der Frage des Aufbaues stickstoffhaltiger organischer Substanzen in Pflanzen näher vertraut machen wollen, so ist es vor allem von Interesse, die Stickstoffquellen, aus welchen die Pflanzen den zum Aufbau ihres Körpers notwendigen Stickstoff beziehen, kennen zu lernen.

Es sind dies die folgenden:

1. freier Stickstoff der Luft,
2. Stickoxyde der Luft,
3. Ammoniak der Luft,
4. Ammoniak im Erdboden,
5. organisch gebundener Stickstoff,
 - a) in tierischen oder pflanzlichen Überresten in mehr oder weniger weitgehendem Verwesungszustand,
 - b) in lebenden Pflanzen,
 - c) in lebenden Tieren,
6. Nitrat und Nitrit-Stickstoff.

Die grünen Pflanzen können den Stickstoff der Luft nicht direkt assimilieren. In neuester Zeit wird zwar diese Tatsache sowohl von Jamieson¹⁾ als auch von Mametti und Pollaci²⁾ bestritten, da diese Forscher sowohl an Thalophyten als auch an Kormophyten Luftstickstoff-Assimilation nachwiesen. Pollaci schreibt den chlorophyllhaltigen Zellen die Eigenschaft zu, aus Luftstickstoff und naszierendem Wasserstoff Ammoniak bilden zu können.

Was nun die Assimilation der Stickoxyde durch die grüne Pflanze anbelangt, so liegen meines Wissens bis jetzt diesbezüglich noch keine Versuche vor, doch ist es ziemlich naheliegend, daß die Stickoxyde in großer Verdünnung im Licht den grünen Blättern als Stickstoffnahrung zugänglich sind. Stickoxyde werden wohl besonders in großen Bergeshöhen und in der Nähe des Meeres bzw. auch auf demselben, d. h. also an Orten, wo man Stickoxyde in der Luft nachgewiesen hat, eine Rolle als Stickstoffnahrung spielen.

Was die Assimilation des Luftammoniaks durch die Pflanze anbelangt, lehren uns die Versuche, daß die Blätter es direkt verarbeiten können. Als Stickstoffquelle kann es aber praktisch keine große Rolle spielen, da der Ammoniak-

¹⁾ Deutsches Meteorologisches Jahrbuch; Abt. Württemberg 1891, S. 6.

¹⁾ Rept. Agric. Research Ass. Aberdeen (1907/08).

²⁾ Atti Istit. botan. Pavia (2) XIII, 351 (1909).

gehalt der Luft sehr gering ist. Der Versuch zeigt immerhin, daß grüne Blätter imstande sind Ammoniak zu verarbeiten und daß eventuell das Ammoniak des Bodens erst in diesen grünen Lichtlaboratorien zur Verarbeitung gelangt.

Das Ammoniak des Erdbodens wird zum weitesten größten Teil von den nitrifizierenden Bakterien zu Nitrit und Nitrat verarbeitet. Wir wissen aber, daß viele Pflanzen auch allein von Ammoniumsalzen leben können, und manche Pflanzen diesen Nährstoff dem Nitratstickstoff vorziehen.

Der aus tierischen und pflanzlichen Resten stammende, von den Pflanzen verwertete Stickstoff wird ebenfalls zum Ammoniak-Stickstoff zu rechnen sein, da dieses von Fäulnis und Schimmelpilzen auf dem oben genannten Nährboden reichlich gebildet wird. Dabei wird den Pflanzen die gleichzeitig entstehende Kohlensäure sehr zunutze kommen.

Von den pflanzlichen und tierischen Zersetzungsprodukten leben auch die Saprophyten, jedoch nehmen diese abgebautes Eiweiß direkt auf, und man wird hier, ebenso wie bei den Parasiten, die auf lebenden Pflanzen schmarotzen, ganz andere Assimilationsbedingungen annehmen müssen. Vielleicht gleichen diese Assimilationserscheinungen jenen der tierischen Darmzelle, in welcher nach *Abderhalden* die einfachsten Eiweißabbauprodukte erst wieder aufs neue zum art eigenen Eiweiß synthetisiert werden.

Was die Verwertung organisch gebundenen Stickstoffs im lebenden Tiere anbelangt, so kommen hauptsächlich pathogene Bakterien in Betracht. Nur die fleischfressenden Pflanzen assimilieren jene Art des Stickstoffs.

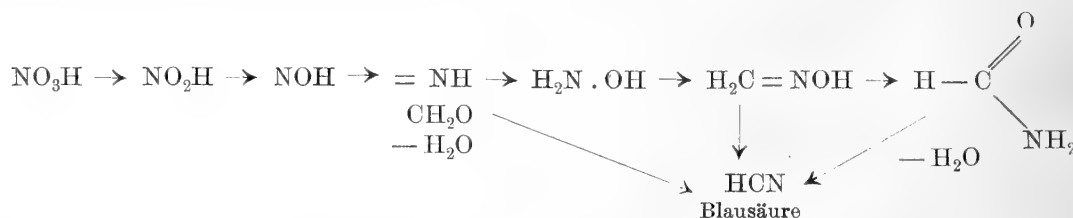
Zum Schluß wollen wir nun ausführlicher die Nitrat- und Nitritstickstoff-Assimilation besprechen, es ist jene Form, die für die meisten Pflanzen die wichtigste und scheinbar normalste ist, denn wir müssen annehmen, daß ein großer Teil unserer Kulturpflanzen den Stickstoff vor-

zunächst die Frage auf: „Werden die salpetersauren Salze in den Pflanzen zu Ammoniak reduziert, um in kohlenstoffhaltige Verbindungen eintreten zu können, oder muß umgekehrt das Ammoniak zuerst bis zu einer gewissen Stufe oxydiert werden, um sich mit irgend einem organischen Reste verbinden zu können? Es sind dann weiter die Fragen interessant und wichtig: Wie sieht wohl die in Frage kommende kohlenstoffhaltige Verbindung aus, ist sie anorganisch oder organischen Ursprungs? Wie verändert sich weiter die hierauf entstehende kohlenstoff-stickstoffhaltige Substanz? Alle diese Fragen sind heute noch vollkommen ungelöst, die Hypothesen, die diesbezüglich aufgestellt wurden, möchte ich nur kurz wiedergeben. Es kommen in Betracht: Die Hypothesen von O. Loew (1881), von Bach (1896), von Treub 1896 erweitert von Franzen (1910), Erlenmeyer und Kunlin, von Winterstein und Trier 1910, von Trier 1912, von Löb 1913 und meine eigene (1912).

In einer Publikation „Die chemische Ursache des Lebens“ haben O. Loew und Bokorny 1887 eine Hypothese für eine Eiweißsynthese aufgestellt. Sie gelangen aus Formaldehyd, Ammoniak und Wasser zu einer Formel $C_{72}H_{112}N_{13}SO_{22}$, der sogenannten Lieberkühnschen Eiweißformel, die Loew und Bokorny in der gleichen Abhandlung auch strukturechemisch aufzeichnen. Weiter vertreten die beiden Forscher die Ansicht, daß noch 12 Aldehydgruppen im fertigen Eiweißmolekül übrig bleiben, wodurch sowohl Polymerisations- als auch Kondensationsvorgänge ermöglicht werden, ferner aber eine energische Bewegung in den Molekülen erzeugt wird, welche als Ursache der Lebenskraft angesprochen wird.

Loew¹⁾ hat im vergangenen Jahre diese Hypothese aufs neue verteidigt, weshalb ich hier etwas genauer darauf eingehen mußte.

Nach Bach²⁾ sollen Formaldoxim und Formamid die ersten quaternären Produkte der Nitratreduktion sein.



zugsweise in Form von salpetersauren Salzen aus dem Boden aufnimmt, und in den Pflanzenblättern verarbeitet.

Bis jetzt haben wir nur gehört, in welcher Form die Pflanzen den zum Leben unbedingt notwendigen Stickstoff ihrem Körper einverleiben können, nun müssen wir uns fragen: welche einfachsten chemischen Prozesse gehen da im Pflanzenleib bei der Assimilation vor sich? Wenn wir dabei nur die beiden Formen Nitrat- und Ammoniakstickstoff berücksichtigen, so drängt sich

Aus Formaldoxim bzw. auch aus Formamid entsteht dann Blausäure, jedoch wird über die weitere Rolle, welche diese Säure spielen dürfte, nicht geredet.

Die Treubsche³⁾ Hypothese führt auch den Namen Blausäure-Hypothese und wurde von dem holländischen Botaniker Treub 1896 begründet.

¹⁾ Chem.-Ztg. (1912), Biochem. Ztschr. 31, 160.

²⁾ C. R. 122 (1896), 1499.

³⁾ Ann. d. Jardin Botan. de Buitenzorg. 1^o. Ser. XIII (1896), 1.

Treub fand Blausäure in *Pangium edule* in großer Menge vor. Er machte darauf aufmerksam, daß Blausäure in den Pflanzen „maskiert“, d. h. in einer Verbindungsform vorkommt, in der sie sich nicht direkt nachweisen läßt.

Nach *Gautier*¹⁾ soll nun die Blausäure in beleuchteten Blättern aus Salpetersäure durch Reduktion mit Formaldehyd entstehen. Dann sollte aber eine Vermehrung oder Verminderung der Lichtwirkung eine Veränderung im Gehalte der Blätter an Blausäure zur Folge haben. — Dies ist aber nach den Versuchen von *Treub* nicht der Fall, denn ein Einfluß der Veränderung der Lichtstärke machte sich erst am folgenden Tage bemerkbar. Es hat dadurch den Anschein, als ob der Zucker (Glukose) das Ausgangsprodukt für die Produktion von Blausäure sei.

Die Treubsche Hypothese wurde in neuerer Zeit von *Hartwig Franzen*²⁾ weiter ausgebaut. *Erlenmeyer* und *Kunlin*³⁾ fanden, daß aus Keton-säuren und Ammoniak Aminosäuren entstehen; so bildet sich z. B. aus Glyoxylsäure Aminoessigsäure. Ob diese interessanten Synthesen eine physiologische Bedeutung haben, muß dahingestellt bleiben. Nach der Hypothese von *Winterstein* und *Trier*⁴⁾ bildet sich zunächst aus Formaldehyd über den Glykolaldehyd durch Zutritt von Ammoniak Aminoacetaldehyd. Dieser liefert im Sinne der Cannizzaroschen Umlagerung Aminoäthylalkohol und Glykokoll, bzw. durch Methylierung dieser Stoffe Cholin und Betain.

Nach ähnlichen Gesichtspunkten entsteht nun aus Glycerinaldehyd unter Zutritt von Ammoniak Serin, mit welcher Oxaminsäure alle anderen Aminosäuren des Eiweißmoleküls genetisch verknüpft sind (Alanin, Phenylalanin, Tyrosin, Cystin, Histidin, Tryptophan). Die Winterstein-Triersche Hypothese wird dann noch durch die interessante Beobachtung von *Windaus* und *Knoop* über die Entstehung von Methylimidazol aus Traubenzucker und Ammoniak erweitert.

Trier, der Aminoäthylalkohol aus Pflanzen isolierte, hat ein Jahr später die Winterstein-Triersche Hypothese dahin erweitert, daß er, um die Bildung der Monoamino-Verbindungen erklären zu können, annimmt, daß sich das Glykokoll zuerst mit einer gepaarten Phosphorsäure verbindet. Die Bildung des Aminoäthylalkohols denkt er sich nun innerhalb des Lecithinmoleküls, oder doch innerhalb des Phosphorsäureesters, woraus der Aminoäthylalkohol in methylierter Form (als Cholin) wieder austritt.

Nach der Anschauung von *W. Löb* wird direkt aus Ammoniak und Kohlenoxyd durch Zuführung einer geeigneten Energieform, die mit strahlender Energie in engem Zusammenhang steht, Glykokoll erzeugt. *Löb* hat durch Versuche zeigen

können, daß wässrige Formamidlösungen durch die Glimmentladung über das Ammoniumsalz der Oxaminsäure direkt in Glykokoll übergehen. Da nun Formamid, wie früher *Losanitsch* und *Jovitschitsch* gefunden haben, aus Kohlenoxyd und Ammoniak durch Glimmentladung entsteht, so lag es nahe, die beiden Gase in Gegenwart von Wasser mit dunkler elektrischer Entladung zu bestrahlen und auf Glykokoll zu untersuchen. In der Tat ist es *Löb* gelungen, auf diese einfache Art Glykokoll nachzuweisen.

Anschließend daran möchte ich hier auch mitteilen, daß Herr Dr. *Erwin Mayer* und ich schon früher Kohlenoxyd und Kaliumnitrat in Gegenwart geringer Mengen Eisenchlorid mit Quecksilberdampflicht bestrahlt haben. Wir erhielten nach ca. 110stündiger Bestrahlung eine Lösung, die mit Triketohydrindenhydrat eine blauviolette Färbung gab, was auf die Gegenwart einer α -Aminosäure hinweist. Ferner haben wir auch mit β -Naphthalinsulfochlorid aus dieser Lösung eine kristallisierte Verbindung erhalten, die Stickstoff enthielt. Die Versuche sollen später in größerem Maßstabe wiederholt werden.

Ich gehe nun zu den Versuchen über, die ich gemeinschaftlich mit Herrn *Erwin Mayer*¹⁾, Herrn *Coert*²⁾ und Herrn *Klinger*³⁾ ausgeführt habe.

Diese Versuche waren die Frucht einer theoretischen Überlegung, die Assimilation der Nitratre in grünen Pflanzen betreffend. Ich nahm an, daß die Assimilation des Stickstoffs in Pflanzen ein lichtchemischer Vorgang sein müßte, und daß als reaktionsfähige Stickstoffverbindung die von *Angeli*⁴⁾ in vielen bedeutungsvollen Arbeiten beschriebene Stickstoffsäure

$$=N \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$$
 in Betracht käme, die ja in manchen Eigenschaften der reaktionsfähigen Aldehydgruppe $-C \begin{array}{l} \diagup O \\ \diagdown H \end{array}$ ähnlich ist.

Die Kenntnis der Abspaltung von Sauerstoff aus Salpetersäure ist schon sehr alt, denn *Scheele*⁵⁾ hatte bereits gefunden, daß Salpetersäure im Licht in untersalpetrige Säure und Sauerstoff zerfällt. Im Jahre 1907 hat *Hermann Thiele*⁶⁾ durch Bestrahlung einer $1/10$ n-Kaliumnitratlösung mittels Quecksilberdampflicht Sauerstoffabspaltung beobachtet und Bildung von Kaliumnitrit konstatiert.

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 44, 1009 (1911); Zentr. f. Bak. Abt. II, Bd. 32 (1912). Ber. d. deutsch. chem. Ges. 46, 115 (1913).

²⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 1775 (1912); Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 2879 (1912).

³⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 3231 (1912); Ber. d. deutsch. chem. Ges. 46, 1744 (1913).

⁴⁾ *Angeli-Arndt*, Sauerstoffhalt. Verb. des Stickstoffs.

⁵⁾ Vgl. *W. Vogel*, Photochemie I, S. 38.

⁶⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 40, S. 4119.

¹⁾ Cf. *Bach*, loc. cit.

²⁾ Sitzungsber. d. Heidelberg. Akad. d. Wissensch., Abt. 9 (1910).

³⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 35.

⁴⁾ Die Alkaloide. Eine Monographie der natürlichen Basen (1910).

Ich begann im Frühjahr 1908 meine Versuche mit Salpeterlösung und Tageslichtinsolation und konnte mittels Jodkaliumstärke Sauerstoffabspaltung konstatieren. Erst 4 Jahre später wurde mir die Arbeit von *E. Laurent* „Reduktion der Nitate im Sonnenlicht“¹⁾ bekannt. *Laurent* hat eine sterilisierte Salpeterlösung in luftleer gemachten Gefäßen dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt und konstatiert, daß sich völlig reiner Sauerstoff in den belichteten Gefäßen bildete, während die unbelichteten Gefäße unverändert blieben.

Die nun folgenden lichtchemischen Versuche wurden zum größten Teil mit meinem Mitarbeiter *Erwin Mayer*²⁾ im chemischen Institut der Universität Zürich ausgearbeitet. Dabei wurden alle Versuche immer parallel mit Quecksilberdampflicht und mit Tageslicht durchgeführt.

Wir begannen mit der Bestrahlung einer $n/_{20}$ -Kaliumnitratlösung mit Quecksilberdampflicht. Ganz unabhängig von der Temperatur der bestrahlten Flüssigkeit ging die Sauerstoffabspaltung vor sich, und man konnte die Nitritbildung bei 0° ebenso rasch nachweisen, wie bei 30 bis 40° C. Nach 48stündiger Bestrahlung war auch die Reaktion auf salpetrige Säure verschwunden und die Flüssigkeit zeigte nun stark reduzierende Eigenschaften, sowohl auf Silbernitrat als auch auf Fehlingsche Lösung, was auf die Bildung von Hydroxylamin hinweist.

Analoge Resultate erhielt man mit Natrium-, Calcium-, Aluminium-, Magnesium- und Eisen-nitratlösungen. Nur Aluminiumnitrat verhält sich etwas anders, indem während der Belichtung Stickoxyde entweichen. Alle diese Versuche verlaufen auch analog im Sonnenlicht, nur ist die Belichtungsdauer naturgemäß eine größere.

Die Dunkelversuche ergaben überhaupt keine Veränderung der Nitate. Der aus den salpetersauren Salzen im Licht freiwerdende aktive Sauerstoff läßt sich mit Jodkaliumstärke, mit Aloxin, mit Manganacetat und anderen auf aktiven Sauerstoff reagierenden Substanzen leicht nachweisen. So färbt sich z. B. eine farblose wässrige Salpeterlösung, die mit Jodkaliumstärke versetzt und mit Quecksilberdampflicht bzw. Sonnenlicht in der Höhe des Monte Rosa (4560 m)³⁾ in einem Quarzgefäß bestrahlt wurde, in Bruchteilen einer Minute intensiv blau. Im Züricher Sonnenlicht ist dagegen bis zu einer sehr schwachen Blaufärbung eine halbe Stunde Zeit erforderlich.

Anschließend an diese Versuche wurde nun durch Anwendung entsprechender Lichtfilter konstatiert, daß gerade die *blauen, violetten* und *ultravioletten* Strahlen den Sauerstoff aus sal-

petersauren Salzen abspalten und salpetrigsaure Salze daraus bilden.

Von pflanzenphysiologischer Seite ist schon früher¹⁾ gezeigt worden, daß bei der Nitratverarbeitung grüner Pflanzen die blauen, violetten und ultravioletten Strahlen besonders wirksam sind.

Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurden die salpetrigsauren Salze einer lichtchemischen Behandlung unterzogen. Auch hier konnte man deutlich eine Sauerstoffabspaltung im Licht nachweisen. Aloxin wurde wieder intensiv rot gefärbt, aus einer Manganacetatlösung schied sich in Gegenwart von Nitrit Braunstein ab, nur die Jodkaliumstärke verhielt sich etwas anders, indem nicht die typische Blaufärbung auftrat, sondern sich ein intensiver Jodoformgeruch bemerkbar machte.

Das mag damit zusammenhängen, daß das freigewordene Jod sich nicht wie sonst in der Stärke kolloidal löst, sondern sofort eine chemische Verbindung eingeht. Vielleicht spielt da-

bei die entstandene Stickstoffsäure $\text{N} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{smallmatrix}$

eine Rolle, wie ja auch *König*²⁾ auf Grund meiner lichtchemischen Versuche mit salpetrigsauren Salzen annimmt, daß die zum Zwecke der Lichtechtmachung mit Nitritlösung behandelte gefärbte Baumwolle durch die im Licht entstandene Stickstoffsäure brüchig und schlecht wird.

Offenbar entsteht also aus belichteten salpetrigsauren Salzlösungen die von *Angeli* beschriebene Stickstoffsäure $\text{N} \begin{smallmatrix} \nearrow \text{O} \\ \searrow \text{H} \end{smallmatrix}$, der wir nun

unsere besondere Aufmerksamkeit schenken wollen.

Angeli fand für die Stickstoffsäure in der leichten Verbindungsfähigkeit derselben mit Aldehyden eine empfindliche Reaktion, die heute als Angelische Aldehydreaktion allgemein bekannt ist. Die dabei entstehenden Hydroximsäuren zeichnen sich dadurch aus, daß sie mit Eisen und Kupfer charakteristisch gefärbte Salze bilden, die im Sinne der Wernerschen Anschauungen als innere Komplexsalze aufzufassen sind. Besonders die violettstichige Eisenreaktion ist bei fast allen Aldehyden sehr charakteristisch. — Es trat nun in der Tat bei Belichtung einer formaldehydischen Kaliumnitritlösung schon nach kurzer Bestrahlung auf Zusatz von Eisenchlorid eine Farbenreaktion auf, und zwar zunächst eine braunrote Färbung, die mit zunehmender Lichteinwirkung immer mehr violettstichig wurde, bis schließlich die typische rotviolette Hydroximsäure-Eisenreaktion bemerkbar wurde. Während der Belichtung entwickelt sich fortwährend ein Gas, welches, wie die Analyse ergab, zur Hauptsache aus Stickoxydul und Wasserstoff bestand, daneben waren aber immer

¹⁾ Bull. de l'acad. roy. de scienc. d. Belg. (3) Bd. 21, S. 337.

²⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 46, 115, Zeitschr. f. physiol. Chem. (1914) (im Druck).

³⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie, Jahrg. 26 (1913), Aufsatzteil S. 612 f.

¹⁾ Bull. Ac. roy. Belgique (1903) 55.

²⁾ Chem.-Ztg. 1913, S. 710.

auch geringe Mengen von Stickoxyd, Kohlen-
säure, Kohlenoxyd und Sauerstoff nachweisbar.

Wässrige Lösungen von Acet-, Propion-,
Butyr-, Valerian- und Glykolaldehyd den Strahlen
der Sonne oder einer Quecksilberdampflampe
ausgesetzt, ergaben ebenfalls außerordentlich
deutlich die Hydroximsäurereaktionen.

Die Isolierung der Hydroximsäure gelang bei
den Aldehydversuchen nicht, da die Lichtreaktion
bei dieser intermediären Verbindung nur kurze
Zeit stehen bleibt und weitere lichtchemische
Umwandlungen stattfinden.

Anders ist es dagegen beim Ersatz der Alde-
hyde durch die entsprechenden Alkohole, also z. B.
beim Ersatz von Formaldehyd durch Methylalko-
hol. Wird eine $\frac{1}{10}$ n-Kaliumnitritlösung mit
überschüssigem Methylalkohol zwei Stunden mit
ultraviolettem Licht bestrahlt, so erhält man auf
Zusatz von Kupferacetat zu dieser Lösung einen
grasgrünen Niederschlag, welcher das Kupfersalz
der Formhydroximsäure darstellt. Aus diesem
Kupfersalze gelingt es leicht, die freie Hydroxim-
säure zu isolieren.

Nun kann man an Stelle von Kaliumnitrit ge-
nau so gut die verschiedenen salpetersauren Salze
des Kaliums, Natriums, Magnesiums, Alumi-
niums oder Ammoniums verwenden, man gelangt
immer zum gleichen Resultat. An Stelle von Me-
thylalkohol gelangten ferner Äthylalkohol, Allyl-
alkohol und Äthylenglykol mit ähnlichem Resul-
tate zur Verwendung. Das Kaliumnitrit wirkt
aber auch noch auf verschiedene andere Substan-
zen im Licht kräftig ein, so z. B. auf Phenole
unter Schwarzfärbung, auf Aceton unter Bildung
einer intensiv nach Acetamid riechenden Verbin-
dung. Auf Akrolein unter Bildung einer Verbin-
dung, die die typischen Eisen- und Kupferreak-
tionen auf Hydroximsäure aufweist.

Mit Zucker reagiert das Kaliumnitrit im Licht
unter Abbau; so entwickelt sich z. B. bei Lävulose
sehr reichlich Kohlenoxyd. Milchsäure färbt sich
im Licht mit Nitrit intensiv gelb und es ent-
stehen aminartig riechende Verbindungen.

Kartoffelpreßsaft reagiert auffallend intensiv
im Licht mit Kaliumnitrit, unter Bildung eigen-
tümlich riechender flüchtiger Substanzen. Es
reagieren ferner Gerbstoffe, Stärke und Cellu-
lose, ja sogar Fette, mit Kaliumnitrit im Licht
und es wäre sicher aussichtsreich, alle diese licht-
chemischen Prozesse näher zu studieren.

Wenn man eine neutrale methylalkoholische
Kaliumnitritlösung mit Quecksilberlicht bestrahlt,
so tritt nach einer halben Stunde eine schwach
alkalische Reaktion auf, die nach und nach inten-
siver wird. Dieses Alkalisichwerden der Flüssig-
keit ist ebenso bei Belichtung methylalkoholischer
Nitratlösungen zu beobachten. Um diese Reak-
tion genauer studieren zu können, wurden äquiva-
lente Lösungen von Magnesium-, Calcium-, Alumi-
nium-, Ammonium-, Kalium- und Natriumnitrit
unter Zusatz gleicher Mengen Methylalkohol mit
Hg-Dampflicht belichtet.

Dabei zeigte sich's nun, daß die Hydroxim-
säure-Eisenreaktion bei allen Lösungen fast
gleichzeitig auftrat (nach ca. 3 Stunden), daß
aber nach ca. 25stündiger Belichtung bei Ammo-
nium, Kalium und Natrium diese Reaktion
schwächer wurde und bei Kaliumnitrat nach
36stündiger Bestrahlung vollkommen verschwand.

Außer bei Aluminiumnitrat tritt auch die
Nitritreaktion, d. h. Blaufärbung von Jodkalium-
stärkelösung, in allen Lösungen fast gleichzeitig
auf. Nach ca. 50stündiger Belichtung ist das
Nitrit in allen Lösungen verschwunden, dagegen
läßt sich Nitrat bei Aluminium, Magnesium und
Calcium reichlich, bei Kalium dagegen nur noch
in Spuren nachweisen, beim Ammoniumnitratver-
such sind weder Nitrit- noch Nitrationen nach-
weisbar. In allen Lösungen — außer Aluminium
— ist Karbonat reichlich vorhanden, ja bei Cal-
cium und Magnesium haben sich die Karbonate so-
gar in dicken weißen Flocken am Boden des Ge-
fäßes abgeschieden. Dieses Alkalisichwerden der
neutralen Nitratlösungen durch die Bildung von
Karbonaten hat vielleicht auch pflanzenphysiolo-
gische Bedeutung, da von botanischer Seite durch
*Molisch*¹⁾ nachgewiesen worden ist, daß Wasser-
pflanzen während der Assimilation im Licht Phen-
olphthalein röten, diese Rötung bei Nacht aber
wieder verschwindet; das Alkalisichwerden des
Pflanzensaftes wird auf die Bildung von Kalium-
karbonat zurückgeführt.

Belichtet man eine $\frac{1}{10}$ n-formaldehydische oder
methylalkoholische Lösung mit Quecksilberdampf-
licht ca. 60 Stunden lang, so sind in der Lösung
sowohl Nitrit- als Nitrat- und auch Form-
hydroximsäure-Reaktionen verschwunden. Es
ist nun von Interesse, zu bestimmen, in welcher
Form der Stickstoff in dieser Lösung vorhan-
den ist.

Um dabei von bestimmten Gesichtspunkten
ausgehen zu können, wurde zuerst einmal theore-
tisch festgestellt, was für chemische Vorgänge bei
der Lichtreaktion — Nitrat plus Formaldehyd —
vor sich gehen können.

Aus Nitrat entsteht zuerst, wie das aus den
experimentellen Ergebnissen zu entnehmen ist, die

Stickstoffsäure $\text{N} \begin{array}{l} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{H} \end{array}$ die mit dem Formal-

dehyd unter intermediärer Bildung von Nitroso-
methylalkohol reagiert; daß die Verbindung:

$\text{H}_2\text{C} \begin{array}{l} \diagup \text{NO} \\ \diagdown \text{O.H} \end{array}$ sich zunächst bildet, haben *Coert* und

ich durch die bei der Vereinigung von Formal-
dehyd und Angelisalz $\left(\begin{array}{c} \text{NONa} \\ \parallel \\ \text{NOONa} \end{array} \right)$ in Gegenwart
von Essigester auftretende, rasch vergängliche
Grünblaufärbung demonstrieren können.

¹⁾ Sitzber. d. Wiener Akad. 18, Abt. I, 1909; 19,
Abt. I, 1910.

Schon früher haben *Bamberger* und *Rust*¹⁾ Nitroparaffine mit Säuren in die entsprechenden Hydroximsäuren umgelagert und dabei angenommen, daß als intermediäre Körper Nitrosoalkohole gebildet werden. Später ist von *Steinkopf*²⁾ gezeigt worden, daß Aci-Nitrokörper unter dem Einfluß von Chlorwasserstoff über die Chlornitrosoverbindungen in Hydroximsäurechloride übergehen. Ferner hat *Houben*³⁾ umgekehrt Acet-hydroximsäureester, durch Ubergießen mit einer Lösung von Chlor in Tetrachlorkohlenstoff, in α -Chlornitrosoäther überführen können, der sich durch eine prachtvolle Blaufärbung auszeichnet.

Bamberger und *Seeligmann*⁴⁾ konnten bei der Oxydation von Methylamin mit Caroscher Säure neben Formhydroximsäure auch Aci-Nitromethan nachweisen. Es gelingt, wie ich später noch zeigen werde, Nitromethan durch Belichtung in Formhydroximsäure umzuwandeln. Das sind alles Beispiele, welche darauf hinweisen, daß die drei isomeren Verbindungen *Nitrosomethylalkohol*, *Aci-Nitromethan* und *Formhydroximsäure* durch intramolekulare Umlagerung gegenseitig ineinander überführbar sind.

Und nun habe ich auf Grund dessen diese drei isomeren Verbindungen bei meiner Hypothese „der Assimilation von Stickstoff in den Pflanzen“ als Ausgangspunkt angenommen; sie bilden sozusagen die ersten Assimilationsprodukte der vereinigten Kohlensäure-Stickstoff-Assimilation.

(Schluß folgt.)

Über die Bedeutung der Eigenfrequenzen in der Chemie⁵⁾.

Von Dr. Alfred Reis, Berlin.

Das alte Grundproblem der Chemie: die Zurückführung der mannigfaltigen physikalischen und chemischen Eigenschaften der Stoffe auf einfache Grundeigenschaften, hat in den letzten Jahren neues Leben erhalten durch die Anwendung des neuen Begriffs der Eigenfrequenzen der Stoffe.

Der Begriff der *Frequenz* ist in der Physik an das Auftreten *periodischer Vorgänge* geknüpft, unter denen die *Schwingungen* am wichtigsten sind. Auf zweierlei Weise können Schwingungen entstehen. *Erstens*, indem in einem Medium periodisch veränderliche Beschleunigungen durch äußere Kräfte erzeugt werden; Beispiele hierfür sind die Fortpflanzung von Schallwellen durch alle elastischen Körper oder die Fortpflanzung des Lichtes im leeren Raum. *Zweitens* entstehen Schwingungen in einem mit

Trägheit begabten System, das gegen eine Ruhelage mit einer zum Abstand von dieser Ruhelage proportionalen Kraft zurückgezogen wird, sobald auf irgendeine Weise eine Entfernung aus der Ruhelage herbeigeführt wird. Ein Pendel, eine tönende Saite, ein elektrischer Schwingungskreis sind Beispiele hierfür. Die *Schwingungsdauer* ist in diesem zweiten Falle proportional der Quadratwurzel aus der Trägheit und umgekehrt proportional der Quadratwurzel aus der gegen die Ruhelage treibenden Kraft:

$$T = \text{const.} \sqrt{\frac{\text{Trägheit}}{\text{Kraft}}} \dots \dots (1)$$

Der reziproke Wert der Schwingungsdauer heißt die *Eigenfrequenz* des Systems. Bewegt sich das System unter Reibung, so werden die durch einmalige Anregung erzeugten Schwingungen immer kleiner und kleiner, sie sind gedämpft.

Die Stärke der Dämpfung beeinflusst den Zahlenwert der Eigenfrequenz nur äußerst wenig, sie ist aber von größter Bedeutung für die Resonanzerscheinungen, d. h. für die *Wechselwirkungen* zwischen einem schwingenden System und einer periodisch veränderlichen Kraft. Eine merkliche Einwirkung zwischen diesen erfolgt nur, wenn die Frequenz der periodischen Kraft mit der Eigenfrequenz des schwingenden Systems genügend nahe übereinstimmt; und die Anforderung an den Grad dieser Übereinstimmung — d. h. die Schärfe der Resonanz — ist um so größer, je schwächer die Dämpfung des schwingenden Systems gemacht wird.

Als periodische Vorgänge kommen außer den Schwingungen gelegentlich auch die *Rotationen* in Betracht; hier spielt die Dauer einer Umdrehung die gleiche Rolle wie dort die Dauer einer Schwingung.

Wechselwirkung von Resonatoren und strahlender Energie.

Zu der Annahme von Resonatoren in den chemischen Stoffen zwingt uns deren *Wechselwirkung* mit der *strahlenden Energie*, deren Charakter als periodische Veränderung von hoher Frequenz außer Zweifel steht. Ebenso sind die numerischen Werte dieser Frequenzen von allen Hypothesen unabhängig; denn die experimentell meßbare Wellenlänge mal der Zahl der Schwingungen pro Sekunde muß der ebenfalls meßbaren Lichtgeschwindigkeit gleich sein:

$$C = \lambda \cdot \nu$$

Auf Grund dieser Beziehung geben wir statt der Frequenzen häufig die zugehörigen Wellenlängen an, die uns meist geläufiger sind.

Wechselwirkungen zwischen der strahlenden Energie und chemischen Stoffen sind bei allen Wellenlängen der elektromagnetischen Strahlung beobachtet worden: bei elektrischen Wellen mit Wellenlängen von ganzen Metern, in dem ganzen Gebiete der Wärmestrahlen, bei sichtbarem und ultraviolettem Licht und auch bei den Röntgen-

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 34, 2031 (1901); 35, 45 (1902).

²⁾ I. pr. (2) 84, 686 (1911).

³⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 46, 1913.

⁴⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 35, 4299.

⁵⁾ Habilitationsvorlesung, gehalten am 19. Dez. 1913 in Karlsruhe.

strahlen, deren Identität mit sehr kurzwelligem Licht (Größenordnung 10^{-8} cm) seit kurzem völlig erwiesen ist.

1. Optische Konstanten.

Bei den Wechselwirkungen zwischen der strahlenden Energie und chemischen Stoffen unterscheiden wir zweckmäßig zwei Gruppen. Die *erste* bezieht sich auf die *optischen Konstanten* der Stoffe, soweit diese in bestimmten engen spektralen Bereichen außergewöhnliche — wie man sagt *selektive* — Werte annehmen. Solche Wechselwirkungen sind immer ein Beweis für das Vorhandensein von Resonatoren gleicher Eigenfrequenz. Diese Aussage ist unabhängig von irgendeiner optischen Theorie. Den folgenden Ausführungen wollen wir aber die Elektronentheorie der optischen Erscheinungen zugrunde legen, weil sich diese in den chemischen Konsequenzen bisher am fruchtbarsten erwiesen hat. Diese Theorie nimmt an, daß als Resonatoren in den Stoffen elektrisch geladene Teilchen wirksam sind; diese können entweder Elektronen — also Teilchen freier negativer Elektrizität — oder Ionen — also positiv oder negativ geladene Massenteilchen sein. Unelektrische Resonatoren, deren Vorhandensein aus anderen Erscheinungen ebenfalls bekannt ist, vermögen sich optisch, also durch Wechselwirkung mit der strahlenden Energie, in keiner Weise bemerkbar zu machen.

Wenn Licht einer bestimmten Wellenlänge in einem Medium fortgepflanzt wird, das Resonatoren von gleicher Frequenz enthält, dann werden diese Resonatoren Energie aufnehmen, das Licht wird beim Durchgang geschwächt, es tritt *Absorption* ein. Ist ein Medium so dicht mit wirkamen Resonatoren erfüllt, daß an seiner Grenze beim Eindringen schon in der ersten Wellenlänge ein großer Teil der Lichtenergie an die Resonatoren abgegeben ist, dann tritt eine andere Erscheinung ein: eine starke *Reflexion*. Selektive Absorption und Reflexion kommen bei allen Wellenlängen vor. Bekannte Erscheinungen der selektiven Reflexion sind im Ultraroten die sogenannten *Reststrahlen*, im Sichtbaren die *Oberflächenfarben* intensiv gefärbter Stoffe; ebenso reflektiert im Gebiet der Röntgenstrahlen jeder Stoff eine oder wenige Wellenlängen vorzugsweise stark (charakteristische Sekundärstrahlen).

Im Zusammenhange mit der Absorption steht die *Dispersion*, d. h. die Änderung des Brechungsvermögens mit der Wellenlänge, und zwar derart, daß an den Stellen selektiver Absorption ein höchst eigentümlicher anomaler Verlauf der Dispersionskurve auftritt. Der Brechungsindex kann durch eine Eigenfrequenz über einen viel größeren Bereich von Wellenlängen merklich beeinflusst werden als die Absorption oder die Reflexion; daher gestattet die Dispersionskurve auch die Berechnung solcher Eigenfrequenzen, die in einem experimentell unzugänglichen Be-

reiche von Wellenlängen liegen, z. B. im äußersten Ultraviolett.

Die Erscheinung der anomalen Dispersion ist im Gebiete der langen elektrischen Wellen, der ultraroten Wellen und des sichtbaren Lichtes bekannt. Im Gebiete der Röntgenstrahlen ist sie hingegen bisher nicht aufgefunden worden.

2. Wirkungen des Lichtes.

Die Wechselwirkung zwischen strahlender Energie und Resonatoren in materiellen Stoffen zeigt sich *zweitens* in einer Reihe von physikalischen und chemischen Wirkungen des Lichtes, also in der Umwandlung der strahlenden Energie in andere Energieformen unter Mitwirkung von materiellen Stoffen. Die wichtigsten dieser Erscheinungen sind die Fluoreszenz, der lichtelektrische Effekt und die chemische Lichtwirkung. Alle diese Wirkungen können durch sichtbare und ultraviolette Strahlen und durch Röntgenstrahlen hervorgebracht werden; Wellen von niedrigerer Frequenz sind zu diesen Wirkungen nicht befähigt¹⁾. Bei allen Erscheinungen dieser zweiten Gruppe werden *Elektronen* als die wirkamen Resonatoren angesehen.

Als *Fluoreszenz* bezeichnet man das Aufleuchten gewisser Stoffe bei Belichtung, wobei im allgemeinen Licht anderer Wellenlänge ausgesandt wird als das eingestrahlte. Dies ist also Umwandlung strahlender Energie in solche anderer Frequenz, und zwar, wie fast allgemein gefunden wurde, von niedrigerer Frequenz. Die Fluoreszenz ist bei sichtbarem und ultraviolettem Licht und bei Röntgenstrahlen bekannt.

Der *lichtelektrische Effekt* ist der Austritt negativer Elektrizität aus Oberflächen fester und flüssiger Körper unter der Wirkung des Lichtes. Es gibt zwei Arten von lichtelektrischem Effekt. Der Effekt von der einen Art, der sogenannte *normale*, ist vom Polarisationszustande des Lichtes unabhängig, und bei ihm wächst die Elektrizitätsmenge, die von der gleichen Lichtenergie freigemacht wird, soweit wir wissen, immer mit der Frequenz des Lichtes. Erst von einer bestimmten Frequenz aufwärts macht das Licht merkliche Elektronen frei; längere Lichtwellen sind unwirksam. Die Grenze liegt für Metalle bei um so niedrigeren Frequenzen, je unedler das Metall ist. Der Effekt von der zweiten Art, der *selektive* Effekt, ist bisher nur bei Alkalimetallen mit Sicherheit bekannt. Er ist für uns ungleich interessanter, weil er ein *Resonanzphänomen* darstellt. Wie schon der Name selektiv sagt, ist bei dieser Art des Effektes die Wirksamkeit des Lichtes, das heißt die von der Einheit der Lichtenergie freigemachte Elektrizitäts-

¹⁾ Die Ursache dieses Unterschiedes ist, daß die Frequenz des roten Lichtes ungefähr die Grenze zwischen den Elektronen- und Ionenfrequenzen bildet. Die obige Regel gilt auch nur annähernd; z. B. hat man die photographische Platte bis über 1μ hinaus zu sensibilisieren vermocht.

menge, nur in einem engen Spektralgebiet groß; bei längeren und bei kürzeren Wellen sinkt die Wirksamkeit schnell. Der maximale Effekt liegt bei um so niedrigeren Frequenzen, je unedler das Metall ist. Der selektive Effekt wird nur hervorgerufen durch denjenigen Teil des Lichtes, welcher die Elektronen in Schwingungen *senkrecht zur Metalloberfläche* versetzt; also nur durch schräg einfallendes Licht, und zwar durch die Komponente, deren elektrischer Vektor in der Einfallsebene liegt. Bei beiden Arten des lichtelektrischen Effektes ist die *Menge* der freigmachten Elektronen der angewendeten *Lichtstärke proportional*, die Geschwindigkeit, mit der sie ausgeschleudert werden, ist aber von der Lichtstärke unabhängig und wird nur durch die Frequenz des Lichtes bestimmt. Es herrscht das Gesetz, daß die *lebendige Kraft* eines ausgeschleuderten Elektrons *proportional* ist der *Frequenz* des angewendeten Lichtes. *Röntgenstrahlen*, welche Licht von hoher Frequenz darstellen, machen Elektronen von entsprechend hoher Geschwindigkeit frei — eine unter dem Namen von *sekundären Kathodenstrahlen* wohlbekannte Erscheinung.

Die *chemischen Wirkungen* des Lichtes sind die ausgedehnteste und wichtigste Gruppe der Lichtwirkungen. Gerade bei diesen Erscheinungen ist aber der Schritt vom Experiment zur Erfassung der allgemeinen Gesetze am schwersten; denn alle die Schwierigkeiten, die uns das Eindringen in das Wesen der chemischen Vorgänge einerseits, der Lichtabsorption andererseits bereitet, treffen hier zusammen.

An allgemeinen Erkenntnissen über die chemische Lichtwirkung besitzen wir zunächst den Satz, daß die Absorption des Lichtes eine notwendige Voraussetzung für seine chemische Wirksamkeit ist. Wir begegnen ferner der Tatsache, daß es zur Erzielung einer chemischen Wirkung um so *kurzwelligeren* Lichtes bedarf, je stärker *endotherm* der betreffende chemische Vorgang ist. Es ist übrigens wahrscheinlich, daß die chemische Lichtwirkung mit dem lichtelektrischen Effekt in nahem Zusammenhang steht; diese Frage ist gegenwärtig der Gegenstand eingehender Untersuchungen.

Quantenhypothese.

Im Vorhergehenden ist an einer Reihe von Beispielen dargetan worden, daß die Strahlung gewissermaßen ein um so wirksameres Agens darstellt, je kurzwelliger sie ist. Wenn die Strahlung mit Hilfe materieller Substanzen in andere Energieformen umgesetzt wird, dann ist die pro Atom oder Molekül der in Wirkung gebrachten Substanz auftretende Energiemenge proportional der Frequenz der beteiligten Wellen. Wie an die stöchiometrischen Tatsachen die Atomhypothese, so knüpft sich an diese Proportionalität eine analoge Hypothese: die Quantenhypothese.

Der Proportionalitätsfaktor soll nach dieser Hypothese eine *universelle Konstante* sein, der man den Namen „*elementares Wirkungsquantum*“ gegeben hat, und deren numerischen Wert man aus den Konstanten der Strahlungsgesetze auf Grund der Planckschen Theorie der schwarzen Strahlung berechnen kann. Die Anwendung der Quantenhypothese auf den lichtelektrischen Effekt z. B. sagt, daß keine kleinere Energiemenge aus der Form der strahlenden Energie in die Form der kinetischen Energie ausgeschleudeter Elektronen übergehen kann als die Menge $h\nu$ (h = elementares Wirkungsquantum). Die kinetische Energie $e \cdot V$ muß dem Wert $h\nu$ gleich sein. Die genaue Prüfung der Beziehung ist mit den heutigen Hilfsmitteln nicht möglich, die Größenordnung ist aber sicher richtig, sowohl bei Licht als bei Röntgenstrahlen.

Analoge Berechnungen lassen sich für den sogenannten *Reaktionseffekt* anstellen, d. h. für die Ausschleuderung von Elektronen bei heftigen chemischen Reaktionen, z. B. bei der Einwirkung von Chlor auf metallisches Kalium. *Haber*, der diesen Effekt auffand, wies nach, daß er nur in den Fällen auftrat, in denen $\frac{Q}{N}$ die Reaktionswärme pro Atom, größer als $h\nu$ war. Hierbei ist unter ν die niedrigste Eigenfrequenz unter den ausschleuderbaren Elektronen der reagierenden Stoffe zu verstehen, im obigen Falle also die Frequenz des Kaliums im sichtbaren Gebiet.

Auf zahlreichen Gebieten, zumal dort, wo es sich um Eigenfrequenzen handelt, scheint uns heute die Quantenhypothese kaum entbehrlich. Ihre Anwendung ist aber noch mit manchen Schwierigkeiten und Widersprüchen verknüpft, die noch nicht befriedigend gelöst sind.

Thermische und elastische Stoffeigenschaften.

Außer dem direkten Nachweis der Eigenfrequenzen durch Wechselwirkung mit strahlender Energie kennen wir eine Reihe von Beziehungen, welche diese Eigenfrequenzen mit anderen Eigenschaften der Stoffe verknüpfen. Die Einführung der Eigenfrequenzen in dieses Gebiet hat eine wichtige Veränderung in der *kinetischen Theorie der Materie* zur Folge gehabt: in Form der Eigenfrequenzen ist es nämlich erst möglich, die individuellen Stoffeigenschaften in die kinetische Theorie einzuführen. In der kinetischen Theorie spielen nur solche Eigenfrequenzen eine Rolle, denen Bewegungen *ponderabler Massen* entsprechen (ohne Rücksicht, ob elektrische Ladung vorhanden); die Bewegungen von Elektronen tragen nicht merklich zu diesen Erscheinungen bei. Die kinetische Theorie hat die Einführung der Eigenfrequenzen in allen Fällen mit Hilfe der Quantenhypothese vollzogen.

Die wichtigsten und erfolgreichsten Anwendungen der Eigenfrequenzen auf die Probleme der kinetischen Theorie liegen auf dem Gebiete der spezifischen Wärme. Bei festen Körpern wird

der Wärmeinhalt als Energie der Schwingungen der Atome und Moleküle angesehen. Aus der Theorie folgt bei sehr tiefen Temperaturen die asymptotische Annäherung der Atomwärmen an den Wert Null, bei hohen Temperaturen die Annäherung an den Wert von etwa 6 Calorien. Dazwischen verläuft die Kurve, welche die spezifische Wärme als Funktion der Temperatur darstellt, S-förmig. Ein solcher merkwürdiger Verlauf der spezifischen Wärmen ist übrigens ein Postulat des Nernstschen Wärmetheorems, welches in dieser richtigen Voraussage eine seiner stärksten Stützen besitzt¹⁾. Bei welchen Temperaturen und wie steil der Anstieg der S-Kurve erfolgt, hängt von der Eigenfrequenz ab; je höher diese ist, bei um so höheren Temperaturen und um so flacher verlaufen die analogen Kurventeile.

Die ursprüngliche Theorie der spezifischen Wärme fester Körper von *Einstein*, der die Annahme reiner Eigenfrequenzen zugrunde lag, wurde durch die Erfahrung in großen Zügen bestätigt, jedoch waren systematische Abweichungen unverkennbar. Sehr genauen Anschluß an die beobachteten Werte ergab die Theorie von *Debye*, bei der die Eigenfrequenzen der Stoffe in einem anderen Sinne Mittelwerte sind, als bei den eigentlichen Resonanzerscheinungen. Bei festen *einatomigen* Körpern läßt sich nunmehr aus einer *einzigsten* Eigenfrequenz die spezifische Wärme bei allen Temperaturen berechnen; die Temperaturkurven ihrer spezifischen Wärmen bilden eine Kurvenschar ohne Kreuzungspunkte. Bei *mehratomigen* Körpern ist mit Ausnahme mancher binärer Verbindungen der Verlauf der spezifischen Wärme ein merklich anderer: die Temperaturkurven kreuzen die Kurven der einatomigen Stoffe, die spezifischen Wärmen lassen sich *nicht* nach dem gleichen Gesetze bei allen Temperaturen aus *einer* Eigenfrequenz berechnen²⁾.

Bei Gasen befriedigte die klassische kinetische Theorie nur für einatomige Gase, denen sie den universellen und von der Temperatur unabhängigen Wert der spezifischen Wärme von 5 Calorien pro Mol (bei konstantem Druck) zuschreibt. Mehratomige Gase haben höhere und mit der Temperatur allmählich ansteigende Werte der spezifischen Wärme, denen die kinetische Theorie erst durch Einführung der Eigenfrequenzen gerecht zu werden vermochte³⁾. Hier kommen sowohl Rotationen der Gasmoleküle als Schwingungen der Atome in den Molekülen in Betracht. Die Unsicherheiten der Ergebnisse sind hier größer als bei den festen Körpern, doch kann man sagen, daß die Einführung der Eigenfrequenzen auch bei der Berechnung der spezifischen Wärme von Gasen erfolgreich gewesen ist.

¹⁾ Aus dem Nernstschen Theorem folgt zwar nicht, daß die spezifischen Wärmen bei tiefen Temperaturen den Wert Null annehmen, wohl aber daß sie sich asymptotisch einem Grenzwert nähern; damit ist auch die eigentümliche S-Form der Kurven gegeben.

²⁾ W. Nernst, Berl. Sitzber. 1912, S. 1170.

³⁾ W. Nernst, Z. f. Elch. 17, 265 (1911).

Für Flüssigkeiten, deren Beschaffenheit weit verwickelter ist als die von Stoffen anderer Aggregatzustände, besitzen wir noch keine brauchbare kinetische Theorie. Ihre spezifische Wärme ist daher der Berechnung nicht zugänglich. Dagegen ist es neuerdings gelungen, eine Theorie der Oberflächenspannung von Flüssigkeiten aufzustellen, welche mit der Theorie der spezifischen Wärme fester Körper eine gewisse Analogie besitzt und die empirischen Regeln (Gesetz von *Eötvös*) gut wiedergibt¹⁾.

Eine andere Stoffeigenschaft, welche durch die *kinetische* Theorie mit den Eigenfrequenzen in Beziehung gesetzt wurde, ist der Schmelzpunkt²⁾. Hier liegt die Vorstellung zugrunde, daß das Schmelzen eines Stoffes dann eintritt, wenn die Schwingungen der Atome um ihre Gleichgewichtslagen durch Wärmezufuhr so stark geworden sind, daß sie den Nachbaratomen durch direkten Stoß Energie übertragen. Die Eigenfrequenzen, welche man den festen Körpern zuschreiben muß, um nach dieser Theorie zu den beobachteten Schmelzpunkten zu kommen, stimmen recht gut überein mit denjenigen Eigenfrequenzen, welche für die gleichen Stoffe aus spezifischen Wärmen oder aus Reststrahlen abgeleitet sind.

Endlich hat man noch mit Erfolg eine Theorie für die elastischen Eigenschaften, vor allem für die Kompressibilität fester Körper aufgestellt³⁾. Die Körper sind um so *leichter* zusammendrückbar, je *niedriger* ihre Frequenz ist. Auch die *Härte* der Körper steht hiermit in Zusammenhang; bei Elementen ist *ceteris paribus* hohe Eigenfrequenz mit großer Härte verknüpft (Diamant), niedrige Eigenfrequenz mit geringer Härte (Alkalimetalle).

Aufbau der Materie.

Die einzelnen Erscheinungen, aus denen wir die Kenntnis von den Resonatoren der Stoffe und von ihren Frequenzen schöpfen, sind in den voranstehenden Kapiteln behandelt worden. Es bleibt noch die Frage zu erörtern, was für Arten von Resonatoren überhaupt in den chemischen Stoffen vorkommen, und wie die Eigenschaften der Stoffe von ihren Frequenzen abhängen. Bei der Wichtigkeit, welche den Resonatoren hier zukommt, kann man die Frage geradezu so formulieren: in welcher Weise ist die Materie aus Resonatoren aufgebaut? Die atomistische Denkweise legt es nahe, die Resonatoren in den chemischen Stoffen als Teile von Atomen und Molekülen zu denken und die Kräfte, unter deren Einwirkung die Schwingungen der Resonatoren erfolgen, mit den-

¹⁾ M. Born und R. Courant, Physik. Z. 14, 731 (1913), Die Naturwissenschaften 1, 674. Auch hier ist die neue mit Eigenfrequenzen arbeitende kinetische Theorie der älteren (*Madelung*) überlegen.

²⁾ F. A. Lindemann, Phys. Z. 11, 609 (1910).

³⁾ Die erste Theorie hierüber stammt von *Einstein* 39, 789 (1912), die genaueste von *Debye*, Ann. d. Phys. 34, 170 (1911).

jenigen Kräften zu identifizieren, die sich bei chemischen Vorgängen, bei Änderungen des Aggregatzustandes usw. betätigen. Aus den Eigenfrequenzen können wir sofort über diese Kräfte etwas Näheres erfahren. Die Gleichung

$$\nu = \text{const.} \sqrt{\frac{\text{Kraft}}{\text{Trägheit}}} \quad (1)$$

sagt aus, daß bei den hohen Eigenfrequenzen, mit denen wir in der Chemie zu tun haben, die Kräfte im Verhältnis zu den trägen Massen ungeheuer groß sein müssen. Tatsächlich erreicht bei chemischen Reaktionen der Energieumsatz pro Gramm die Größenordnung von einer großen Calorie. In kinetische Energie verwandelt, würde dies ausreichen, um ein Gramm mit 3 km/sek fortzuschleudern.

Formel (1) lehrt, daß Unterschiede in den Eigenfrequenzen sowohl im Unterschied der trägen Massen, als auch im Unterschied der treibenden Kräfte begründet sein können. Dementsprechend nehmen wir drei verschiedene Gruppen von Resonatoren an. *Erstens* Atome und Atomgruppen, die unter dem Einfluß der gewöhnlichen chemischen Kräfte schwingen. *Zweitens* Elektronen, die den gleichen Kräften gehorchen; da die Masse eines Elektrons 1800mal kleiner ist als die des Wasserstoffatoms, ist das Massenverhältnis zu den schwereren Atomen und Molekülen einigemal zehntausend, und die Elektronenfrequenzen sind im Verhältnis der Quadratwurzel, also einige hundertmal höher als die Atomfrequenzen. Die Frequenzen der Atome und Atomgruppen liegen im Ultrarot, die der Elektronen im Ultraviolett und im sichtbaren Gebiet. *Drittens* kennen wir Elektronen, die unter dem Einfluß ganz anderer, ungeheuer viel stärkerer Kräfte stehen und entsprechend höhere Frequenzen haben. Auf diese Elektronen führen wir die Erscheinungen zurück, die bei Röntgenstrahlen und bei radioaktiven Vorgängen beobachtet werden.

1. Schwingungen von Atomen und Atomgruppen.

Hier ist als Kraft die Atomanziehung, als Trägheit die Atommasse einzusetzen. Die Frequenz fällt daher mit steigendem Atom- und Molekulargewicht. Diese Schwingungen sind bekannt aus selektiven optischen Konstanten im Ultrarot und aus den Beziehungen zu thermischen und elastischen Eigenschaften der Stoffe. Manche Eigenfrequenzen, gelegen im *kurzwelligigen* Teile des Ultrarot (1–20 μ), scheinen chemischen Stoffen unabhängig vom Aggregatzustande eigen zu sein; sie werden den Schwingungen der Atome und Atomgruppen im *Molekülverband* zugeschrieben. Die langwelligeren Eigenfrequenzen werden bei *Gasen* den *Rotationen* der frei durch den Raum fliegenden Moleküle um ihre Achsen zugeschrieben; diese Anschauung hat in den letzten zwei Jahren eine überraschend gute Bestätigung erfahren durch ihre Anwendung auf die ultra-

roten Absorptionsspektren der Gase und auf deren spezifische Wärme¹⁾. Hier entspricht der Trägheit das Trägheitsmoment des Gasmoleküls bei Drehung um eine Achse (die Übereinstimmung mit den bekannten Molekulardimensionen ist befriedigend) und der Kraft entspricht ein Teil der Wärmebewegung. Die Rotationsfrequenzen müssen also — im Gegensatz zu den Schwingungsfrequenzen — stark temperaturabhängig sein, und zwar müssen sie mit steigender Temperatur wachsen.

Bei festen kristallisierten Stoffen werden — zumal durch Reststrahlenbeobachtungen — langwellige Eigenfrequenzen von 50 bis 150 μ gefunden, die wahrscheinlich durch die Anziehungskräfte der *Nachbarmoleküle* beeinflusst werden, die also wesentlich mit der Kristallstruktur zusammenhängen²⁾.

2. Schwingungen von Valenzelektronen.

Die Schwingungen der Elektronen sind aus den Wechselwirkungen mit dem Licht bekannt; und zwar sowohl aus den selektiven optischen Konstanten, als auch aus Fluoreszenz, lichtelektrischem Effekt und chemischer Lichtwirkung. Als Trägheit ist hier die Masse des Elektrons einzusetzen, als Kraft die chemische Verwandtschaft, welche die Atome aneinander bindet. Daraus ergeben sich die Eigenfrequenzen, wie schon oben erläutert, entsprechend höher als die der Atome, sie liegen etwa zwischen 1 μ und 50 $\mu\mu$. Die obige Annahme, die bereits *Drude* benutzte, um die Resultate der Dispersionstheorie zu deuten, wurde von *Haber*³⁾ in die exakte Beziehung gebracht:

$$\frac{\nu_{\text{kurzwellig}}}{\nu_{\text{langwellig}}} = \sqrt{\frac{\text{Masse des Moleküls}}{\text{Masse des Elektrons}}}$$

Bei den einfachsten Stoffen scheint sich dies gut zu bestätigen.

Von der Eigenfrequenz eines Elektrons werden wir erwarten, daß sie um so höher ist, je stärker die Kraft, die es an die Ruhelage kettet, d. h. je fester es gebunden ist. Die Festigkeit der chemischen Bindung muß sich also im optischen Verhalten äußern, und zwar derart, daß die Eigenfrequenzen zu um so längeren Wellen rücken, je lockerer die chemische Bindung wird. Diese Beziehung ist uns längst vertraut in Gestalt des Zusammenhangs zwischen *Farbe und Konstitution*: -je ungesättigter ein Stoff, desto weiter rückt seine Lichtabsorption aus dem Ultraviolett in das sichtbare Gebiet vor, und um so tiefer ist die Farbe des Stoffes. Die Ausdehnung der Beobachtungen auf das ultraviolette Gebiet hat unsere Kenntnis dieses Zusammenhanges bestätigt und erweitert. Leider ist uns das wich-

¹⁾ N. Bjerrum, Nernstfestschrift, S. 90 (1912).

E. v. Bahr, Verh. d. d. physik. Ges. 1913, S. 710, 1150.

²⁾ H. Rubens und G. Hertz, Berl. Sitzber. 1912, S. 269.

³⁾ Verh. d. d. physik. Ges. 1911, S. 1122.

tige Gebiet der Eigenfrequenzen gesättigter Stoffe bisher fast unzugänglich, weil dort selbst Luft, Wasser und Quarz sehr stark absorbieren. Nur die Verbindungen des Fluors, die infolge der heftigen chemischen Verwandtschaft dieses Elementes zu unedlen Metallen, die gesättigsten von allen festen Stoffen sind, erweisen sich im hohen Ultraviolett noch als lichtdurchlässig; und ausgerüstet mit Flußspatapparaten, beginnt jetzt die Spektroskopie in diese Gebiete einzudringen.

Die Aufstellung einer exakten gesetzmäßigen Beziehung zwischen chemischem Sättigungsgrad und Eigenfrequenz der Elektronen ist von *Haber*¹⁾ versucht worden. Er setzte die Wärme, die beim chemischen Umsatz eines Moleküls gebildet wird, gleich der Arbeit, die nötig ist, um den entstehenden Stoffen ihre charakteristischen Elektronen zu entreißen, vermindert um die Arbeit, welche der gleiche Prozeß für die verschwindenden Stoffe erfordert:

$$Q = Nh \sum \nu.$$

Q bedeutet die Reaktionswärme pro Mol, N die Molekühlzahl im Mol, ν die Elektronenfrequenzen der entstehenden Stoffe mit positivem, die der verschwindenden mit negativem Vorzeichen.

Die Haberschen Gleichungen bestätigen sich an den allereinfachsten Stoffen, die nur zwei einwertige Atome enthalten. Mit anderen Stoffen können wir noch nicht rechnen, weil die Kraft, die zwei Atome zusammenhält, wesentlich davon abhängt, wie viele und wie feste Bindungen diese Atome mit sonstigen Atomen verknüpfen. Diese Einflüsse vermögen wir noch nicht in Rechnung zu stellen. Wir können nur gefühlsmäßig angeben, ob eine chemische Veränderung an einem Molekül auf die Festigkeit einer Bindung merklich einwirkt oder nicht. Da finden wir, daß jede chemische Änderung auch eine Änderung im optischen Verhalten zur Folge hat. Als ein sehr allgemeiner Beweis dieser Behauptung kann der Umstand gelten, daß die chemischen Klassen der komplexen Metallverbindungen nach ihrem Farbton benannt werden konnten, als Roseosalze, Purpureosalze usw. Diejenigen chemischen Substitutionen, welche das chemische Verhalten einer solchen Verbindung so wenig ändern, daß sie in der gleichen chemischen Klasse bleibt, bringen auch im Farbton keine Veränderung hervor. Ferner finden wir in der organischen Chemie, daß eine Steigerung des ungesättigten Charakters eine Farbvertiefung, eine Verschiebung der Eigenfrequenzen zu langen Wellen bedingt. Bisher hat uns aber diese Forschungsrichtung noch nicht viele neue Kenntnisse über den chemischen Sättigungsgrad gebracht, die wir nicht durch chemische Versuche ebenfalls gewinnen konnten. Einen neuen Gesichtspunkt möchte ich hier anführen. Die optische Untersuchung belehrt uns, daß das, was der Sprachgebrauch als chemisch

ungesättigtes Verhalten eines Stoffes bezeichnet, auf zwei wesensverschiedenen Ursachen beruhen kann. *Erstens* auf sogenannten freien Valenzen, z. B. beim NO; diese Art der Ungesättigtheit macht sich *nicht* durch langwellige Eigenfrequenzen der Elektronen bemerkbar. *Zweitens* auf dem Vorhandensein einer lockeren Bindung im Molekül, z. B. bei NO₂, die sich durch Lichtabsorption im sichtbaren Gebiet äußert.

Das Vordringen auf diesem Gebiet wird dadurch sehr erschwert, daß nur die allereinfachsten Verbindungen bloß eine ultrarote und eine ultraviolette Eigenfrequenz haben. Die meisten Stoffe zeigen viel kompliziertere Erscheinungen. Diese Sachlage liefert umgekehrt für die Richtigkeit der Grundlagen unseres Valenzsystems einen unmittelbaren Beweis, der von allen stöchiometrischen Festsetzungen unabhängig ist.

3. Schwingungen von „inneren“ Elektronen.

Im Gegensatz zu den Elektronen, deren Frequenz für die chemischen Kräfte charakteristisch ist und die man auch als „Valenzelektronen“ bezeichnet, steht eine andere Gattung Elektronen, die wir aus der Wechselwirkung der Stoffe mit den Röntgenstrahlen kennen. Die Wellenlänge der Röntgenstrahlen ist um etwa vier Zehnerpotenzen kleiner, als die des sichtbaren Lichtes, die Frequenz dieser Elektronen also rund zehntausendmal so hoch als die der Valenzelektronen. Auf der oft benutzten Gleichung (1) sehen wir, daß die Kräfte, welche diese hochfrequenten Elektronen festhalten, über alle Vorstellung gewaltig sein müssen. Berechnen wir, mit welcher kinetischen Energie diese Kräfte ein Atom oder ein Elektron fortzuschleudern vermögen, so kommen wir zu Geschwindigkeiten, die sich bereits der Lichtgeschwindigkeit nähern und eben jene Werte besitzen, die wir an den α - und β -Strahlen radioaktiver Stoffe beobachten. Auch die Wärmetönung der radioaktiven Prozesse übertrifft entsprechend die der heftigsten chemischen Reaktionen um das Millionenfache. Daß man die radioaktiven Prozesse mit Recht der Betätigung der gleichen Kräfte zuschreibt, welche die Elektronen von Röntgenfrequenzen festhalten, sehen wir aus den Eigenschaften der gleichzeitig auftretenden γ -Strahlen, welche mit Röntgenstrahlen von großer Härte identisch sind.

Die Eigenfrequenzen der Stoffe im Wellenlängengebiet der Röntgenstrahlen sind eine reine Atomeigenschaft und unabhängig von Aggregatzustand, chemischer Bindung und Valenzstufe; z. B. Schichten von flüssigem Quecksilber, Quecksilberdampf und Kalomel verhalten sich gleich, wenn ihre Dicken so gewählt werden, daß sie gleichviel Quecksilberatome enthalten. Von Element zu Element ändert sich die Eigenfrequenz sprunghaft, und zwar steigt sie regelmäßig an, wenn man im periodischen System zu höheren Atomen fortschreitet. Es ist dabei keine Spur von Periodizität wahrnehmbar, wie sie sich in

¹⁾ Verh. d. d. physik. Ges. 1911, S. 1120.

den gewöhnlichen Stoffeigenschaften äußert, welche mit Frequenzen von Valenzelektronen in Beziehung stehen. Eben darum ergeben die Eigenfrequenzen der Atome im Röntgengebiet neue Kriterien für die Probleme des periodischen Systems. Der alten Auffassung von der wesentlichen Bedeutung des *Atomgewichtes* für die Natur eines Elementes trat vor kurzem die neue Auffassung¹⁾ entgegen, daß die *Stellung im periodischen System* das wesentliche Kennzeichen eines Elementes und mit mehreren verschiedenen Atomgewichten verträglich sei. Die überraschend schnelle Entwicklung der Röntgenspektroskopie hat in der allerjüngsten Zeit zu genauen Wellenlängenmessungen geführt, welche diese Frage beantworten²⁾. Die erhaltenen Frequenzen zeigen nach der alten Auffassung unregelmäßige Abweichungen, nach der neuen aber eine so scharfe und einfache Gesetzmäßigkeit, daß dieses Kriterium für die neue Auffassung entscheidend ist³⁾.

Eine allgemeinere Betrachtung möchte ich noch an die Eigenfrequenzen kurzer Wellenlängen knüpfen. Es ist eine alte Anschauung des Chemikers, daß bei chemischen Veränderungen die elementaren Bestandteile der Materie als solche erhalten bleiben und nur ihre Bindungsart wechselt, daß also z. B. im Schwefeleisen wirklich noch Eisen und Schwefel in gebundenem Zustande vorhanden sei. Bis vor kurzem hatten wir als Stütze für diese Anschauung erstens die Möglichkeit, Eisen und Schwefel aus der Verbindung wiederzugewinnen, und zweitens das Gesetz der Erhaltung der Masse. Beide Stützen sind reichlich indirekt, und es ist ein Verdienst *Ostwalds*, auf die Unsicherheit dieser Beweisgründe hingewiesen zu haben. Jetzt aber haben wir direkte Beweise da-

für in Händen, daß die Elemente in den Verbindungen weiterexistieren: alle radioaktiven Eigenschaften der Elemente und ihr Verhalten gegen Röntgenstrahlen¹⁾ haften unveränderlich am Atom und folgen ihm in alle Verbindungen nach.

In diesem Vortrage wurde von atomistischen Vorstellungen weitgehend Gebrauch gemacht. Dies geschah nicht nur um der Einfachheit der Darstellung willen, sondern auch aus inneren Gründen. Die plötzliche Entwicklung, welche das Gebiet der chemischen Eigenfrequenzen in den letzten Jahren erfahren hat, hängt historisch zusammen mit der Renaissance der Atomistik und dem Auftreten der Quantenhypothese. Es kann auch angesichts der Resultate, welche die letzten Jahre gebracht haben, an der Fruchtbarkeit der atomistischen Denkweise für die gegenwärtigen chemischen Probleme nicht gezweifelt werden. Die Bedeutung der Gesetzmäßigkeiten aber, welche die Eigenfrequenzen mit den anderen Eigenschaften der Materie verknüpfen, ist von allen Hypothesen unabhängig.

Besprechungen.

Meyer, Semi, Probleme der Entwicklung des Geistes. Die Geistesformen. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1913. V, 429 S. Preis M. 13,—.

(Selbstanzeige.)

Körperformen von einer Mannigfaltigkeit sehen wir im tierischen Leben verwirklicht, der eine ältere Wissenschaft nur durch Aufstellung von grundverschiedenen Bauplänen gerecht zu werden glaubte, die die Entwicklungslehre zwar allesamt aus einem einheitlichen Urgebilde ableiten möchte, jedoch nicht ohne eine gründliche frühzeitige Spaltung der Stammbäume für das Auseinanderstreben der Formenbildung verantwortlich zu machen. Was das Leben als Ganzes zusammenhält, das ist nicht eine Verwandtschaft der Organe im ganzen Reiche der Tierwelt, sondern lediglich der Baustein für die Fülle der Gestaltungen, die Zelle, stellt die Einheitlichkeit her, die erstaunliche Anpassungsfähigkeit des allgemeinen Baumaterials ermöglicht die Ableitung der abweichendsten Formen aus einem angenommenen Urganismus.

Weit hinein in das tierische Leben muß sich für eine Anzahl von Funktionen ein Bewußtseinsgeschehen erstrecken. Aber wir hören nichts von einer Formenfülle des geistigen Lebens, die der des körperlichen entspräche, das sich nur durch seine Vielgestaltigkeit in alle denkbaren Plätze für das Leben hineingebildet hat. Wir finden unser eigenes Bewußtsein gestaltet in fest umschriebenen charakteristischen Formen, wir finden Empfindungen von scharfer Prägung, wir finden Gefühle von reichster Abstufung, alle Wirkung steht in Abhängigkeit von Stärkegraden der Erscheinungen, und ein Band verknüpft die Einzelgebilde und rundet das ganze Geschehen zu einer entschieden bestimmten Geistesform. Wir führen unser Leben als geistige Persönlichkeiten, weil wir wollen, d. h. weil wir durch Motive bewegt für Zwecke wirken und uns Ziele setzen,

¹⁾ Der Anstoß hierzu ging von der Einreihung der Radioelemente in das periodische System aus. Siehe vor allem K. Fajans, Ber. Dtsch. Chem. Ges. 46, 422 (1913) und F. Soddy, Chem. News 107, 97 (1913).

²⁾ Moseley, Phil. Mag. Dez. 1913.

³⁾ Moseley fand die Beziehung

$$\sqrt{\nu_n} = (n-1) \cdot 4.97 \cdot 10^7.$$

In dieser Gleichung bedeutet n die Zahl eines Elementes, die man erhält, wenn man mit $H \dots 1, He \dots 2$, beginnend im periodischen System aufsteigend weiterzählt, und ν_n die Schwingungszahl der Hauptlinie im Röntgenspektrum des n ten Elementes. Die Quadratwurzeln aus den Schwingungszahlen haben also die konstante Differenz $4.97 \cdot 10^7$, obgleich die Zunahmen der Atomgewichte sehr unregelmäßig sind und im Fall Cobalt-Nickel sogar eine Abnahme vorliegt. „We have here a proof, that there is in the atom a fundamental quantity, which increases by regular steps as we pass from one element to the next.“ Die Abweichungen von der angegebenen Gesetzmäßigkeit liegen innerhalb der Unsicherheit der Messungen (einige Promille der gemessenen Größen). Unter den einzelnen Ergebnissen verdient die Tatsache besondere Hervorhebung, daß die Metalle der „VIII. Gruppe“, Fe, Co, Ni, ebenso mitzählen, wie die anderen Elemente, das Cu also vom Mn durch vier Schritte getrennt erscheint. Nach den Röntgenfrequenzen zu schließen zerfällt also die „VIII. Gruppe“ des periodischen Systems in die drei Vertikalreihen Fe Ru Os, Co Rh Ir, Ni Pd Pt, die den anderen Vertikalreihen gleichberechtigt erscheinen.

¹⁾ Gitterwirkungen natürlich ausgenommen.

für deren Verwirklichung wir unsere körperlichen und geistigen Kräfte einzusetzen vermögen.

Gezwungenermaßen geht die Wissenschaft vom geistigen Geschehen aus von der ihr allein unmittelbar zugänglichen menschlichen Bewußtseinsform, und Schwierigkeiten gegenüber verwandten und erst recht gegenüber mehr und weniger weit abliegenden Tätigkeitsformen im Tierleben müssen daraus entstehen. Im letzten Jahrzehnt hat sich angesichts der Mißlichkeit jedes Urteils über innere, jedenfalls nur mittelbar zugängliche Vorgänge, besonders bei uns in Deutschland eine Strömung geltend gemacht, auf jede Erforschung tierischen Bewußtseins einfach zu verzichten und sich auf die Physiologie der Funktionen zu beschränken. Der Standpunkt mag seine Berechtigung für gewisse Fragestellungen haben, nur darf sich eine solche Forschung nicht eine vergleichende Psychologie nennen. Denn die Psychologie hat zu ihrem Gegenstand das Bewußtsein, seine Erscheinungsformen und deren Verknüpfungen unter sich sowohl wie deren Abhängigkeit vom körperlichen Geschehen will sie erforschen. Wer von allem Geistigen absieht, will zur Kenntnis von geistigen Vorgängen eben keine Beiträge liefern.

Nötigen uns aber die Tatsachen, vor denen wir stehen, einen so vollständigen Verzicht wirklich auf? Haben wir keinerlei Aussicht, ein anderes Bewußtsein je zu verstehen, als unser eigenes? Wir sind doch alle überzeugt, daß ein Hund nicht nur sieht und hört und riecht, und zwar viel mehr riecht, als wir selbst, sondern daß er auch Schmerz fühlt, und ein Versuch, die Lebensführung eines Hundes verständlich zu machen, ohne in die Beschreibung mindestens Empfindungen aufzunehmen, muß doch jedem Unvoreingenommenen aussichtslos erscheinen. Eine Empfindung aber ist eine Bewußtseins Tatsache, Empfindungen sind Bewußtseinsgestalten, sie haben eine andere Existenz nicht, als daß sie bewußt sind.

Wo Empfindungen vorhanden sind, bleibt manchen Funktionsformen gegenüber freilich schwer zu beurteilen, in andern Fällen aber gibt es gar keinen Zweifel. Ein Hund riecht, und eine Ameise hat mindestens eine verwandte Empfindung. Hier stützen wir allerdings schon. Denn wir dürfen nicht sagen, die Ameise rieche wie wir. Wir sehen allerdings, daß das Tier feine chemische Unterschiede der Ausströmungen gasförmiger Natur in einer Weise ausnutzt, wie es nur in einer Empfindung geschieht, ob aber die Gestalt der Bewußtseinserscheinung mit der unsern übereinstimme, darin haben wir keinen Einblick, und es ist gewiß zu bezweifeln, ob sich je Wege finden können, eine Empfindungsform, die uns selbst nicht gegeben ist, irgendwie zu verstehen.

Um so entschiedener aber ist die Folgerung herauszustellen, daß das gesamte Reich tierischer Bewußtseinsbildungen eine größere Anzahl schon der einfachsten Empfindungsformen aufweisen muß, als uns selbst gegeben sind. Wir besitzen von der im Haushalt der tierischen Leistungen so überragend wichtigen Geruchsempfindung nur Trümmer, und die Formenmannigfaltigkeit schon innerhalb eines einzigen Sinnes mag größer sein, als wir ahnen. In den Empfindungsformen gestalten offenbart die organische Natur ihre Schaffenskraft am handgreiflichsten, und wenn wir auf Sinnesorgane stoßen, die wir nicht zu deuten wissen, so müssen wir auch eine größere Formenfülle für die Empfindungen annehmen, als in unserm Bewußtsein verwirklicht sind.

Wollen wir also mit einiger Aussicht auf Erfolg das Gesamtgebiet von Bewußtseinsbetätigungen in Angriff

nehmen, so müssen wir uns ganz energisch von dem Vorurteil freimachen, daß es nur eine einzige Form geistiger Betätigung geben könne, als müsse jede Bewußtseinsarbeit unbedingt nach einem bestimmten Schema erfolgen, das nur Bereicherungen und Verkürzungen je nach der Höhe der Ausbildung zulasse. Es ist deshalb vor allem anderen zu fragen, ob das Verknüpfungsband, das unser geistiges Tun beherrscht, die Willensmotivation, die auf dem Gefühlsvorgang ruht, die allgemein gültige Grundform alles Bewußtseins sein müsse. Ob es überhaupt durchgängige Gesetze alles Bewußtseins geben mag, ist zu untersuchen, oder ob dem Formenreichtum der Körper nicht eine tiefere Verschiedenheit auch der Bewußtseinsgestaltungen entspricht.

Das ist der Grundgesichtspunkt, von dem der Verfasser es unternommen hat, in seinem im Verlage von Barth (Leipzig) erscheinenden Buche: „Probleme der Entwicklung des Geistes. Die Geistesformen“, den Aufbau des menschlichen Bewußtseins gerade in einer Vergleichung mit tierischen Leistungen zu beleuchten. Das Buch tritt mit seiner Behandlungsart des Gegenstandes auch vor den Außenstehenden, es versucht auch die schwierigsten Fragen jedem Denkfähigen zugänglich zu machen. Die Probleme, die sich von dem gewählten Standorte aus ergeben, sind zum Teil ganz eigenartige. Es muß zuerst die Frage aufgeworfen werden nach der Stelle und dem Zweck des Bewußtseins im Leben des Tieres und des Menschen. Weiter wird zum Angelpunkt der Betrachtung die Frage, ob die Instinkthandlung der menschlichen Willenshandlung vergleichbar sei und sich auf einem leitenden Gefühle aufbaue, wie der Motivationsvorgang. Unvermeidlich und doch wohl für jeden Unvoreingenommenen berechtigt ist die innige Berührung physiologischer und psychologischer Fragen. Die Durchdringung geistiger und mechanischer Arbeit in unserer Lebensform rückt insbesondere die heute so viel behandelte Frage eines organischen Gedächtnisses in den Vordergrund des Interesses. Der Verfasser will keine neue Lehre geben, er sucht nur neue Gesichtspunkte für alte Fragen, und es ergeben sich dazu eine Anzahl neuer Fragen, die vielleicht diesem und jenem zu denken geben.

Astronomische Mitteilungen.

Zum Problem eines intramerkuriellen Planeten
veröffentlicht Dr. H. H. Kritzinger, Leiter der Sternwarte in Bothkamp bei Kiel, eine interessante Notiz in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4712, deren Beachtung und Prüfung bei der nächsten, am 21. August d. J. stattfindenden totalen Sonnenfinsternis jedenfalls dringend geboten erscheint. Der Verfasser geht von der zuerst durch *Charlier* hergeleiteten Bedingung aus, daß, falls ein intramerkurieller Planet zwischen Sonne und Merkur vorhanden sei, derselbe mit der größten Wahrscheinlichkeit nur in der Nähe der beiden Librationspunkte gefunden werden könnte, die mit Sonne und mit Merkur ein gleichseitiges Dreieck bilden. Untersucht man nun die beiden einzigen, vielleicht nicht ganz unbrauchbaren Messungen aus der großen Zahl der wenig vertrauenerweckenden Wahrnehmungen von Vorübergängen planetenähnlicher Körper vor der Sonnenscheibe, die auf die Dangosche Beobachtung vom 18. Januar 1798 und auf

die Lofftsche vom 6. Januar 1818 sich beziehen, so findet man, daß die eine 15° und die andere nur 7° vom nachfolgenden Librationspunkte entfernt lagen. Jedenfalls darf man nach der von *Kritzing* in dankenswerter Weise gegebenen Anregung die bisher eigentlich schon für erledigt angesehene Frage nach der Existenz von intramerkurialen Planeten doch noch nicht ganz „ad acta“ legen, und es lohnt sich bei Gelegenheit der nächsten totalen Sonnenfinsternis, die auch von deutschen astronomischen Expeditionen in Rußland beobachtet werden wird, auch die Prüfung der allerdings recht unsicheren Frage nach etwaigen intramerkurialen Planeten noch einmal vorzunehmen.

Aus der Bewegung und Lage des roten Flecks auf dem Jupiter leitet Dr. K. Graff (Sternwarte Bergedorf bei Hamburg) nach Messungen am großen Refraktor einen recht genauen Wert für die Umdrehungszeit des Planeten Jupiter zu 9 h 55 m 38,9 s ab. Die Ausdehnung des roten Flecks in der Zeit von Juli bis November 1913 betrug $38,4^{\circ}$, und die Beobachtungen zeigen, wenn auch nicht ganz verbürgt, eine geringe Unregelmäßigkeit in der Bewegung jenes roten Flecks auf dem noch feurig-flüssigen Planeten Jupiter. Der obige Wert der Umdrehungszeit stimmt gut mit dem früher von *Lohse* auch aus Messungen des roten Flecks hergeleiteten, der nur 2 Sekunden größer ist. Dagegen ergibt sich die Rotation des Jupiterkörpers, am Äquator gemessen, nicht nur erheblich schneller, nämlich zu 9 h 50 m 30 s; überhaupt stößt die Bestimmung der Jupiterumdrehung wegen des feurig-flüssigen Zustandes jenes Planeten auf ähnliche Schwierigkeiten wie bei der Sonne.

Nach telegraphischen Mitteilungen des Direktors der Flagstaff-Sternwarte in Arizona, Prof. *Lowell*, zeigen die beiden Saturnmonde Tethys und Dione (dritter und vierter Trabant aus der Reihe der im ganzen 10 Saturnsatelliten) eine auffallende Helligkeitsschwankung, die bis zu einer viertel Größenklasse geht und deren Periode mit den entsprechenden Umlaufzeiten jener Trabanten um den Hauptplaneten übereinstimmt. Der Mond Tethys, entdeckt 1684 von *Cassini*, umläuft den Saturn in 1 h 21 m und der Mond Dione, gleichfalls, zu derselben Zeit von *Cassini* gefunden, braucht 2 h 28 m zum Umlauf um den Planeten Saturn. Vom Planeten Mars meldet *Lowell*, daß in dem neuen Spiegelteleskop der Flagstaff-Sternwarte von 40 Zoll (über 1 m) Öffnung die Marskanäle sich als scharfe geometrische Linien zeigen sollen. Diese Wahrnehmung steht in Widerspruch mit den am großen 40 zölligen Linsenfernrohr der Yerkes-Sternwarte mit Bezug auf die Marskanäle gemachten Erfahrungen, da in jenem Refraktor die Kanalgebilde durchaus nicht als geradlinige Streifen sich abbilden. Eine baldige Aufklärung dieser für die Marstopographie wichtigen Frage muß also erwartet werden.

Über einen neuen veränderlichen Stern berichtet Dr. H. H. *Kritzing* (Sternwarte Bothkamp bei Kiel) in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4710 nach Messungen von ihm selbst und von Dr. *Guthnick* (Berlin). Es handelt sich um den Stern X Cygni, der als neuer veränderlicher die Bezeichnung 1.1914 Cygni erhalten hat und dessen Intensität um $\frac{1}{4}$ Größenklasse (Maximum 7,1 und Minimum 6,85) schwankt bei einer Periode von 49 Tagen. Dieser neue veränderliche Stern gehört zum Typus der Algolsterne (Hauptvertreter β Persei mit einer Lichtschwankung von 1,2 Größenklassen in fast 3 Tagen), bei denen die Ursache ihrer Lichtveränderlichkeit in einer zeitweisen Verfinste-

rung des Hauptsterns durch einen umlaufenden dunklen Begleiter zu suchen ist. Bemerkenswert ist bei dem neuen Veränderlichen 1.1914 Cygni die lange Periode von über 1100 Stunden.

Über die Geschwindigkeit von Nebenflecken in der Gesichtslinie auf Grund von spektrophotographischen Aufnahmen auf nordamerikanischen Sternwarten macht die Zeitschrift *Sirius* (Herausgeber Prof. H. Klein (Köln)) interessante Mitteilungen im Anschluß an die Publikationen der *Astronomical Society of the Pacific* (Dezember 1913). Das Hauptergebnis der Geschwindigkeitsbestimmungen für 15 Nebel, übrigens in voller Übereinstimmung mit 13 früher von *Keeler* untersuchten planetarischen Nebeln, liegt in der Feststellung einer Radialgeschwindigkeit von sehr großem Betrage. So zeigt einer jener 15 Nebel, und zwar N. G. K. 4846 mit 9 h 11 m Rektascension und $-19^{\circ} 14'$ Deklination die enorme Sekundengeschwindigkeit von 165 km mit Bezug auf das Fixsternsystem, also nach Berücksichtigung der Eigenbewegung der Sonne auf die gefundene Radialgeschwindigkeit zum Sonnensystem. Neuerdings ist auch für einen lichtschwachen Stern (*Ladande* 1966) auf der Mount-Wilson-Sternwarte von den Astronomen *Adams* und *Kohl-schütter* eine enorme Eigenbewegung gefunden worden, die durchschnittlich eine Geschwindigkeit dieses Sterns in Richtung zur Sonne im Betrage von 325 Sekundenkilometern ergab.

A. Marcuse.

Chirurgische Mitteilungen.

Moderne Gesichtspunkte in der Behandlung des Basedow.

Die Chirurgie des Morbus Basedow ist in den letzten Jahren erweitert worden, dadurch daß man auch andere Drüsen mit innerer Sekretion in den Kreis seiner Betrachtungen zog. Man hat auf experimentellem Wege festgestellt, daß zwischen den genannten Drüsen, zu denen Thymus, Ovarien, Nebenniere gehören, sehr enge Wechselbeziehungen zur Schilddrüse wie auch untereinander bestehen, die teils hemmend, teils fördernd, hier stärker, dort schwächer tätig sind und so dem einzelnen Krankheitsbild sein besonderes Gepräge geben. Indem man auf diese Weise die Vorstellung vom Basedow weiter faßte, konnte man gleichzeitig Stellung nehmen zu der Cardinalfrage, was eigentlich das Wesen der Krankheit ist.

Eine Klarheit darüber besteht freilich heute auch noch nicht, und mit zäher Festigkeit wird von den meisten der Standpunkt beibehalten, daß der Basedow vorwiegend von einer übermäßig secernierenden Schilddrüse ausgelöst wird. Daß sie abnorm funktioniert, das ist bisher nur die Ansicht der kleineren Hälfte von Forschern geworden. Man hat ja freilich für die Deutung als „Hyperthyreoidismus“ gewichtige Gründe angeführt: den Erfolg schilddrüsenverkleinernder Operationen, das streng gegensätzliche Verhalten der Symptome des Basedow gegenüber denen des Myxoedems, das man ex juvantibus aus der günstigen Wirkung der Schilddrüsenextrakte folgerichtig als Hypothyreose ansprechen mußte, und endlich den ungünstigen, oft verschlimmernden Erfolg, den die Darreichung von Schilddrüsenpräparaten auf den Basedow zeitigte. Es kann aber nicht entgehen, daß diese Momente ebensowohl zur Begründung eines „Dysthyreoidismus“ verwertet werden können; und für eine solche Ansicht hat man denn auch mit der Zeit weitere Ar-

gumente erbringen können. So findet die öftere Coincidenz von Basedow + Myxoedem nur durch die Annahme einer *pervers* secernierenden Struma ihre Erklärung; und das gleiche gilt für die Deutung der operativen Versager, wo die Krankheit in ungeminderter Stärke fortbesteht, obgleich durch den vorausgegangenen Eingriff die Drüse bis zum normalen Volumen und darunter reduziert ward. Die Tierexperimente haben den stringentesten Beweis geliefert. Mit Injektion von Basedow = Schilddrüsenpreßsaft hat man bei besonders geeigneten Hunden (Foxterrier) ein Krankheitsbild ausgelöst, das in vielen Zügen die größte Ähnlichkeit mit dem menschlichen Basedow zeigte; und man hat dieses Bild bei der gleichen Hunderasse vermißt, wenn gewöhnlicher Strumapreßsaft benutzt wurde und man dabei die Injektionsdosen maximal steigerte. — Auf der anderen Seite fand man eine große Analogie in den Erscheinungen, die im Hundeexperiment durch die Injektion von Basedow-schilddrüsenpreßsaft und durch Einspritzungen von anorganischen Jodsalzen (Jodkali in erster Linie) ausgelöst wurden; und so kam man langsam zu der Ansicht, daß das wirksame Prinzip der Basedowschilddrüse ein jodhaltiger Körper ist, wie dasjenige der normalen Schilddrüse, das Thyreoglobulin, jedoch chemisch von ihm different, insofern es dem anorganischen Jod näher steht. Aus der Basedowstruma fließt demnach ein von dem Sekret der normalen Schilddrüse unterschiedlicher Stoff. ab.

Und dafür spricht auch die Verschlimmerung der Basedow-Symptome durch Darreichung von Jodsalzen, ja die Auslösung des ganzen Symptomenkomplexes durch lang fortgesetzte Jodmedikation bei normal funktionierenden, aber auf der Grenze der Leistungsfähigkeit stehenden Schilddrüsen, der von Kocher festgestellte sogenannte Jodbasedow. In letzteren Fällen wird der Schilddrüse eben zuviel zugemutet, sie kann das ihr zufließende Jod nicht in die für den Körper harmlose Form des Thyreoglobulins umwandeln, sondern schiebt in den Organismus eine, wie Klose sich ausdrückt, schlecht maskierte Jodsubstanz aus.

Und dieser Dysthyreoidismus fand eine weitere Stütze in den Untersuchungen, die auf die Beteiligung anderer Drüsen mit innerer Sekretion hinielen.

Man hat statistisch festgestellt, daß schwere Basedowfälle mit Thymushyperplasie vergesellschaftet sind; zeitweilig wollte man sogar jeden Basedowfall mit einem großen Thymus kombiniert wissen, wobei man entschieden über das Ziel hinausschoß. Man zwang dadurch den Thymus in ein striktes Abhängigkeitsverhältnis zur Schilddrüse im Sinne eines Erfolgsorgans, was absolut unzutreffend ist. Man wollte von einem solchen Gesichtspunkt aus Basedowfälle ohne großen Thymus als Kachexiezustände erklären, in deren Gefolge der anfänglich große Thymus einem Schwund anheimgefallen sei, und übersah dabei gerade, daß diejenigen Fälle von Basedow schwerster Potenz, die mit allen Zeichen der Unterernährung einherlaufen, gegebenenfalls Thymusträger betreffen.

Kurz und gut, dem Thymus fällt eine spezifische Rolle beim Basedow zu; und das haben uns wieder Tierexperimente zunächst erwiesen. Injektionen mit Basedowthymus hatten genau den gleichen Erfolg wie diejenigen mit Basedow-Struma-Preßsaft und waren verschieden von denjenigen mit gewöhnlichem kindlichen Thymus, gleichgültig, ob man intravenös injizierte oder Organimplantationen ausführte. Also ein Analogon zu den mit Schilddrüsenpreßsaft gewonnenen Resultaten.

Man ist den Beziehungen zwischen Schilddrüse und Thymus beim Basedow weiter nachgegangen. Man hat gefunden, daß im Tierexperiment schon physiologischerweise gleichsinnige Funktionen der beiden Organe zum Ausdruck kommen; man hat nach Ausfall der Schilddrüse, nach Ausfall des Thymus ein im großen und ganzen sich deckendes Krankheitsbild erzeugen können; man hat durch Organfütterung festgestellt, daß ein Plus der einen Drüse ein Plus der anderen und umgekehrt zur Folge hatte. Und so lag die Vermutung nahe, daß auch unter pathologischen Verhältnissen ähnliche gleichsinnige Funktionsstörungen in den beiden Organen spielen.

Indem man aus der statistischen Erhebung den Schluß zog, daß die Basedowfälle mit Thymus kombiniert besonders schwer verlaufen, der Thymus also auf die Schwere der Krankheit drückte, war der Versuch indiziert durch Entfernung eines Thymus bei solchem Basedowfalle den Charakter der Krankheit herabzumildern. Und solche Deduktionen wurden durch das Resultat unserer ersten Thymektomie beim Basedow bestätigt. Gleichzeitig sahen wir aber bei solcher Operation, d. h. also bei Wegfall eines Basedowthymus eine bestehende geringe Vergrößerung der Schilddrüse mit den Qualitäten der Basedowstruma sich unter unseren Augen zurückbilden; also der Beweis, daß auch zwischen dem Basedowthymus und der Basedowschilddrüse Beziehungen bestehen, wie man sie physiologischerweise aufgedeckt hatte.

Auf diesem Wege kam man schrittweise der Vorstellung vom Dysthyreoidismus näher. Es zeigte sich, daß ein eklatanter Erfolg durch Entfernung eines Basedowthymus mitunter eintrat, obgleich die geringe Größe des entfernten Organs diesen Erfolg von vornherein gar nicht erwarten ließ, daß das Volumen des exstirpierten Thymuskörpers jedenfalls die Annahme eines einfach hyperfunktionierenden Organs strikte ausschloß. Man sah darin vielmehr einen Anhalt für eine Dysfunktion der Drüse. Und weiterhin sprach für den abnorm funktionierenden Basedowthymus die Tatsache, daß man mit ihm gelegentlich im Hundeexperiment ein schwer toxisches Krankheitsbild auslösen konnte, wie es niemals mit gewöhnlichem Thymus zustande kam. Bestehen also enge Beziehungen in der Art der Funktionsäußerungen der beiden Organe beim Basedow, wie man das festgestellt hatte, und mußte man dem Basedowthymus eine abnorme, nicht eine einfach gesteigerte Funktion zusprechen, so war es eine logische Schlußfolgerung, daß man der Basedowstruma ebenfalls abnorme Funktionsäußerungen vindizierte.

Man hätte nun annehmen können, daß bei den engen Beziehungen zwischen Schilddrüse und Thymus, bei der Beeinflussbarkeit des einen Organs vom anderen Organ aus, das chirurgische Handeln durch diese neu gewonnenen Gesichtspunkte in keiner Weise berührt würde. Denn man hätte durch eine Strumaverkleinerung auch in den Fällen mit Thymusvergrößerung die Thymusreduktion eben auf indirektem Wege erzielt und so das Krankheitsbild gebessert haben können.

Dagegen sprachen nun aber einige klinische Erfahrungen. Man erlebte, daß bei einem Basedow eine Strumaoperation den Symptomenkomplex direkt verschlimmerte, während die nachfolgende Thymektomie die Besserung bis zur Heilung brachte; man sah primäre Thymektomie im indizierten Fall von gutem Erfolg begleitet, während die aus Schönheitsrücksichten vorgenommene nachfolgende Schilddrüsenoperation einen verschlimmernden Ausschlag in den Krankheitssymptomen brachte. Und endlich fand man

bei genauer klinischer Prüfung 2 Kategorien von Basedowfällen heraus, auf der einen Seite solche, wo bei minimalem Schilddrüsenbefund ein Anhalt für einen großen Thymus vorhanden war und eine Gruppe besonderer Symptome im Vordergrund stand, auf der anderen Seite solche, bei denen die typische Basedowstruma mit ihren Gefäßsymptomen, ihrer harten Beschaffenheit nachzuweisen war und eine andere Gruppierung hervorstechender Merkmale vorlag. Und indem man auf Tierexperimente zurückgriff, proponierte man, daß diese besondere Gruppierung, die stärkere Betonung einzelner Symptome des Basedow bei einer im großen und ganzen gleichen Summe von Erscheinungen zurückzuführen sei auf ein stärkeres Hervortreten einmal der Schilddrüse, das andere Mal des Thymus mit ihren besonderen Funktionsäußerungen.

Daß dem Thymus im Basedowbild eine eigene Aktivität zukommt, das glaubte man schon vor den Erfolgen der Thyrektomie im Tierexperiment festgestellt zu haben, insofern man mit Einpflanzung von lebensfrischem Basedowthymus beim Hund einen Basedow mit allen Symptomen auslöste (*Bircher*). Und diese Feststellung hätte die beste Stütze für die Ansicht von *Hart* werden können, daß der Basedow überhaupt thymogener Natur sei. Jedoch haben diese experimentellen Befunde einer kritischen Nachprüfung nicht standgehalten; und so ist auch der thymogene Basedow ohne Beteiligung der Schilddrüse eine unbewiesene Hypothese geblieben.

Man ist heutzutage auf den Standpunkt gelangt — soweit bei dem in stärkstem Fluß befindlichen Thema von Standpunkt überhaupt gesprochen werden kann —, daß Schilddrüse und Thymus beide zusammen, in gewissem Sinne unabhängig und doch wieder in einem gegenseitigen, aber von Fall zu Fall verschiedenem Wechselspiel, an der Entwicklung der Krankheit und ihren Symptomen partizipieren.

Und dieses Wechselspiel wird bedingt durch eine spezifische Färbung der Schilddrüse, eine spezifische des Thymus. Es ergab sich, daß diese 2 Drüsen, wie jedes Organ, in der Machtsphäre zweier Nervensysteme stehen, die sich gegenseitig das Gleichgewicht zu halten suchen, dabei aber sich gegenseitig herauf- resp. herabschrauben in ihrem Tonus, d. h. ihrem Spannungsverhältnis, je nachdem das eine der beiden Systeme mehr oder weniger als das andere belastet ist. Es sind das: das sympathische und das vagische Nervensystem. Und indem diese 2 Systeme alle Funktionen der Drüsen beherrschen, werden umgekehrt wieder von letzteren Impulse nach beiden Nervensystemen abgegeben, im einen Fall stärker nach der Seite des sympathischen, im anderen Fall stärker nach der Seite des vagischen Systems. Und weiter fand man, daß die beiden Drüsen, Thymus und Schilddrüse, sich darin unterscheiden, daß die letztere von vornherein mehr den Sympathicotonus steigernde, die erstere mehr den Vagotonus steigernde Reize aussendet.

Als Beweis für diese Ansicht stützt man sich auf die Analogie von Erscheinungen, die man mit Schilddrüsenpreßsaft und Adrenalin, jenem elektiven Reizstoff des sympathischen Nervensystems, auslöste und andererseits auf gemeinsame Züge in den Erfolgen mit Thymuspreßsaft und mit Reizstoffen auf das vagische Nervensystem; und diese letzteren Erfolge waren so prägnant, daß man ein charakteristisches Krankheitsbild des Vagotonus aufbaute.

Von diesen Gesichtspunkten aus brachte nun eine genaue klinische Analysierung der Basedowsymptome

eine weitere Förderung. Man fand, daß in jedem Fall von Basedow Kennzeichen eines gesteigerten Tonus im Sympathicus mit denjenigen eines gesteigerten Tonus im Vagus einherliefen, daß so gut wie nie die Symptome eines einseitig gesteigerten Tonus vorhanden waren; nur wechselte die Intensität, mit der das eine Mal mehr die sympathische, das andere Mal mehr die vagische Symptomengruppe belastet war, und darin erblickte man eine unterschiedliche, in den einzelnen Fällen spezifische Mehrbetonung der Schilddrüsen resp. der Thymusfunktion.

Und nun hieß es die 2 Kategorien der Basedowfälle genauer herauszuarbeiten, dem Chirurgen faßbare Handhaben zu geben für ein rationelles Vorgehen. Denn es lag auf der Hand, daß in einem Fall stärkerer Betonung des Thymus eine Strumaoperation nicht nur keinen Erfolg, sondern einen deutlichen Mißerfolg nach sich ziehen mußte, insofern, als durch diesen Eingriff der nachgewiesenermaßen abnorm funktionierende Basedowthymus zu stärkerer Entfaltung kommen und so die bereits das Krankheitsbild beherrschende, von dem Thymus unterhaltene Symptomengruppe nunmehr weiter in den Vordergrund treten mußte. Und dafür hatte man ja in der Literatur Belege genug.

Eine genaue Prüfung der Symptome des einzelnen Basedowfalles nach ihrer sympathischen oder vagischen Provenienz, die genaue Feststellung der jeweiligen stärkeren Intensität der beiden Symptomengruppen, der genaue Nachweis einer typischen Blutveränderung, die in ihren höheren Ausschlägen für eine vorwiegende Aktivität des Thymus spricht, andererseits der Ausfall von Adrenalininjektionen, denen gegenüber der sogenannte vagische Basedow sich mehr oder weniger refraktär verhält: das sind die Erkennungsmarken, die heute dem Chirurgen seine Maßnahmen bei der Behandlung des Basedow vorzeichnen.

Handelt es sich um einen Basedowfall mit deutlicher Schilddrüsenvergrößerung, mit deutlicher Mehrbetonung sympathischer Symptome, so wird der Chirurg selbstredend die Struma angehen. In zweifelhaften Fällen, wo der Schilddrüsenbefund gering ist und die Symptomengruppen in ihrer Intensität sozusagen ausbalanciert sind, wird er zunächst das gleiche Maximum befolgen, um nachfolgend eine Entfernung des Thymus vorzunehmen, wenn die Schwere des Krankheitsbildes stationär bleibt, oder gar verschlimmert wird. Und in Fällen, wo ein negativer Schilddrüsenbefund, eine Mehrbetonung vagischer Symptome auf eine besondere Aktivität des Thymus Basedow hinweisen, da wird der Chirurg heute die Indikation zu primärer Thyrektomie stellen, um so mehr, wenn er Anhaltspunkte für das Vorhandensein eines großen Thymuskörpers durch die klinische Untersuchung gewonnen hat.

So ist man in der modernen Basedowchirurgie um ein gutes Stück vorangekommen; es wird sich zeigen, ob man den Fortschritt, wie man ihn durch die Berücksichtigung des Thymus als basedow-aktiven Organs erlebt, in der Folge weitertreiben kann, wenn man noch weitere Organe mit innerer Sekretion, wie Ovarien und Nebennieren, die ja mit Thymus und Schilddrüse in engen Beziehungen stehen, einer gleichen kritischen Analyse im Basedowbild unterzieht.

Literatur:

- Bayer*, Chirurgenkongreß 1912.
Bircher, Zentralblatt f. Chirurgie 1912, Nr. 5.
Capelle und *Bayer*, Bruns Beiträge 1911, Bd. 72, Heft 1 und Bruns Beiträge 1913, Bd. 86, Heft 2/3.
Hart, Medizinische Klinik 1913.

Klose, Ergebnisse der inneren Medizin u. Kinderheilkunde 1913, Bd. X.

Eppinger und Heß, Noordens Klin. Abhandlungen. Heft 9 u. 10.

Rudolf Bayer, Bonn.

Botanische Mitteilungen.

Neues über Atmung von Pflanzen in den Tropen und mit Bezug auf die in den Organen vorhandenen Farbstoffe.

Bekanntlich atmen in Licht und Dunkel alle lebenden Pflanzenteile (auch isolierte, solange noch lebendes Protoplasma in ihnen ist), d. h. sie führen den charakteristischen zur Energiegewinnung nötigen Verbrennungsprozeß aus, bei dem Sauerstoff aus der Atmosphäre aufgenommen und Kohlendioxyd abgeschieden wird. Ist kein Sauerstoff in der Umgebung vorhanden, so können die Pflanzen eine Zeitlang unter größerem Materialverbrauch die Kohlendioxydabscheidung aufrechterhalten, sie spalten dann Stoffwechselprodukte zwecks Energiegewinnung, die sonst dabei intakt bleiben. Diesen Vorgang nennt man anaerobe (oder intramolekulare) Atmung im Gegensatz zur normalen, aeroben.

Unter den vielen Faktoren, die den Gang der Atmung beeinflussen, ist die Temperatur lange als wichtig bekannt, sie steigert im allgemeinen die Atmungsintensität. Zuletzt hatte in dieser Richtung *Kuyper* (*Rec. Trav. bot. néerl.*, 1910, VII) festgestellt, daß es kritische Temperaturen gibt, d. h. solche, bei denen die Atmung noch eben während längerer Zeit dieselbe Intensität zeigt, bei Verschiebung ändert sich die Atmung entschieden. Derselbe Autor untersuchte nun (*Ann. Jard. bot. Buitenzorg*, IX, 1911) weiter diese Temperaturen in den Tropen und erhielt (unerwarteterweise) das Resultat, daß der Temperatureinfluß bei den tropischen Pflanzen genau derselbe ist wie bei denen der gemäßigten Zone, daß also die kritischen Temperaturen in den Tropen entsprechend der höheren Außentemperatur 5–10° höher liegen. —

G. R. Hill hat die Atmung von Früchten im Vergleich mit anderen Pflanzengeweben untersucht, um daraus praktische Folgerungen für Aufbewahrung von reifenden Früchten abzuleiten (*Cornell Univ., Agric. Exp. Stat.*, Bull. 330). Zunächst atmen sowohl unreife (grüne) wie reife Früchte lebhaft. Diejenigen Früchte, die schneller verderben, haben lebhaftere Atmung, so Kirschen, als die haltbareren Trauben. Manche sind dabei sehr wohl auf längere Zeit imstande anaerob zu atmen, d. h. Kohlensäure ohne Zutritt von Sauerstoff aus der Atmosphäre zu produzieren; so z. B. reife Kirschen, Brombeeren und Trauben. In diesem Fall ist die Atmung ebenso lebhaft wie die normale bei Zutritt der atmosphärischen Luft. Diese Tatsache ist eine besondere Eigenschaft der Früchte, denn lebhaft wachsende Pflanzengewebe, wie grüne Pflirsiche oder keimender Weizen, können zwar auch anaerob atmen, aber tun dies nur halb so lebhaft wie aerob. Bei diesen pflegt vorübergehender Entzug von Sauerstoff, also Zwang zur anaeroben Atmung, dauernde Schädigung zu bedeuten, die eine solche des Protoplasmas oder von zur Atmung nötigen Enzymen sein kann. Zweifelloos bedeutet die anaerobe Atmung eine starke Zersetzung von in der Frucht vorhandenen Stoffen, diese zeigt sich auch äußerlich daran, daß z. B. reife Äpfel, längere Zeit in sauerstofffreiem Raume ge-

halten, ihre Farbe und ihren Geruch verlieren und sich auch anderweit verändern. Bei Pflirsichen treten sogar eigenartige Riechstoffe in diesem Falle auf. Den Effekt eines Sauerstoffmangels können in der Tat nun Papierhüllen und schlecht ventilierte Räume bei Transport oder Lagerung von solchen Früchten haben. Außerdem könnte es aber, woran Hill nicht gedacht hat, auch auf die Qualität der in den Früchten vorhandenen Farbstoffe (Menge des Chlorophylls und der Anthocyane) ankommen für die Frage, welche Früchte sich am besten halten. Denn darauf deutet folgende auf Blätter bezügliche Arbeit.

Von vielen Pflanzen, z. B. auch den Bäumen und Sträuchern unserer Anlagen, gibt es sog. weißbunte und gelbgrüne Varietäten, die bisweilen als Zierpflanzen Verwendung finden. Da wir wissen, daß die Kohlensäureassimilation bei allen grünblättrigen Pflanzen vom Chlorophyllgehalt der Blätter bedingt wird, so war es von Interesse, bei diesen Objekten, die im Wuchs hinter den rein grünen Verwandten oft zurück sind, die Ernährungsverhältnisse in dieser Richtung festzustellen und mit den normalen in Vergleich zu setzen. *Plester* (*Beitr. z. Biol. d. Pfl.* 1912) untersuchte deshalb Kohlensäureassimilation und Atmung bei Varietäten derselben Art, die durch Blattfärbung verschieden sind. Seine Chlorophyllbestimmungen ergaben zunächst, wie zu erwarten, für dieselbe Fläche einen geringeren Chlorophyllgehalt der hellgrünen, meist sogar weniger als die Hälfte, eine „aurea“-Ulme hatte z. B. nur $\frac{27,7}{100}$ vom Chlorophyllgehalt der „typica“.

Mit der Chlorophyllkonzentration nimmt auch die Kohlensäureassimilation der hellgrünen Formen ab,

die helle Ulme hat nur $\frac{45,1}{100}$ (Durchschnitt) der

Kohlensäureassimilation, verglichen mit der normalen. Im Durchschnitt bilden die nicht-typischen Varietäten weniger als die Hälfte der Kohlehydrate auf der gleichen Blattfläche wie die Stammformen. Es ist aber keineswegs immer ein Parallelgehen der Assimilationswerte mit dem Chlorophyllgehalt zu verzeichnen, in einigen Fällen sind die Werte relativ recht hoch, so daß man besondere Einrichtungen zur stärkeren Assimilation dort voraussetzen muß. Solche könnten vorliegen etwa im Vorhandensein einer größeren Zahl von Spaltöffnungen am Blatt, wie das die helle Varietät von *Mirabilis Jalapa* gegenüber der normalen Sorte zeigte. Die Assimilationsfähigkeit der marmorierten Sippen liegt zwischen der hellgrünen und der reingrünen. Immer zeigen nun die hellgrünen Formen auch geringere Atmung als die reingrünen, etwa $\frac{3}{4}$ der Atmungsstärke der letzteren. Eine direkte Parallelität zwischen dieser und dem Chlorophyllgehalt besteht nicht, dagegen besteht eher eine Beziehung zwischen Atmung und Assimilation, der Quotient der relativen Atmungs- und Assimilationswerte der blaßgrünen Sippen ist einigermaßen konstant (1,5–2). Wenn also die hellgrünen Blätter schwächer assimilieren, so wird ein Stück dieses Nachteiles durch die geringere Atmung ausgeglichen. Außerdem hat bei *Mirabilis* die helle Form relativ größere Blattfläche, also Möglichkeit zur Steigerung des Assimilationswertes. Übrigens assimilieren die rotblättrigen (d. i. anthocyanhaltigen) Formen, die ja gleichfalls oft kultiviert werden (Blutbuchen usw.), auch weniger als die normalen, aber auch sie atmen wieder geringer. —

F. Tobler.

Paläontologische Mitteilungen.

Höhere Wirbeltiere.

Das untere Ägypten hat am Natrontale in mittelpaliozänen Schichten neue interessante Funde geliefert, die *E. Stromer* beschreibt. Es handelt sich um fluvio-marine Schichten, in denen eine ziemlich reiche Tierwelt eingebettet ist, die anscheinend von Krokodilen hierher geschleppt wurde. Vertreten sind viele Welse, ein Haifisch, der jetzt nur im tropischen Afrika heimische Lungenfisch *Protopterus*, Krokodile und Gaviale, Süßwasserschilddrüsen, große Schlangen, Vögel, darunter der Strauß, Flußpferde, drei Antilopengattungen, ein Wildschwein, ein kleines Mastodon, Raubtiere und als besonders interessantes Stück ein gut erhaltener Affenschädel, der einem Schlankaffen angehört, der älteste Vertreter dieser Unterfamilie auf afrikanischem Boden. Dieser *Libypithecus* Markgrafi stand dem gleichaltrigen europäischen *Dolichopithecus* besonders nahe. Ein Unterkiefer scheint von einer zweiten bisher unbekannten Primatengattung zu stammen. Unter den Raubtieren bieten die Reste einer Fischotter Interesse, da dieses Tier jetzt im unteren Nil fehlt. Daneben ist besonders ein *Macheiroidus* zu nennen, der erste Fund eines säbelzahnigen Tigers auf afrikanischem Boden. Alle diese Formen schließen sich eng an europäische an und sprechen für einen paliozänen Zusammenhang zwischen Ägypten und Europa und wohl auch mit Asien (*Zeitschrift der Deutschen Geol. Ges.* LXV, 1913, Abhandlungen S. 350—372).

Aus dem Quartär von Maryland beschreibt *J. W. Gidley* eine neue amerikanische Antilope, *Taurotragus americanus*, also einer afrikanischen Gattung zugerechnet, die im Pliozän auch in Indien lebte. Sie könnte sich aber vielleicht auch an die von *Merriam* beschriebene Gattung *Ilingocerus* anschließen. Da diese nach *Merriams* neueren Feststellungen nicht zu den altweltlichen Antilopen, sondern zu den amerikanischen Antilocapriden gehört, so ist bei der neuen Form vielleicht auch die gleiche geographisch verständlichere Deutung möglich. (*Smithsonian Miscell. Collect.* IX, 1913, Nr. 27.)

Eine neue Rekonstruktion des jurassischen Flugsauriers *Rhamphorhynchus Gemmingi* veröffentlicht *E. Stromer*. Er betont, daß das Tier sich anscheinend vorwiegend von einem erhöhten Punkte aus im Gleit- und Segelflug vorwärtsbewegte, aber durch die kräftigen Brustmuskeln auch zum Ruderflug befähigt war. Nach der schwalbenflügelähnlichen Form der Flügel war es jedenfalls ein sehr guter Flieger, der die Fledermäuse an Fluggewandtheit übertraf. Das an einem sehr langen, ein wenig elastischen Hebelarm befestigte Schwanzsegel erleichterte ihm das Wiedererheben, wenn es als Fischfänger dicht über die Wasserfläche hinstrich. Die gegen die Spitze und den äußeren Hinterrand der Flügel ziehenden starken Falten sollten offenbar das Abfließen der Luftteilchen erleichtern. Die Flügelspitzen konnten sich elastisch aufbiegen, wie die Schwanzfedern der Vögel. (*Neues Jahrbuch für Mineralogie usw.* 1913, II., S. 49—68.)

Neue entenschnäblige Dinosaurier, mächtige, ähnlich dem Iguanodon auf den Hinterfüßen schreitende Pflanzenfresser, aus der oberen Kreide von Alberta (Canada) beschreibt *B. Brown*. Zwei neue Gattungen, *Hypacrosaurus* und *Saurolophus*, sind hier neben dem länger bekannten *Trachodon* gefunden worden. Der zweite ist besonders häufig. *S. osborni* erreicht eine

Länge von ca. 10 m. Der Oberschenkel ist 117, das Schienbein 100 cm lang, der Oberarm 50, die Elle 63 cm. Noch größer war der seltenere *H. altispinus*, der durch außerordentlich große, bis 48 cm hohe Dornfortsätze der Rückenwirbel ausgezeichnet ist. Es ist dies das größte Tier der ganzen Familie, das an Größe dem gewaltigsten Raubdinosaurier *Tyrannosaurus* fast gleichkommt. (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXII, 1913, p. 387—406.)

Die Dinosaurier leitet man jetzt zumeist wie die Pterosaurier und Vögel von den Urkrokodilen, den Pseudosuchiern, ab. Diese Meinung begründet weiter *R. Broom* in der Beschreibung einer neuen südafrikanischen Gattung dieser Ordnung, *Euparkeria* aus der Trias (*Zool. Soc. London* 1913). Von den, diesen nahestehenden Phytosauriern beschreibt *M. Mehl* eine neue Gattung *Angistorhinus* aus der oberen Trias von Wyoming. Auch dieser war ein ziemlich stattliches dem europäischen *Belodon* ähnliches Tier, dessen Schädel ca. 1 m und 39 cm breit war. Die Schnauze war sehr lang gestreckt und mit zahlreichen Zähnen besetzt. (*Journal of Geology* XXI, 1913, p. 186—191.)

Von den eigentümlichen Proganosauriern der Permzeit, der ältesten Anpassung der Reptilien an das Meer, den Vorläufern der Ichthyosaurier, wenn auch kaum dem Stamme nach, ist von *R. Broom* eine neue Gattung *Noteosaurus* in Südafrika gefunden worden, außerhalb dessen die Familie überhaupt nur noch aus Brasilien fossil bekannt ist. (*Ann. S. Afr. Museum* VII, 6.) In den Schichten Südafrikas hat der gleiche Paläontolog mehrere neue säugetierähnliche Reptilien gefunden, *Lycognathus* als Vertreter der den Säugtieren besonders nahestehenden *Cynodontier* in der oberen Trias, im Perm die zu den primitiveren Dinocephaliern gehörigen *Scymnognathus* und *Ictidrhinus*. Alle besitzen mächtige Eckzähne. Die letzte Gattung besitzt einen von der Form aller anderen Therapsiden abweichenden Schädel. (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXII, 1913, p. 557—561.)

Unter den primitivsten aller Reptilien, die den Übergang zu den Stegocephalen bilden, nimmt die Form *Pantylus cordatus* aus dem nordamerikanischen Perm eine Sonderstellung ein. Eine neue gründliche Beschreibung von dieser noch wenig bekannten Form verdanken wir *R. Broom*. Auffällig ist vor allem der sehr niedrige und breite Unterkiefer, bei dem nicht bloß das Dentale, sondern auch das Präarticulare dicht mit kegelförmigen Zähnen besetzt ist. Auch der Schädel zeigt manche Eigentümlichkeiten. (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXII, 1913, p. 527—532.) Zu den Cotylosauriern, und zwar zu den schilddrüsenähnlichen Diadectiden stellte man auch die nordamerikanisch-permischen *Bolosauriden*. Nach *R. Broom* haben diese aber mit jenen nichts zu tun. Sie sind schon früher spezialisiert und stehen eher den ebenfalls nordamerikanischen, durch einen hohen Rückenkamm ausgezeichneten *Pelycosauriern* nahe und durch diese auch den südafrikanischen Therapsiden. Ihre Ähnlichkeit mit anderen Formen beruht wohl nur auf der Abstammung von gleichen Urformen. Übrigens verteilen sich die bisher als *Bolosaurus striatus* beschriebenen Formen auf drei verschiedene Arten und sogar auf zwei Gattungen, *B.* und *Ophiodeirus*. (*Bull. Am. Mus. Nat. Hist.* XXXII, 1913, p. 509—516.)

Th. Arldt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 10.

6. März 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Über die Vorzüge der Vektorrechnung. Von *Dr. P. P. Ewald, München.* S. 217.

Die Davissche Beschreibung der Landformen. Von *Prof. Dr. A. Steinhauß, Marburg a. L.* S. 222.

Die Bedeutung der Dissipator- (Gitter-) Schornsteine für die Vegetation. Von *Oberingenieur H. Winkelmann, Ratibor.* S. 225.

Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen.

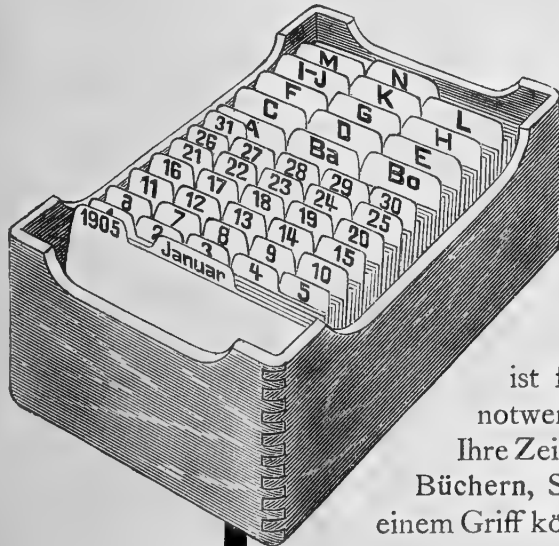
Von *Privatdozent Dr. Oskar Baudisch, Zürich* (Schluß). S. 229.

Aus den botanischen Vorträgen auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913. Von *Gustav Klein* und *Erwin Janchen, Wien.* S. 232.

Besprechungen. S. 237.

Meteorologische Mitteilungen. S. 239.

Astronomische Mitteilungen. S. 239.



Übersicht über das Arbeitsmaterial

ist für die Männer der Wissenschaft ebenso notwendig wie für Geschäftsleute. Vergeuden Sie Ihre Zeit nicht mit planlosem Suchen in ungesichteten Büchern, Separatabzügen, Zeichnungen u. dergl. Mit einem Griff können Sie zur Hand haben, was Sie brauchen!

Die Karthotek ist am Schreibtisch, in der Bibliothek, im Laboratorium, kurz überall, wo systematisch gearbeitet werden soll, ein wohlfeiles Hilfsmittel, das Ordnung und Übersicht unfehlbar aufrecht erhält. Verlangen Sie — ohne jede Kaufverpflichtung — nähere Auskunft von

GLOGOWSKI & CO., BERLIN N. 65.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Kryptogamenflora für Anfänger.

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse
für Studierende und Liebhaber.

Von

Professor Dr. Gustav Lindau,

Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem.

Soeben erschien:

Sechster Band:

Die Torf- und Lebermoose.

Von

Dr. Wilhelm Lorch.

Mit 296 Textfiguren.

Die Farnpflanzen (Pteridophyta).

Von

Guido Brause,

Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Textfiguren.

Preis M. 8.40; in Leinwand gebunden M. 9.20.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

**Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke
Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken**



durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Chemiker-Kalender 1914. Ein Hilfsbuch für Chemiker, Physiker, Mineralogen, Industrielle, Pharmazeuten, Hüttenmänner usw. Herausgegeben von Dr. Rudolf Biedermann. XXXV. Jahrgang. In zwei Bänden. In Leinwand gebunden, Preis zusammen M. 4.40. In Leder gebunden, Preis zusammen M. 5.40.

Über die Vorzüge der Vektorrechnung¹⁾.

Von Dr. P. P. Ewald, München.

Die Vektorrechnung verdankt ihre allgemeine Einführung und Anerkennung dem in allen Zweigen der exakten Naturwissenschaften neu erwachten Bestreben nach einer formal einfachen, durchsichtigen und handgreiflichen Darstellungsweise. Sie wird *nicht* deshalb bevorzugt, weil sich mit ihrer Hilfe mathematische Wahrheiten finden ließen, die sonst aus der Tiefe der Erkenntnis nicht zu schürfen wären, sondern ihre Bedeutung ist im Gegenteil im Formalen erschöpft. Sie ist nichts als eine Kurzschrift der alten mathematischen Gleichungen, soweit sie von räumlichen Verhältnissen handeln. Es besteht ein anderes Verhältnis zwischen Vektorrechnung und der alten Art (die ich Komponentenrechnung nennen will), als zwischen projektiver (oder synthetischer) und analytischer Geometrie. Zwischen diesen herrscht ein viel größerer Unterschied: der ganze Unterschied des geometrischen Denkens vom algebraischen. Die Vektorrechnung hingegen ist nichts als eine abgekürzte Niederschrift der gleichen Gedankengänge, die beim Komponentenrechnen gebraucht werden; es werden also keine verschiedenen menschlichen Fähigkeiten benutzt, wie im Fall der zwei Arten, Geometrie zu treiben.

Daher kommt es auch, daß die Vektorrechnung keine wichtigen Sätze selbständig hervorgebracht hat. Die großen Sätze waren der Komponentenrechnung längst bekannt und tragen ihre Namen nach *Gauß*, *Green* und *Stokes*, Forschern, denen das formale Umgehen mit Vektoren unbekannt war.

Trotzdem birgt die Vektorrechnung ungeheure Vorteile, eben jene Erleichterungen bei der Arbeit, die ein zweckmäßig eingeführtes Zeichensystem mit sich bringt. Sie erlaubt die erschaute Zusammenhänge direkt in Formeln umzusetzen und so der Macht eines fertig bestehenden Systems der Verarbeitung zu unterwerfen. Sie erleichtert also einen der schwierigsten Vorgänge bei mathematischen Untersuchungen: den Übergang vom Begriff, der plötzlich in räumlicher Durchsichtigkeit klar wird, zur ersten Gleichung, die das formal weiter zu behandelnde Produkt dieser Erkenntnis ist.

Ein analoger Vorgang dürfte die Konzeption

¹⁾ Die Naturwissenschaften haben zwar die Berichterstattung über die reine Mathematik nicht in ihr Programm aufgenommen, wohl aber die Berichterstattung über die Fortschritte in der mathematischen Behandlung der Naturwissenschaften und der Technik.

Die Schriftleitung.

eines Akkords beim Komponisten sein. Auch ihm schwebt plötzlich ein dem Wesen nach einheitlicher Eindruck vor — und um ihn niederzuschreiben, muß er ihn auflösen und in Bestandteile zerlegen. Die Vektorrechnung der Musik würde einen Akkord durch *ein* Zeichen wiedergeben, und die Harmonielehre wäre der Inhalt des Formelsystems, das diese Zeichen untereinander verbindet.

Es hat sich herausgestellt, daß in der Vektorrechnung, wie auch sonst häufig, die rein mathematischen Bedürfnisse denen der mathematischen Physik parallel gehen und daß sich zweckmäßigerweise die Definitionen der Vektorrechnung den Begriffen der Physik eng anschließen. In welchem Maße dies der Fall ist, soll nachher an einigen Beispielen gezeigt werden. Hier sei noch etwas über den Inhalt des Formelsystems der Vektorrechnung gesagt:

Was ist zunächst ein Vektor? Die Antwort ist: ein Pfeil von bestimmter Länge. Man begegnet in der Physik zwei Arten von Größen: die einen sind durch eine Maßzahl völlig bestimmt, die anderen bedürfen zur vollen Beschreibung außer der Maßzahl die Angabe einer Richtung. Die ersten heißen *Skalare*, die zweiten *Vektoren*. Skalare sind z. B.: Masse, Volumen, Wärmemenge; Vektoren sind Kraft, Geschwindigkeit, Impuls, elektrische Feldstärke. Das geometrische Bild eines Vektors ist ein Pfeil von bestimmter Länge und Richtung, und da die Vektorformeln allein die geometrischen Eigenschaften der Vektoren aussagen, einerlei welche physikalische Größe unter dem Pfeil verstanden wird, so ist die obige Erklärung: Vektoren sind Pfeile, wohl erlaubt.

Die Vektorrechnung oder besser *Vektoralgebra* behandelt die Beziehungen einzelner Vektoren. Sie lehrt die Addition und Multiplikation und bildet die Grundlage der *Vektoranalysis*, in welcher die Methoden der Differential- und Integralrechnung auf Vektorfelder angewandt werden. Unter einem *Vektorfeld* ist dabei ein Raumteil verstanden, wo in jedem Punkt ein gewisser Vektor existiert. Man stelle sich strömendes Wasser vor und denke in jedem Punkt die Geschwindigkeit \mathbf{v} des Wassers als Pfeil aufzutragen, so hat man ein Vektorfeld vor sich. Oder man betrachte ein elektrisches Feld und trage an jedem Punkte den nach Größe und Richtung bestimmten Pfeil der elektrischen Kraft \mathbf{E} ein. Es ist einleuchtend, daß solche Vektorfelder gewisse rein geometrische Eigenschaften gemeinsam haben — und diese bilden den Inhalt des Formelsystems der Vektoranalysis.

I. Addition.

Bereits das Zeichen $+$ hat in der Vektorrechnung eine Bedeutung, die sich dem physikalischen Bedürfnis gänzlich anpaßt. Die (sog. geometrische) Addition geschieht nach der Parallelogrammregel, wie sie bei der Addition von Kräften, Geschwindigkeiten usw. geläufig ist.

Während die Addition zweier Skalare von der Größe 1 einen Skalar von der Größe 2 ergibt, (1 Calorie + 1 Calorie = 2 Calorien), hängt die Größe des Vektors $c = a + b$ ganz von dem Winkel zwischen a und b ab. Als Größe oder Betrag eines Vektors ist dabei seine Länge definiert — ohne Rücksicht auf seine Richtung. Der Betrag $|c|$ des Vektors c ist mithin eine skalare Größe.

Die Additionsregel erläutert deutlich das rein formale Wesen der Vektorrechnung, insofern, als sie auf die „Komponenten“ eines Vektors führt. Jeder Vektor kann durch Addition aus 3 Vektoren von beliebiger¹⁾ Richtung aufgebaut werden,

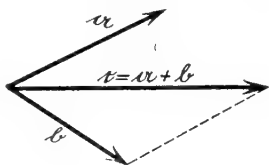


Fig. 1.

welche die „Komponenten des Vektors längs diesen Richtungen“ genannt werden. Im besonderen können die drei Richtungen mit den Achsen eines Koordinatensystems (xyz) zusammenfallen, und man kann alle in einer Untersuchung vorkommenden Vektoren in ihre Komponenten längs (x, y, z) auflösen. Statt mit einem Vektor a rechnet man dann mit drei ihm völlig gleichwertigen Komponenten a_x, a_y, a_z , und dies ist die alte Methode, die „Komponentenrechnung“.

Die Nebeneinanderstellung von Vektor- und Komponentenschreibweise geschieht in folgender symbolischen Gleichheit:

$$a = (a_x, a_y, a_z)$$

welche sagt, daß die drei Komponenten, durch welche in der alten Schreibweise der Vektor beschrieben wird, in der neuen Bezeichnung durch den Buchstaben a zusammengefaßt sind. Alle Überlegungen der Vektorrechnung sind durch die dreifache Anzahl von Gleichungen zwischen Komponenten ebenfalls zu führen, und die Vektorrechnung zeitigt keine ihr eigentümlichen Resultate.

II. Multiplikation.

Es werden zwei Weisen definiert, um zwei Vektoren zu einem Produkt zu vereinigen. Die beiden Operationen, welche Multiplikation genannt werden, stehen ebenfalls im engsten Zusammenhang mit physikalischen Größen. Das Produkt der Vektoren a und b hängt nicht nur von den Längen

der Vektoren ab, sondern auch von ihrer gegenseitigen Lage, d. h. dem Winkel ϑ , den sie einschließen.

A. Das skalare Produkt. Besondere Bedeutung besitzt in der Physik das Produkt der Länge eines Vektors in die Länge derjenigen Komponente eines zweiten Vektors, welche in die Richtung des ersten fällt. Sei z. B. der erste Vektor der zurückgelegte Weg bei einer geradlinigen Bewegung, der zweite Vektor eine Kraft, welche an dem sich bewegenden Körper angreift (Vektoren s und \mathfrak{F}). Dann ist die *Arbeit*, welche von der Kraft bei der Bewegung geleistet wurde, gleich dem Produkte von $|s|$ (Länge oder Betrag von s) mit der Komponente von \mathfrak{F} , welche in die Richtung von s fällt, und deren Länge $|\mathfrak{F}| \cos \vartheta$ ist.

Oder es sei u die Geschwindigkeit des Körpers, so ist

$$|u| \cdot |\mathfrak{F}| \cos \vartheta$$

die *Leistung* der Kraft.

Hier sind aus den zwei Vektoren \mathfrak{F} und s resp. u durch Bildung des Betrages zwei Skalare hergestellt worden, die nach der gewöhnlichen Art multipliziert werden können. Es entsteht ein Ausdruck, der das Produkt dieser Vektoren genannt werden muß. Da die Arbeit, Leistung, Energie und andere analog zu bildende Größen Skalare sind, so wird allgemein dem Produkt

$$(a b) = |a| \cdot |b| \cos (a, b)$$

keine Richtung beigelegt, und es wird „skalares Produkt von a und b “ genannt (Zeichen: runde Klammern).

Ungleich dem Produkt $a b$ von Skalaren verschwindet das „skalare Produkt“ $(a b)$ nicht nur, wenn der Betrag eines der Glieder Null ist, sondern auch dann, wenn die Vektoren aufeinander senkrecht stehen. Diese Tatsache kann oft mit Vorteil

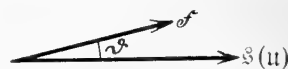


Fig. 2.

dazu benutzt werden, um die *Bedingung* auszudrücken, daß zwei Richtungen senkrecht zueinander sind. Zu dem Zweck versteht man unter a und b Einheitsvektoren, d. h. Vektoren von der Länge 1, welche die betreffenden Richtungen haben, und schreibt nun die Bedingung:

$$(a b) = 0. \dots \dots \dots (1)$$

Sind andererseits a und b einander parallel, so ist $(a b) = |a| \cdot |b|$, d. h. gleich dem Produkt der Maßzahlen.

Bei der skalaren Multiplikation von Vektoren gilt das distributive Gesetz: $((a + b) \cdot c) = (a c) + (b c)$. Dies ist sofort ersichtlich, weil die Komponente längs c des Vektors $(a + b)$ gleich der Summe der Komponenten von a und von b ist (vgl. Fig. 3). Unter Benutzung dieser Tatsache läßt sich die Komponentenschreib-

¹⁾ Einschränkung: die 3 Richtungen dürfen nicht in einer Ebene liegen.

weise des skalaren Produktes erhalten. Zu dem Zweck stelle man sich \mathbf{a} und \mathbf{b} aus den zueinander senkrechten Vektoren (Komponenten) $a_x a_y a_z$ und $b_x b_y b_z$ aufgebaut vor; es ist also $\mathbf{a} = a_x + a_y + a_z$, wo das Zeichen $+$ die geometrische Addition bedeutet und wo a_x, \dots, b_z für den Augenblick *Vektoren* von der Richtung x, y, z sein sollen. Man hat nach dem obigen Satz

$$\begin{aligned} (\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) &= (a_x + a_y + a_z) (b_x + b_y + b_z) \\ &= (a_x b_x) + (a_y b_y) + (a_z b_z) + (a_x b_y) \\ &\quad + (a_x b_z) + (a_y b_x) + (a_y b_z) + (a_z b_x) + (a_z b_y). \end{aligned}$$

Die 6 letzten skalaren Produkte sind Null, weil die Vektoren senkrecht aufeinander stehen, während in den ersten 3 Produkten die Vektoren parallel sind und daher nach der obigen Bemerkung das skalare Produkt gleich dem Produkt der Längen $|a_x|, \dots$ ist. Versteht man jetzt (wie gewöhnlich) unter a_x, \dots, b_z die *Längen* der Komponenten von \mathbf{a} und \mathbf{b} (also Skalare), so ist

$$(\mathbf{a} \cdot \mathbf{b}) = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z \dots (2)$$

Dies ist die Darstellung des skalaren Produktes durch die Komponenten der Vektoren.

Ein einfaches Beispiel für die Art, wie die gewöhnlichen Formeln der analytischen Geometrie mit den Vektorformeln zusammenhängen,

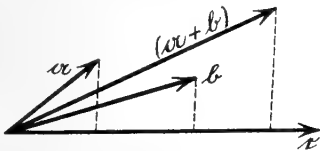


Fig. 3.

bildet die fundamentale Formel, welche das Senkrechtstehen zweier Richtungen (α, β, γ) und $(\alpha_0, \beta_0, \gamma_0)$ ausdrückt:

$$\cos \alpha \cos \alpha_0 + \cos \beta \cos \beta_0 + \cos \gamma \cos \gamma_0 = 0 \dots (3)$$

Kennzeichnet man nämlich die erste Richtung durch den Einheitsvektor \mathbf{a} , so sind dessen Komponenten gerade

$$a_x = \cos \alpha, a_y = \cos \beta, a_z = \cos \gamma$$

und ähnlich sind die Komponenten des Einheitsvektors \mathbf{b} , der die zweite Richtung festlegt: $\cos \alpha_0, \cos \beta_0, \cos \gamma_0$. Die Gleichung (3) der analytischen Geometrie ist also nichts anderes, als Gleichung (1), in welche vermittelt (2) die Komponenten der Einheitsvektoren eingeführt sind.

Das skalare Produkt ist das typische Beispiel für die Unmittelbarkeit der Darstellung in der Vektorschreibweise. Wie schwierig ist jedesmal der Übergang von der Operation: „man projiziere den Vektor \mathbf{b} auf \mathbf{a} und multipliziere die Länge von \mathbf{a} mit der Länge der Projektion“ bis zur Darstellung dieses Vorganges durch die Komponenten von \mathbf{a} und \mathbf{b} , d. h. durch die rechte Seite der Gleichung (2)! Die Vektorrechnung führt für die oft angewandte Operation ein besonderes Zeichen ein (die runde Klammer), so daß sich die

anschauliche Handlung sofort niederschreiben läßt, und die obige Formel sorgt automatisch für die Umsetzung dieses Zeichens in die alte Schreibweise, wenn sie gewünscht wird.

B. Das Vektorprodukt. Bedeutet \mathbf{i} einen elektrischen Strom (der ja auch Richtung und Intensität hat und somit ein Vektor ist), und \mathfrak{H} eine magnetische Kraft, welche ihn beeinflusst, so erfährt der Strom nach dem Biot-Savartschen Gesetz eine ablenkende Kraft \mathfrak{F} , die der Größe von \mathbf{i} , der Größe von \mathfrak{H} und dem Sinus des von \mathbf{i} und \mathfrak{H} eingeschlossenen Winkels ϑ proportional ist und sowohl auf \mathbf{i} wie auf \mathfrak{H} senkrecht steht. Die Kraft ist also durch einen Pfeil darzustellen, der $\perp \mathbf{i}, \perp \mathfrak{H}$ steht und dessen Länge

$$|\mathbf{i}| \cdot |\mathfrak{H}| \cdot \sin \vartheta$$

ist. \mathbf{i}, \mathfrak{H} und der Sinn des Pfeiles müssen dabei ein Rechtssystem bilden¹⁾.

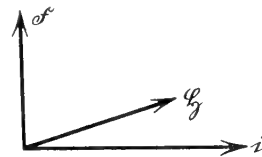


Fig. 4.

Diese Zusammenstellung von \mathbf{i} und \mathfrak{H} ist eine zweite Art von Produktbildung zweier Vektoren, für die in der Vektorrechnung ein besonderes Zeichen (die eckige Klammer) eingeführt ist. Das Produkt $[\mathbf{i} \mathfrak{H}]$ selbst ist ein neuer Vektor, genannt Vektorprodukt.

Außer bei den Einwirkungen magnetischer Kräfte auf elektrische Ladungen tritt das Vektorprodukt in der Kreiseltheorie auf, welche ja manche Analogie zur Elektrodynamik hat. Überhaupt drücken sich Momente als Vektorprodukt aus: die Kraft \mathfrak{F} greife an einem Punkte an, der vom Drehpunkt aus am Ende des Vektors \mathbf{r} liege. (\mathbf{r} ist also der gerichtete Abstand vom Drehpunkt zum Angriffspunkt der Kraft.) Dann ist das Moment der Kraft um den Drehpunkt der Größe nach gleich dem Betrag von

$$[\mathfrak{F} \cdot \mathbf{r}].$$

Es wird auch am übersichtlichsten durch den auf der Drehebene senkrecht stehenden Pfeil $[\mathfrak{F} \mathbf{r}]$ dargestellt. Addition von Momenten geschieht dann durch geometrische Addition der Pfeile.

Das Vektorprodukt ist nicht eigentlich wie die bisher betrachteten Vektoren eine gerichtete Länge, sondern ein Flächenstück von bestimmter Lage und mit bestimmtem Umlaufssinn. Sind

¹⁾ Um zu entscheiden, daß die Vektoren \mathbf{i}, \mathfrak{H} und \mathfrak{F} ein Rechtssystem bilden, bewege man den Vektor \mathbf{i} so wie den Griff eines Korkziehers, der in den Kork geschraubt wird. Bei dieser Bewegung muß 1) \mathbf{i} auf dem kürzesten Wege in die Richtung von \mathfrak{H} gelangen und 2) \mathbf{i} im Sinne des Pfeiles \mathfrak{F} sich verschieben. Fig. 4 zeigt das Rechtssystem $\mathbf{i}, \mathfrak{H}, \mathfrak{F}$. Ein Linkssystem erhält man daraus durch Vertauschung von \mathbf{i} und \mathfrak{H} oder durch Umkehrung des Pfeiles \mathfrak{F} .

\mathbf{a} und \mathbf{b} die zu multiplizierenden Vektoren, so ist nämlich das Vektorprodukt am unmittelbarsten zu definieren als das aus \mathbf{a} und \mathbf{b} zu bildende Parallelogramm, dessen Inhalt $|\mathbf{a}| \cdot |\mathbf{b}| \sin \vartheta$ ist, und welchem der Umlaufsinus: erst \mathbf{a} dann \mathbf{b} , zuerteilt ist. Dieses Flächenstück wird nach *Graßmanns* Vorgang durch den Pfeil *ergänzt und dargestellt*, der senkrecht auf ihm steht, eine Länge hat, die dem Flächeninhalte proportional ist und mit den Vektoren \mathbf{a} und \mathbf{b} (in dieser Reihenfolge) ein Rechtssystem bildet (Fig. 5). Erst der Ergänzung ist es zu danken, daß das Vektorprodukt sich unmittelbar in das System der Vektoralgebra einfügt. Immerhin bleibt dort, wo ein Wechsel von einem Rechts- in ein Links-Koordinatensystem stattfindet, die Wesensverschiedenheit des Vektorproduktes vom gewöhnlichen Vektor bemerklich.

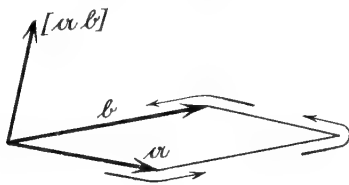


Fig. 5.

Wie aus der Definition des Rechtssystems ersichtlich, gilt

$$[\mathbf{a} \mathbf{b}] = -[\mathbf{b} \mathbf{a}];$$

das commutative Gesetz der Multiplikation ist aufgegeben.

Hingegen bleibt das assoziative Gesetz bestehen und gestattet, das Vektorprodukt durch die Komponenten auszudrücken, wie es oben beim skalaren Produkt geschah. Ersetzt man nämlich die Vektoren \mathbf{a} und \mathbf{b} durch die Summe aus 3 nach den Achsen gerichteten Vektoren $a_x + a_y + a_z$, $b_x + b_y + b_z$ (vergl. oben), so zerfällt das Produkt in 9 Einzelprodukte:

$$\begin{aligned} &[(a_x + a_y + a_z) \cdot (b_x + b_y + b_z)] \\ &= [a_x b_x] + [a_x b_y] + [a_x b_z] \\ &\quad + [a_y b_x] + [a_y b_y] + [a_y b_z] \\ &\quad + [a_z b_x] + [a_z b_y] + [a_z b_z] \end{aligned}$$

Von diesen sind drei Null, weil die Vektoren parallel sind. Die weiteren 6 zerfallen in Paare von gleicher Richtung des Produktpfeils. Z. B. haben die Produkte $[a_x b_y]$ und $[a_y b_x]$ die Richtung z , da die Vektoren die x - oder y -Richtung besitzen. Der erste Vektor $[a_x b_y]$ ist — bei positiven Vektoren a_x und b_y — längs der positiven z -Achse eines rechtshändigen Koordinatensystems gerichtet, der zweite $[a_y b_x]$ wegen der Reihenfolge nach der negativen z -Achse (a_y , b_x positiv!). Da ferner das Vektorprodukt zweier aufeinander senkrechter Vektoren gleich dem Produkt der Beträge ist, so ist der gesamte Anteil von $[\mathbf{a} \mathbf{b}]$, der längs $+z$ gerichtet ist,

$$a_x b_y - a_y b_x,$$

wenn unter a_x, \dots jetzt wieder die (skalaren)

Längen der Komponenten von \mathbf{a} und \mathbf{b} verstanden werden.

Man erhält als die drei Komponenten des Vektorproduktes

$$\begin{aligned} [\mathbf{a} \mathbf{b}]_x &= a_y b_z - a_z b_y \\ [\mathbf{a} \mathbf{b}]_y &= a_z b_x - a_x b_z \\ [\mathbf{a} \mathbf{b}]_z &= a_x b_y - a_y b_x \end{aligned}$$

Die rechtsstehenden Größen würde man auch erhalten haben, wenn man das Parallelogramm $[\mathbf{a} \mathbf{b}]$ nacheinander auf die drei Koordinatenebenen projiziert hätte. Die x -Komponente $[\mathbf{a} \mathbf{b}]_x$ ist auch aufzufassen als die „Ergänzung“ zu der Projektion des Parallelogramms auf die zu x senkrechte y - z -Ebene.

Bei der Komponentendarstellung des Vektorproduktes zeigt sich in noch höherem Maße als beim skalaren Produkt, wie schwer der physikalisch wichtige Begriff sich in der alten Schreibweise ausdrücken läßt, und welche Denkersparnis das Zeichen $[\mathbf{a} \mathbf{b}]$ in sich birgt.

III. Die Differentiation von Vektoren.

In einem Vektorfelde läßt sich der Vektor, der zu einem gewissen Punkte gehört, mit dem Vektor vergleichen, der zu einem benachbarten Punkte gehört. Wenn beide Vektoren verschieden sind, so ist ihre Differenz wieder ein Vektor, nämlich jener kleine Pfeil, der zu dem zweiten Vektor addiert werden muß, um den ersten Pfeil zu ergeben. Nennen wir die beiden Vektoren \mathbf{v}_1 und \mathbf{v}_2 und die Entfernung der Punkte s , so ist der Differentialquotient des Vektors \mathbf{v}

$$\frac{d\mathbf{v}}{ds} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{\mathbf{v}_1 - \mathbf{v}_2}{s}$$

genau wie bei einer skalaren räumlichen Funktion v der Differentialquotient gebildet wird:

$$\frac{dv}{ds} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{v_1 - v_2}{s}$$

In beiden Fällen ist der Differentialquotient natürlich noch davon abhängig, in welcher Richtung das Stück s aufgetragen worden ist. Es kann sich hier nicht darum handeln, die Regeln des Differenzierens von Vektoren systematisch auseinanderzusetzen, sondern es soll nur gezeigt werden, welcher Art die Begriffsbildung überhaupt ist, und daß der Differentialquotient einer Vektorfunktion (Vektorfeld) selbst wieder ein Vektor ist, der durch den Vergleich von Nachbarvektoren entsteht.

Es möge nun wieder an einigen Differentialoperationen gezeigt werden, welche konkreten Bedeutungen den Abkürzungen der Vektoranalysis innewohnen.

IV. Die Divergenz: *div*.

Eine inkompressible Flüssigkeit, wie Wasser, ströme in ganz beliebiger Weise in einem Gefäß, welches weder Zufluß noch Abfluß habe. Dann strömt in jedes kleine Volumen, das wir für die Betrachtung herausgreifen mögen, ebensoviel

Wasser ein wie aus. Wäre es anders, so würde dieser Raumteil mit Wasser überladen resp. davon entblößt werden. Trägt man die Geschwindigkeit \mathbf{v} des Wassers als Vektorfeld auf, so äußert sich natürlich diese Tatsache als geometrische Eigentümlichkeit des Vektorfeldes. — Andererseits möge in dem Gefäße nun ein Zufluß angebracht werden. Dann ist in einem Raumteil, welcher die Einflußöffnung umschließt, diese Eigentümlichkeit verloren gegangen: die Öffnung wird zur scheinbaren Quelle, aus der Wasser ins Innere des Gefäßes fließt. Die Ergiebigkeit der Quelle ist aus der Geschwindigkeitsverteilung in ihrer Umgebung zu ersehen; $\text{div } \mathbf{v}$ mißt die Ergiebigkeit. Die Definition von $\text{div } \mathbf{v}$ ist so: man berechne den gesamten Einfluß $E \cdot dS$ in das Volumelement dS , ferner den gesamten Ausfluß $A \cdot dS$, so ist

$$\text{div } \mathbf{v} = A - E.$$

$\text{div } \mathbf{v}$ ist ein Skalar.

Der genannte Ein- und Ausfluß in dS läßt sich entweder als Oberflächenintegral über das Volumelement erhalten, oder als Differenz des Flusses durch gegenüberliegende Seiten des Volumelementes, d. h. mittels der Differentialquotienten des Geschwindigkeitsfeldes. Das Oberflächenintegral ist die unmittelbare Definition der Operation div , während die zweite Betrachtung ein Koordinatensystem erfordert und daher den Anschluß an die Komponentenrechnung mit sich bringt. Die Aussage, daß der Differentialausdruck gleich dem Oberflächenintegral ist, ist der Inhalt des *Gaußschen Satzes*.

Der Begriff der Divergenz ist in der ganzen Physik von größtem Nutzen. Handelt es sich z. B. um die elektrische Kraft \mathfrak{E} , so ist diese überall derart verteilt, daß $\text{div } \mathfrak{E} = 0$, mit Ausnahme derjenigen Stellen des Raumes, wo sich eine elektrische Ladung befindet. Allein aus den Ladungen treten nämlich die elektrischen Kraftlinien aus, wie die Stromlinien des Wassers aus der Quelle. Dies sagt die eine Maxwellsche Gleichung:

$$\text{div } \mathfrak{E} = \varrho, \quad (4)$$

wo ϱ gleich der Dichte der elektrischen Ladung ist. Die andere Gleichung:

$$\text{div } \mathfrak{H} = 0 \quad (5)$$

lehrt, daß die magnetischen Kräfte \mathfrak{H} anders verteilt sind: es gibt keine isolierten Magnetpole, d. h. unkompenzierte magnetische Ladungen.

V. Die Rotation: rot .

Der Begriff der Rotation wird auch an der Strömung von Wasser am klarsten gemacht. Man denke sich nämlich kleine Stäbchen im Wasser schwimmend — dann sind zwei Arten von Bewegungen unterscheidbar: entweder die Stäbchen bleiben ihrer Anfangslage dauernd parallel, oder sie verändern ihre Orientierung im Laufe der Bewegung. Die „Rotation“ des Geschwindigkeitsfeldes \mathbf{v} , $\text{rot } \mathbf{v}$, ist die Winkelgeschwindigkeit

dieser Hölzchen und daher Null, wenn sie keine Drehung erfahren.

Bei der Drehung einer starren Scheibe nimmt die Verbindungslinie zweier benachbarten Teilchen alle Lagen, deren sie fähig ist, im Laufe einer ganzen Umdrehung an. Die Rotation des Geschwindigkeitsfeldes einer „starrten Drehung“ ist daher die Winkelgeschwindigkeit ω der Drehung und in dem ganzen Geschwindigkeitsfeld konstant.

$\text{rot } \mathbf{v}$ ist ein *Differentialausdruck*, denn die Drehung eines Stäbchens hängt von dem *Unterschied* der Geschwindigkeiten an seinen Endpunkten ab. Wie $\text{div } \mathbf{v}$, so läßt sich aber auch $\text{rot } \mathbf{v}$ als *Integral* schreiben, denn die Drehung des Stäbchens ist der Mittelwert der Tangentialkomponente von \mathbf{v} längs der Oberfläche des Hölzchens. Es gibt also wieder zwei Arten, $\text{rot } \mathbf{v}$ auszudrücken: durch Differentialquotienten der Vektorfunktion \mathbf{v} , wobei ein Koordinatensystem zugrunde gelegt wird; oder als Integral, wobei das Koordinatensystem überflüssig ist. Die Gleichsetzung beider Ausdrücke liefert den *Stokesschen Satz*.

Entsprechend dem Charakter einer Winkelgeschwindigkeit ist die Rotation eine Fläche von bestimmter Größe mit Umlaufssinn; diese wird wie beim Vektorprodukt durch die „Ergänzung“, den senkrecht stehenden Pfeil, bequem dargestellt.

In der Mechanik ist die „Rotation“ nützlich, sobald es sich um Drehungen handelt, also in der Kreiselmtheorie usw. In der Hydrodynamik wird die Rotation mit den Wirbeln identifiziert: $\text{rot } \mathbf{v} = 0$ bedeutet, daß keine Wirbel bei einer Flüssigkeitsbewegung vorhanden sind. In der elektromagnetischen Theorie zieht eine Wirbelung der elektrischen Feldstärke \mathfrak{E} die Entstehung einer magnetischen Kraft nach sich:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{H}}{\partial t} = -\text{rot } \mathfrak{E} \quad \left(c = \text{Lichtgeschwindigkeit} \right) \quad (6)$$

$t = \text{Zeit}$

und umgekehrt erzeugt eine wirbelartige Verteilung der magnetischen Kräfte ein elektrisches Feld:

$$\frac{1}{c} \frac{\partial \mathfrak{E}}{\partial t} = \text{rot } \mathfrak{H} \quad (7)$$

Die vier Gleichungen (4, 5, 6, 7) bilden zusammen das *System der Maxwellschen Gleichungen in der Schreibweise der Vektoren, und die Grundlage der gesamten Elektrodynamik und Optik*. In der Komponentenschreibweise treten an Stelle der beiden letzten Gleichungen 6 Gleichungen zwischen Komponenten.

* * *

Mit der Einführung dieser und weiterer Begriffe ist der Inhalt der Vektorrechnung natürlich nicht erschöpft, vielmehr setzt hier der Anfang eines großartigen formalen Systems ein. Es gilt ja, die Zusammenhänge zwischen den eingeführten Begriffen herauszuarbeiten und kurz zusammenzufassen, damit eine Überlegung, die bereits bis zur ersten Formel gediehen ist, nach über-

sichtlichen Regeln und möglichst automatisch weitergeführt werden kann. Zu dem Zweck gibt es ein „Einmaleins“, aus welchem beispielsweise zu sehen ist, daß

$$\operatorname{div} \operatorname{rot} \mathbf{b} = 0,$$

$$\operatorname{div} [\mathbf{a} \mathbf{b}] = (\mathbf{b} \operatorname{rot} \mathbf{a}) - (\mathbf{a} \operatorname{rot} \mathbf{b})$$

ist usw. Wie an diesen Beispielen ersichtlich ist, handelt es sich meist um wiederholte Anwendung von Vektoroperationen. Selbst bei diesem Formelsystem — das als solches gewiß „formal“ ist, d. h. die direkte Vorstellung auszuschalten gestattet — bleibt der Zusammenhang mit der Anschauung in viel höherem Grade gewahrt als bei dem entsprechenden System in der Komponentenschreibweise. Beim Hantieren der Pfeile nach den Methoden der Vektorrechnung packt man diese selbst an; in der Komponentenrechnung muß man die Schattenrisse der Pfeile bewegen.

Der Vektorrechnung erschließen sich fortwährend neue Gebiete. Zuerst war es die Elektrodynamik, welche in *Maxwells* „Treatise on Electricity and Magnetism“ durch Vektoren ausgedrückt wurde. Freilich geschah dies in einer Schreibweise, die der *Hamiltonschen* Quaternionenrechnung entnommen war, einer Vorläuferin der heutigen Vektorrechnung. Immerhin ging von hier der Anstoß zur Entwicklung der Disziplin aus. Man erkannte den Nutzen für Mechanik, Hydrodynamik und andere Teile der Physik. Ferner wurde der große erzieherische Wert offenbar, der durch die Gewöhnung an konkretes Denken der Vektorrechnung innewohnt.

Dieser Vorteil brachte die Anwendung auf rein mathematische Gebiete zustande. Die sphärische Trigonometrie wird durch Einführung der Vektoren sehr übersichtlich und viele umständliche Formeln werden als bloße Anwendung wohl bekannter Vektorformeln dem Verständnis und dem Gedächtnis vereinfacht. Das gleiche gilt in der analytischen Geometrie und in der Theorie der Kurven und Flächen (Differentialgeometrie). In einen Zweig der angewandten Physik, der aufs engste mit der Theorie der Flächen zusammenhängt, in die geometrische Optik, wurde kürzlich von *A. Sommerfeld* und *J. Runge* die Vektorrechnung eingeführt.

Einstein-Minkowskis Relativtheorie forderte die Erweiterung des in der Elektrodynamik gebrauchten Vektorensystems. Nachdem in dieser Theorie die volle Symmetrie zwischen den 3 Raumkoordinaten und der Zeitkoordinate erreicht war, mußten die Vektoren ebenfalls die Gleichberechtigung aller 4 Koordinaten zeigen. Dies führte auf die vierdimensionale Vektorrechnung, die zuerst von *A. Sommerfeld* aufgestellt und angewandt wurde. Die Verhältnisse bei den 4-dimensionalen Vektoren sind naturgemäß ähnlich, aber erheblich schwieriger zu übersehen, wie in 3 Dimensionen. Die Beschäftigung mit der 4- und höherdimensionalen Vektorrechnung hat eine bedeutende Vertiefung und methodische Erweite-

rung unseres Wissens über Vektoren mit sich gebracht.

Es muß erwähnt werden, daß amerikanische Forscher, namentlich *Lewis* und *Wilson*, im Anschluß an Arbeiten ihres großen Landsmannes *Willard Gibbs* die Vektorrechnung in etwas anderem Sinne in das Gebiet des Vierdimensionalen hinein verfolgt haben, indem sie einer Interpretation der Relativtheorie in nicht-euklidischen Räumen nachgingen.

Die letzte Erweiterung sehr allgemeiner Natur hat im Anschluß an *A. Einsteins* neue Gravitationstheorie *M. Großmann* in Zürich angefangen. Es handelt sich hierbei um die Aufstellung der Rechenregeln für ganze Systeme von Vektoren (Tensoren) im mehrdimensionalen Raum.

Diese Erweiterungen benutzen zum Teil noch die Bezeichnungsweise der gewöhnlichen Vektorrechnung und schließen sich ihr in Definitionen und Forschungsgang mehr oder weniger eng an. Sie sind auch eine große Hilfe für das Eindringen in die Gebiete, für welche sie bestimmt sind. Aber sie haben natürlich nicht das allgemeine Interesse der gewöhnlichen Vektorrechnung und entbehren vor allem ihres Hauptvorteils, der Anschaulichkeit. In den mehrdimensionalen und nicht-euklidischen Räumen ist das schauende Erkennen verschlossen und Algebra und Analysis sind die geeigneten Führer. Daher sind in den Erweiterungen die Vektoren wieder zu schattenhaften Gebilden herabgesunken, die man nur durch ihre Projektionen erkennen kann. Aber diesmal liegt der Mangel nicht an einer ungeeigneten Darstellungsweise, sondern an der Beschränktheit des menschlichen Geistes selber.

Die Davissche Beschreibung der Landformen.

Von Prof. Dr. A. Steinhauff, Marburg a. L.

Der Name von *Davis* fand sich zwar schon früher in den deutschen Handbüchern der physischen Erdkunde, aber eingehendere Aufmerksamkeit erregte seine wissenschaftliche Leistung erst, als er im Wintersemester 1908—1909 als Austauschprofessor Vorlesungen an der Berliner Universität hielt. Durch Veröffentlichung zweier wissenschaftlicher Handbücher, der „*Physiogeographie*“ und der „*Erklärenden Beschreibung der Landformen*“, welches Buch den Inhalt der Berliner Vorlesungen bringt, ist nun jeder deutsche Geograph und Naturwissenschaftler mühelos in der Lage, die Besonderheit eines amerikanischen Vertreters der erdkundlichen Wissenschaft kennen zu lernen. Während sonst die Austauschprofessoren meist amerikanische Fragen aus Geschichte, Verfassung, Recht und Literatur behandeln, liegt das Amerikanische bei *Davis* nicht im Stoff, sondern in der Form. Es läßt sich nun

ohne weiteres feststellen, daß *Davis* eine stark anregende Wirkung ausgeübt hat, und daß dadurch, mag man sich zu ihm stellen, wie man will, ein Gewinn für die Wissenschaft herauskommen muß, ist einleuchtend. Durch Zustimmung und Abwehr und Angriff, durch Überprüfung und Selbstbesinnung muß selbst Bekanntes und Feststehendes in ein neues Licht gerückt werden.

Wenn man die Bedeutung von *Davis* für die deutsche geographische Wissenschaft, deren hoher Stand durch die ausgiebige Verwertung unserer Literatur von ihm anerkannt wird, recht würdigen will, muß man das bei uns bislang Erreichte sich vergegenwärtigen. Durch *Richthofen* ist die Geologie als die unentbehrliche Hilfswissenschaft der Erdkunde festgestellt. Will man zu einem Verständnis der Oberflächenformen der Erde kommen, muß man Klarheit gewinnen, wie die Gesteinsgrundlage ihre äußeren und inneren Formen durch die erdgestaltenden Kräfte erhalten hat. Also ist auch die deutsche geographische Wissenschaft seit langem auf Erklärung der Oberflächenformen gerichtet. Etwas völlig Neues hat *Davis* darum nicht bringen können und wollen. Auch in Deutschland hat man längst eine *Systematik der Oberflächenformen* angestrebt. Doch darf man sagen, daß es bisher sowohl an einem einheitlichen Prinzip der Ordnung, als auch an einem klarbewußten Wege, zu dieser Ordnung zu gelangen, gefehlt hat. In unseren älteren Handbüchern kreuzen sich die Grundsätze der Einteilung vielfältig.

Hier fügt sich nun die Arbeit von *Davis* ein; und so ist zum mindesten ein Fortschritt in der Methode unbestreitbar.

Davis betrachtet die Landoberfläche als Gesamtheit und stellt fest, daß jeder Teil eine gesetzmäßige Umformung durchmacht, einen *Entwicklungszyklus*. Er versteht darunter nicht einen Kreislauf, sondern einen Ablauf von Veränderungen nach einer gesetzmäßigen Ordnung. In jedem Zyklus lassen sich 3 Hauptstadien unterscheiden: das *junge*, das *reife* und das *alte Stadium*. In jedem Zeitpunkte stehen die Veränderungen der Landschaft und die dadurch bedingten Oberflächenformen in einem ganz bestimmten Verhältnis zueinander, oder, wie *Davis* gern sagt: die Teile der Landschaft sind einander angepaßt. Sehr häufig zeigt er, wie auch die Lebensverhältnisse der Menschen je nach dem Stadium ebenfalls der Oberflächenform angepaßt sind. Wenn *Davis* also auch in erster Linie Morphologe ist, so hält er den Blick doch auf die Gesamtheit des Wissenschaftsgebietes gerichtet.

Jung heißt die zyklische Umformung, wenn die Spuren der Erosion eben anfangen, sich stärker bemerkbar zu machen. Unter *Erosion* ist dabei die Gesamtheit aller zerstörenden Wirkungen zu verstehen, die sich an einer Landschaft geltend machen können. Reif ist ein Gebiet, wenn es kräftig zerschnitten und in einzelne Teile zerlegt ist. Alt erscheint es, wenn die Erosionsarbeit am

Ziele ist, d. h. die Landschaft bis zu dem Grade erniedrigt und eingeebnet ist, als es die Verhältnisse gestatten, so daß nur noch unwesentliche, rein lokale Veränderungen eintreten können.

Davis stellt 4 Typen der zyklischen Entwicklung auf: den *ariden* Zyklus in Trockengebieten, den *marinen* Zyklus in Küstengebieten, den *glacialen* in vergletscherten Landstrichen, den normalen oder, wie man bezeichnender gesagt hat, den *humiden* Zyklus in niederschlagsreichen Gegenden.

Dabei betont *Davis*, daß diese Typen oft abwechseln werden, daß der Zyklus der einen oder anderen Art bald stärker, bald schwächer ausgeprägt sein kann. Er zieht auch in Betracht, daß die zyklische Entwicklung durch Hebungen und Senkungen, durch Falten- und Schollenbildung verändert und unterbrochen werden kann.

Um bei der Betrachtung der Entstehung einer Landschaft einen festen Standpunkt zu geben, lehrt *Davis*, daß man an jede mit einer dreifachen Frage herantreten müsse, nach der *Struktur*, dem *Vorgang* und dem *Stadium*. Durch die Frage nach der Struktur soll man zur Klarheit gelangen, welche Beschaffenheit die Landschaft bei dem Anfang der gegenwärtigen zyklischen Entwicklung besessen haben muß. Die Frage nach dem Vorgang sucht die Einsicht davon, welcher der 4 möglichen Zyklen in Betracht kommt. Die Frage nach dem Stadium endlich hat zum Ziele, die genaue Stellung einer Landschaft, ob jung, reif oder alt, zu bestimmen.

Es ist einleuchtend, daß alle diese Fragen ohne Maßstäbe, die der Geograph mitbringen muß, nicht zu lösen sind. Die Art, wie *Davis* seine festen Prinzipien der Beurteilung gewinnt, erscheint besonders bemerkenswert. Es muß darauf hingewiesen werden, daß in den amerikanischen höheren Schulen ganz anders wie bei uns eine straffe philosophische Schulung üblich ist. Mit klarer Einsicht in die logischen und psychologischen Gesetze der Erkenntnis gewinnt *Davis* seine Maßstäbe durch Deduktion. Unter Voraussetzung ganz einfacher, allgemein vertrauter Kenntnisse stellt er Erwägungen darüber an, wie eine Landschaft, die so oder so beschaffen ist, sich in einem der 4 Zyklen entwickeln muß. Mit großer Überzeugungskraft zeigt er so, vom Einfachen zum Schwierigsten fortschreitend, die Fülle der möglichen Landschaftsformen. Es gelingt ihm tatsächlich, ein wohlgegliedertes, einheitliches und umfassendes morphologisches System aufzustellen. Man darf in dieser deduktiven Methode keineswegs ein haltloses spekulatives Gebilde sehen. Wie das System erst auf Grund einer langen induktiven Erfahrung entstanden ist, so wird es immer wieder in seinen Einzelheiten an der Erfahrung, an wirklich vorhandenen Landschaften nachgeprüft. Beobachtung und Gedanke gehen, wie es bei jedem Naturwissenschaftler der Fall sein muß, Hand in Hand. *Davis* besitzt einen Anschauungskreis, wie wenige andere Geogra-

phen. Von den 357 Gebieten, die er in seinen Vorlesungen erwähnt, sind ihm 283 aus eigener Anschauung bekannt.

Es ist selbstverständlich, daß es ganz unmöglich wäre, die Gesamtheit der zyklischen Entwicklungen lediglich durch das Wort klar zu machen. Es dürfte auch schwierig sein, eine hinreichend lückenlose Reihe von Abbildungen zusammenzustellen. *Davis* verwendet nun ein Mittel, das denn doch auch seine Anregung in amerikanischer Bildungsweise zu haben scheint. Es ist bei uns in den letzten Jahren mehr und mehr erkannt worden, wieviel in unseren höheren Schulen in der Ausbildung des Gebrauches der Hände versäumt worden ist. Wie die Körperpflege bei den angelsächsischen Nationen überhaupt auf höherer Stufe steht, so bildet die Übung der Handfertigkeit bei den Amerikanern einen wichtigen Unterrichtsgegenstand. *Davis* ist ein Meister im perspektivischen Zeichnen. Seine ureigene Schöpfung, die der geographischen Wissenschaft nicht wieder verloren gehen wird, ist das *Blockdiagramm*. Sein Wesen besteht darin, daß man gleichzeitig eine Oberflächenansicht und einen Querschnitt von vorne und von einer Seite erhält. Mit dem Anblick eines Oberflächenstückes verbindet sich also der Einblick in den inneren Bau desselben. Damit besitzt *Davis* das Mittel, um durch eine Reihe schematischer Zeichnungen, teils nach der Theorie, teils nach wirklichen Örtlichkeiten hergestellt, die zyklische Entwicklung je nach den äußeren Bedingungen und dem inneren Bau einer Landschaft zu veranschaulichen.

Es kann nicht die Aufgabe einer kurzen Einführung sein, die systematische Ordnung der Formen auch nur bei einem der 4 Zyklen darzustellen. Dazu muß auf die Bücher von *Davis* selbst verwiesen werden. Aber hervorgehoben sei, daß der amerikanische Gelehrte bei der Durchforschung der Oberflächenformen zur Aufstellung einer ganzen Reihe von neuen Termini gekommen ist. Besteht ja doch bei jeder Wissenschaft in der Auffindung einer wohlgeordneten Terminologie ein wesentlicher Ertrag der Forschung. Insbesondere ist es die *Einteilung der Täler*, welche *Davis* in einer bisher unbekannten Weise vorgenommen hat; und es war für ihn keine geringe Genugtuung, als *Richthofen* nach anfänglicher Ablehnung die Davissche Auffassung anerkannte. Zur Veranschaulichung sollen wenigstens einige dieser Bezeichnungen angeführt werden.

Konsequent nennt *Davis* ein Flußtal, das durch Erosion in der Richtung der natürlichen Neigung der Oberfläche entstanden ist; *insequent* ein solches, das durch seitliche Zuflüsse sich gebildet hat. *Subsequent* ist es, wenn es durch das Vorhandensein weicherer Schichten zwischen widerstandsfähigeren, härteren bei der Ausbildung besonders begünstigt wurde. *Obsequent* heißen die Seitentäler subsequenter Flüsse, die der Richtung der konsequenten Flüsse gerade entgegengesetzt sind. Daß hier eine Bereicherung

unserer Auffassung vorliegt, dürfte man um so eher anerkennen, als die bei uns schon lange üblichen Ausdrücke der epigenetischen und antezedenten Täler ja auch auf die Bedingungen ihrer Entstehung hinweisen. Außer den angeführten Bezeichnungen hat *Davis* noch eine ganze Reihe anderer Ausdrücke, deren Verständnis aber ohne Zeichnungen, und außer dem Zusammenhang schwer sein dürfte.

Die große Fülle der neuen Bezeichnungen muß ja zuerst sehr *abschreckend* wirken. Auf die Dauer kann das aber für die geographische Wissenschaft kein Grund sein, sich dagegen ablehnend zu verhalten. *Davis* bietet keine popularisierte, sondern reine Fachwissenschaft.

Freilich ist *Davis* nicht dem Vorwurf der Oberflächlichkeit entgangen. Er unterscheidet die Gesteine in Rücksicht auf ihre Widerstandsfähigkeit als *Härtlinge* und *Weichlinge*, ohne eine Skala der Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gesteinsarten aufzustellen und die Formen der Verwitterung, die bei den einzelnen Gesteinsarten ja so sehr verschieden sind, zu berücksichtigen. Wie *Rühl* es bereits getan hat, läßt sich das *Davissche Schema* ja nach dieser Seite sehr wohl ergänzen. Die genauere Beschreibung der Formen gehört doch auch wohl mehr in die Darstellung der Länderkunde, also in die Einzelanwendung des Systems, wie ja auch jede einzelne Pflanze noch einer genaueren Beschreibung bedarf.

Ein weiterer Vorwurf der Oberflächlichkeit wird insofern erhoben, als man *Davis* eine Zurücksetzung der geologischen Forschung zuschreibt. Diese Behauptung erscheint besonders ungerechtfertigt. Daß allzu siegesichere Schüler von *Davis*, ihren Meister mißverstehend, glauben, lediglich mit Hilfe der Davisschen Musterformen eine Landschaft erklären zu können, ist vorgekommen. Damit bleibt aber sein Verdienst ungeschmälert, daß er gegenüber dem Überwuchern geologischer Betrachtungsweise ein rein geographisches System ausgebaut hat. Und auch das bleibt bestehen, daß man in geologisch unerforschten Gebieten durch *Davis* die Möglichkeit gewonnen hat, eine vorläufige erklärende Betrachtung der Landschaft anzustellen, während man sich sonst ohne Geologie auf eine reine Beschreibung beschränken muß.

Ein dritter Vorwurf besteht darin, daß man sagt, daß *Davis* in der Wirklichkeit nicht alle Stadien des zyklischen Verlaufs nachweisen könne. *Davis* behauptet es freilich; er erklärt z. B. das russische Tiefland als das letzte Stadium des normalen Zyklus. Dann aber ist zu sagen, daß gegen eine sorgfältige Induktion nicht der Einwand der Unrichtigkeit erhoben werden darf, weil die Wirklichkeit nicht alles zeigt, was als zwingender Schluß aus den Beobachtungsgliedern abgeleitet werden kann. Den Darwinismus hat man durch das *missing link* auch nicht erschüttern können.

Davis hat für seine Ideen nicht nur als Hochschullehrer und in seiner Heimat, nicht nur durch Buch und Zeitschriftenartikel, sondern auch durch *Exkursionen* mit europäischen Geographen gewirkt, so im Jahre 1908 nach Norditalien und Südostfrankreich und im Jahre 1911 mit deutschen Gelehrten nach Wales, Südwestfrankreich und dem oberen Aartal, dem Hasli. *Davis* sagt sehr oft, man solle, trotz aller Fremdartigkeit seiner Methode, nur einen Versuch mit ihr machen, und man werde erstaunt sein, wie fruchtbringend sie sich erweise. Alle, die mit *Davis* gereist sind, sind denn auch voll Anerkennung für die reiche Belehrung, die sie empfangen haben.

Das geographische Studium ist letzten Endes immer auf Landschaftskunde, auf Kenntnis der Teile der Erdoberfläche gerichtet. Die Übermittlung der Forschungen im Gelände an den Schreibtischgelehrten durch Wort, Bild, Karte und sonstige Hilfsmittel hat ihre großen Schwierigkeiten. Der Gedanke der zyklischen Entwicklung mit gegenseitiger Abhängigkeit aller Formen je nach dem Stadium ist dazu berufen, neben der Karte die *Vorstellung unbekannter Gebiete in ihrer Totalität* ungemein zu erleichtern. Wer das *Davissche* System völlig beherrscht, dem wird es leicht möglich sein, durch wenige Angaben eine so klare und umfassende Anschauung eines Gebietes zu gewinnen, als es die größte Menge von Einzelheiten ohne das beherrschende Prinzip der zyklischen Entwicklung nimmermehr vermag. *Davis* hat der Wissenschaft ein Ausdrucksmittel gegeben, das gewiß schon lange ersehnt und gehahnt, aber so klar, so deutlich bisher von niemand begründet worden war.

Die Bedeutung der Dissipator- (Gitter-) Schornsteine für die Vegetation.

Von Oberingenieur H. Winkelmann, Ratibor.

Die fortgesetzte und schnelle Entwicklung unserer Industrie und des Handels bedingt, daß in den einzelnen Betrieben auch die Anzahl der Feuerungsanlagen ständig im Wachsen begriffen ist und hierin, soweit dies zurzeit zu übersehen ist, auch in absehbarer Zeit noch kein Stillstand eintreten wird. Immer zahlreicher werden infolgedessen auch die Schornsteine und sonstigen Vorrichtungen zur Abführung der industriellen Abgase und Dünste und immer häufiger treten daher heute auch die Klagen über Ruß- und Rauchbelästigungen auf, so daß man in vielen Gegenden mit Recht von einer „Rauchplage“ sprechen kann. Die Beseitigung dieser brennenden Frage, welche sowohl in rein wirtschaftlicher und kultureller sowie sanitärer und nicht zuletzt auch in ästhetischer Beziehung immer noch einer endgültigen und einwandfreien Lösung harret, würde daher einen ganz bedeutenden Fortschritt der Technik

bedeuten. Infolgedessen werden daher auch immer neue Feuerungsapparate sowie Kontrollvorrichtungen hierfür auf den Markt gebracht, welche alle mehr oder weniger ihren Zweck erfüllen, wenn — und hierin liegt die Unvollkommenheit der meisten Konstruktionen — die für jeden Apparat gegebenen Vorbedingungen vorliegen und auch innegehalten werden können. Einen wirklich brauchbaren, allen Verhältnissen gerecht werdenden Rauchverminderungs- bzw. Rauchverbrennungsapparat gibt es nicht und wird es wohl auch nie geben, ebenso wie es wohl schwerlich eine Feuerungsanlage geben wird, welche nicht trotz Einbaues von Rauchverhütungsvorrichtungen dennoch *zeitweise* raucht, beispielsweise zu Zeiten, wenn das Feuer abgeschlackt oder die Brennstoffschicht geebnet sowie durchgearbeitet wird.

Erfahrungsgemäß ist es aber weniger der dicke, qualmige Rauch und Ruß von den vielen Hausfeuerungen sowie Dampfkesselanlagen usw., welcher der Vegetation so großen Schaden zufügt, trotzdem dieser, wenn z. B. von schwefelhaltiger Kohle herrührend, ebenfalls sehr schädlich wirken kann, als besonders die Abgase industrieller Feuerungsanlagen, welche vielfach mit säure- und teerhaltigen Beimengungen usw. aus den betreffenden Produkten vermischt sind.

Nach den sehr eingehenden Studien von *Haselhoff* und *Lindau*¹⁾ sind im Rauch feste Substanzen sowie dampf- und gasförmige Verbindungen zu unterscheiden. „Da, wo es sich nur um Rauch von Feuerungen handelt, kommen neben Kohlenruß noch Kohlensäure, Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffe, teerige Substanzen, ferner schweflige Säure und in geringerem Grade auch Chlor- bzw. Chlorwasserstoffsäure in Frage. Diese aus den Brennmaterialien herrührenden Rauchbestandteile finden immer aus industriellen Betrieben je nach der Art derselben mehr oder weniger reichliche Zufuhr von festen und dampf- bzw. gasförmigen Stoffen, welche die Klagen über Rauchbelästigungen noch vermehren. Die festen Rauchbestandteile, deren Art durch die betreffende Fabrikationsart bedingt ist, sind teils Erz- oder Zuschlagteilchen, welche in fein zerkleinertem Zustande unverändert durch den Essenzug wieder ins Freie wandern, teils Metallteilchen oder Metallverbindungen. Als dampf- bzw. gasförmige Substanzen, welche als Rauchbestandteile aus industriellen Betrieben zu beachten sind, sind Quecksilber-, Arsen-, Zink-, Blei- usw. Dämpfe, ferner schweflige Säure, Schwefelsäure, Salzsäure, Chlor, Fluorwasserstoff, Ammoniak, Stickstoffsäure u. a. m. zu nennen.“

Es handelt sich mithin bei den schlimmsten Flurschäden meistens nur um die sogenannten „sauren“ Rauchgase und Destillate (Teerstoffe), deren Vernichtung bzw. Verringerung mit allen nur denkbaren Mitteln angestrebt werden muß.

1) Vergl. „Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch“, Leipzig 1903.

Dem Thema dieser Abhandlung entsprechend, soll nun im nachstehenden kurz auf die bisher verwendeten Gegenmaßnahmen eingegangen und dann die Bedeutung und Konstruktion einer neuen Schornsteinbauart eingehender behandelt werden, welche nach den bisherigen Erfahrungen dazu berufen erscheint, Rauch- und Rußschäden in der Vegetation auf ein erträgliches Maß herabzumindern.

Die Rauch- und Rußschäden wurden bisher bekämpft durch:

1. Rauchwasch- bzw. Rauchgas-Entsäuerungsanlagen,
2. Rauchgas-Kondensationsanlagen,
3. Rauchgas-Verdünnungsanlagen.

Bei ersteren werden die Rauchgase mit Hilfe von sehr fein zerstäubtem Wasser teilweise, und unter weiterer Anwendung von Absorptionsmitteln mehr oder weniger vollständig entsäuert, während bei den Rauchgas-Kondensationsanlagen (Entteerungsanlagen) die Teerstoffe durch starkes Herunterkühlen der Abgase mittels Wasser- und Luftkühler sowie durch Anwendung von Zentrifugalabscheidern mit sehr reichlich bemessenen Stoßflächen ausgeschieden werden. Bei den Rauchgas-Verdünnungsanlagen werden die Abgase durch eingeführte Gebläseluft stark verdünnt. Diese mit großen Kosten erzielte Verdünnung reicht aber meistens nicht aus, um die Abgase sicher unschädlich zu machen.

Auch die Rauchgasentsäuerungs- und Kondensationsanlagen verursachen in der Regel derartig hohe Betriebskosten und haben dabei so wenig befriedigende Ergebnisse gegeben, daß das Bedürfnis nach neuen Mitteln bereits seit langer Zeit vorliegt, mit welchen eine wirkungsvollere Entsäuerung auch der „Restgase“ möglich ist und welche nur einfache, billige sowie geringe Betriebskosten verursachende Apparate erfordert.

Da nach den ebenfalls sehr eingehenden Studien von Prof. Dr. Wislicenus (Tharandt in Sa.) über Ruß- und Rauchschäden in der Vegetation möglichst „natürliche, vom Eingriff der Menschen unabhängige Mittel am meisten Erfolg erwarten lassen“, so lag es nahe, die Abgase durch Riesenschornsteine in höhere Luftschichten abzuführen, als dies bisher üblich war. Aber auch diese mit ganz gewaltigen Kosten erbauten Schornsteine von 100 bis 140 m Höhe und darüber haben die Rauchschäden nicht verhüten können. Derartige hohen Schornsteine schützen zwar die nächste Umgebung, nicht aber die weiter entfernt liegende Pflanzenwelt, da nachweislich die höheren, ruhigeren Luftschichten nicht mehr so wirbelungsfähig sind, wie die durch hemmende Bodenerhebungen viel mehr gestörten und daher bewegteren, tiefen Luftschichten, welche eine bedeutend schnellere und vor allem wirksamere Auflösung bzw. Verwirbelung der Abgasmengen herbeiführen können. Da aber Schornsteine von normaler Höhe trotz der nachgewiesenen besseren

Verwirbelungsfähigkeit Rauchschäden allein auch nicht verhüten können, so ist versucht worden, sie zwecks Erhöhung der Wirbelungsfähigkeit konstruktiv besonders zu gestalten. Dieses Problem ist dann auch glücklich durch Anwendung des sogenannten „Dissipator- (Verdünnungs-) Prinzipes“ des Prof. Dr. Wislicenus gelöst worden.

Während alle bisher angewandten Verfahren zur Unschädlichmachung der Abgase industrieller Anlagen ausnahmslos den großen Nachteil besitzen, den betreffenden Betrieb dauernd durch unproduktive Aufwendungen zu belasten, trotzdem aber oft nur teilweise zu dem gewünschten Endzweck führen, bedingen die Gitter- bzw. Dissipatorschornsteine keinerlei Betriebskosten, da dieselben ohne maschinelle oder chemische Hilfsmittel und ohne besondere Wartung betrieben werden.

Der Dissipator ist der obere, gitterartig (daher die deutsche Bezeichnung: Gitterschornstein) durchlöcherter Teil eines Industrieschornsteins von sonst vollkommen normaler Bauart. Er hat die Aufgabe, die Rauch- und sonstigen Abgase durch innige, selbsttätige Luftdurchmischung soweit als möglich unschädlich zu machen. Die Öffnungen dieser Spezialschornsteine werden aus reihenweise angeordneten, horizontal und konisch gelochten Radialsteinen gebildet. Die Gesamtaustrittsfläche erreicht ein Vielfaches der seitherigen einzigen Rauchgasmündung und steht auf Grund wissenschaftlicher Berechnungen und praktischer Erfahrungen in einem ganz bestimmten Verhältnis zu der oberen lichten Weite eines Schornsteins. Sie soll in bezug auf den Gesamtquerschnitt der einzelnen kleinen Öffnungen das 5—6 fache der oberen lichten Weite erreichen.

Durch die konischen Windkanäle tritt der Wind auf der einen Seite wirbelnd ein, mischt sich mit den Rauch- und Abgasmengen unter starker Wirbelbildung und bewirkt bereits dadurch im Schornstein selbst eine ungefähr vierfache Verdünnung, was durch Analysen nachzuweisen ist und durch die im Betrieb befindlichen Dissipatoren bestätigt wird. Dagegen vermag z. B. eine künstliche Saugzuganlage bei normalem Betriebe nur 33 bis 50 %, höchstens aber 80 % der Abgasmenge an Luft zuführen. Sie verursacht dabei dauernde, nicht unerhebliche Betriebskosten und bedingt sorgfältige Wartung, genügende Reserven usw.

Nachdem der Wind im Gitterschornstein die Rauch- und Abgasmengen auf das ungefähr Vierfache verdünnt hat, treibt er sie auf der anderen Seite durch die konischen, radial gerichteten Austrittsöffnungen ebenfalls wieder stark wirbelnd aus der ganzen Höhe des Dissipatoraufsatzes heraus.

Während also beim gewöhnlichen Schornstein eine unverdünnte, kompakte Rauchmasse einer einzigen großen Öffnung der Schornsteinmündung entströmt, treten beim Dissipator-

schornstein bereits vierfach verdünnte, zahlreiche feine Rauchstrahlen aus seinen einzelnen kleinen Öffnungen stark wirbelnd heraus. Diese einzelnen Rauchstrahlen erfahren unmittelbar beim Austritt infolge der bereits im Schornstein eingetretenen starken Lockerung, der großen Angriffsfläche und der starken Wirbelbildung eine weitere Verdünnung auf das ungefähr Zehnfache. Die Verdünnung der Rauchgase wächst dann progressiv mit der weiteren Entfernung vom Schornstein.

Das Kennzeichnende der Gitterschornsteine ist das Fehlen einer Rauchfahne. Der Rauch macht sich nur noch als Nebeldunst in unmittelbarer

auf hingewiesen, daß eine Verstärkung des geschlossenen Schornsteinschafes nach den neuesten Erfahrungen nicht unbedingt erforderlich ist und die dadurch entstehenden Mehrkosten also in Fortfall kommen können, wenn auf billigste Ausführung Wert gelegt wird. Wenn man zur Beurteilung der Mehrkosten, welche der Bau eines Gitterschornsteines verursacht, die Betriebskosten und die meistens höheren Anschaffungskosten der Rauchgas- und Abgasreinigungsanlagen in Betracht zieht und die Endwirkung als Hauptsache berücksichtigt, so muß man die etwas höheren Kosten bei Anwendung des Dissipatorprinzipes sogar als mäßig bezeichnen. Soweit vorhandene Schornsteine überhaupt verlängerungsfähig sind, können Dissipatoraufsätze auch nachträglich aufgebaut werden.

Über die Ausführung sei noch bemerkt, daß jede bessere Schornsteinbaufirma in der Lage ist, nach den von der Lizenzgeberin ausgeführten

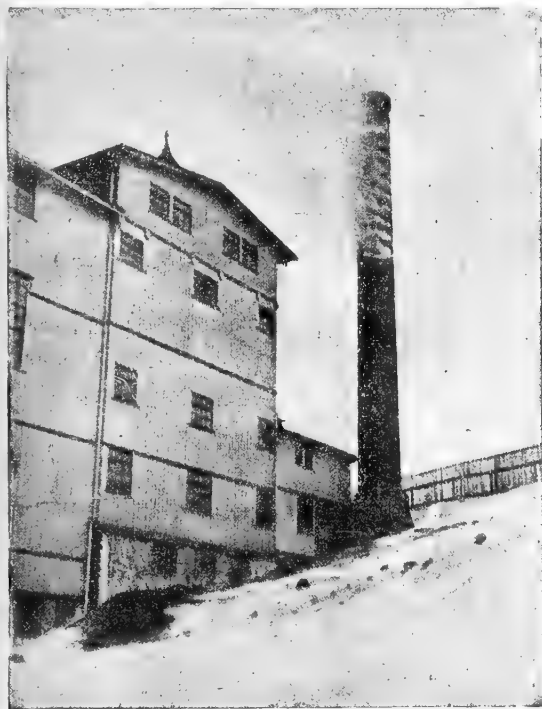


Fig. 1.



Fig. 2.

Nähe des Schornsteins bemerkbar, während er bei Schornsteinen der bisherigen Bauart eine oft kilometerlange, weit sichtbare und geschlossene Rauchfahne erzeugt.

Eine Zugverminderung ist durch den Aufbau eines Dissipators nicht zu befürchten, wenn der geschlossene Schaft des Schornsteins der Zugwirkung entsprechend hoch vorgesehen wird. Es ist vielmehr durch Aufbau eines Dissipators eher mit einer Zugverbesserung zu rechnen, die durch die Gesamthöhe des Dissipatorschornsteins auch begründet erscheint.

Die Kosten der Gitterschornsteine sind mit Rücksicht auf den meistens etwas stärker als normal konstruierten Schornsteinschaft, den schwieriger, nur unter Benutzung besonderer Formen herzustellenden Loch-Radialsteinen sowie unter Einschluß der auf dieser Bauausführung ruhenden Patentgebühr etwas teurer als normale Bauausführungen. Es sei indessen dar-

Plänen Gitteraufsätze und Gitterschornsteine auszuführen.

Die wissenschaftliche Grundlage der Dissipatorkonstruktion ist nach Prof. Wislicenus folgende:

„Die Abgasmassen dürfen nicht als kompakter Strom einer Hauptmündung des Schornsteines entströmen. Sie verlassen schrittweise den Schornstein aus zahlreichen, ihrer Masse und Strömungsgeschwindigkeit angepaßten, annähernd wagerechten Windkanälen und werden vor, während und nach dem Austritt vom strömenden Wind selbst innerhalb des Dissipatorschornsteins und in seiner nächsten Umgebung kräftig mit Luft durchwirbelt.“ „Die Hauptsache ist der ganz allmähliche Beginn der Lochsteine, welche ganz allmählich in das Vollgitter der obersten Reihen übergehen sollen.“

Um dies zu erreichen, muß der Gitterschaft je nach örtlicher Lage und dem Durchmesser

einige Meter länger ausgebildet werden als zur Erreichung der erforderlichen Zugwirkung ohne Dissipatoraufsatz notwendig ist. Man kann aber auch ohne Bedenken die ersten Lochreihen des Gitterschaftes in den Zugschaft des betreffenden Schornsteins verlegen, da diese wenigen Öffnungen die Zugwirkung des Schornsteins nicht beeinträchtigen. Die Mündung der Gitterschornsteine kann abgedeckt, aber auch offen gelassen werden. Im letzten Falle werden die Rauchgase, besonders bei Windstille, stärker aus der Schornsteinmündung und weniger aus dem Gitter entweichen. Andererseits ist aber bei Windstille weniger Gefahr für die nahen Pflanzenbestände vorhanden. Außerdem werden die meist kerzengerade nach oben gerichteten Rauchmassen in den höheren Luftschichten ebenfalls, wenn auch langsam, verdünnt. Bei abgedeckter Mündung werden die Rauchgase ohne Beeinträchtigung der Zugwirkung auch bei Windstille gezwungen, aus den Gittern zu treten. Dabei ist immerhin eine Verwirbelung, wenn auch ebenfalls in geringerem Maße, zu beobachten.

Wenn es sich lediglich um die Abführung schädlicher Gase und Dünste handelt, und die erforderlichen Abführungsorgane eine Zugwirkung nicht zu erzeugen brauchen, werden dieselben auch als Dissipatorabzugsschloten für verstärkte Mischwirkung mit doppeltem und dreifachem Gitterschaft, als sog. „Multidissipatoren“ hergestellt. Auch diese Ausführungen haben sich bewährt.

Für die nachfolgenden Industrien dürfte der Bau von Dissipatorschornsteinen von besonderer Bedeutung sein, es sei indessen ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es noch eine ganze Anzahl weiterer Fabrikationszweige gibt, bei welchen sich für die Unschädlichmachung ihrer Abgase ebenfalls die vorliegende Sonderkonstruktion gut bewähren dürfte.

Für die Kaliindustrie und andere Betriebe der chemischen Großindustrie kommen Dissipatoren insofern in Frage, als eine Anzahl Kaliwerke zugleich als Nebenbetrieb die Erzeugung von Jodkali und Bromkali betreiben und besonders die Abgase der letzteren Flurschäden wiederholt herbeigeführt haben.

Ferner dürfte die vorliegende Schornsteinkonstruktion auch für einige Fabriken der keramischen Industrie in Betracht kommen, besonders für Porzellanfabriken älterer Bauart, bei welchen ein rauchfreies Arbeiten der Öfen nicht möglich ist, aber auch für diejenigen Betriebe, deren Schornsteinen saure Gase entweichen.

Für die Feinpapierindustrie hat die vorliegende Materie insofern Interesse, als es sich hier zwar weniger um die Abführung saurer Gase handelt, wie um die schnelle Verwirbelung von Rauch- und Flugaschenmassen, welche sowohl der umliegenden Vegetation, besonders aber der eigenen Fabrikation durch die damit verbundene Staub- und Niederschlagsgefahr schaden. Auch

für diejenigen Fabriken, welche in ihren Nebenbetrieben z. B. Strohstoff und ähnliche Halbfabrikate herstellen, deren unangenehm riechende Dünste von der Nachbarschaft störend empfunden werden (Alphakochereien und ähnliche Betriebe), kann der Einbau eines Dissipators von großem Nutzen sein.

In Cellulosefabriken enthalten die Abgase vielfach einen hohen Schwefelsäuregehalt, besonders dort, wo Braunkohlen verfeuert werden.

Bei der Glasindustrie enthalten die Abgase zeitweise bei großer Säureentwicklung: 0,463 bis 0,595 g Salzsäure, 7,138—8,888 g Schwefelsäure, 3,272—3,392 g schweflige Säure pro Kubikmeter Abgas, ferner vielfach auch Fluorwasserstoffsäure und Chlor.

In Sodafabriken wirkt oft schädlich der Ammoniakgehalt der Abgase, in Kupferhütten der Gehalt an Fluorwasserstoffsäure, Schwefelsäure, schwefliger Säure, welche z. B. im Durchschnitt bei 12 Fabriken 9,458 g pro Kubikmeter Abgas und als Maximum 45,248 g betragen hat.

In den Abgasen der Farbenfabriken (Ultramarin) sind gefunden worden: 0,0—0,173 g Salzsäure, 0,397—54,335 g Schwefelsäure, 1,817 bis 54,726 g schweflige Säure. In Bleiweißfabriken treten vielfach auch Essigdämpfe auf, welche in nächster Nähe der betreffenden Fabrik ebenfalls schädlich wirken können.

In der Superphosphatindustrie sind Schädigungen durch Flußsäure (Fluorwasserstoffsäure) bis auf einen Umkreis von 5 bis 600 m beobachtet worden und enthielten beispielsweise die Abgase einer Düngersfabrik 0,049 g Salzsäure, 2,641 g Schwefelsäure, 0—1,363 g schweflige Säure, 0,478—0,700 g Flußsäure pro Kubikmeter Abgas.

In Kokereien und Kohlendestillationen finden sich in den Abgasen in der Regel größere Mengen an Schwefelsäure und Schwefelwasserstoff.

Die Untersuchung der Abgase von 10 Alkalifabriken ergab als Durchschnitt: 0,732 g Salzsäure, 0,870 g Schwefelsäure, 1,098 g schweflige Säure pro Kubikmeter Abgas.

Zum Schluß sei noch darauf hingewiesen, daß durch Anwendung des Dissipatorprinzips schädliche Abgase keineswegs im Sinne des Wortes „unschädlich“ gemacht werden können. Je nach Art und Konzentration derselben müssen sie vielmehr vorher mit Hilfe geeigneter Entsäuerungs- oder Kondensationsanlagen soviel als irgend möglich von ihren schädlichen Bestandteilen befreit werden. Dies kann aber, wie erwähnt, in der Regel selbst unter Hinteransetzung großer Mühen und Kosten nur unvollkommen durchgeführt werden. Es ist die Aufgabe des Dissipators, dann auch noch die „Restgase“ durch Verwirbelung mit der Luft an der Austrittsstelle so stark zu verdünnen, daß dieselben praktisch nicht mehr schädlich wirken können. Die bisher in dieser Voraussetzung entworfenen und ausgeführten Anlagen haben den Voraussetzungen entsprochen,

auch in solchen Fällen, wo es sich weniger um die Verwirbelung von besonders sauren Gasen handelt, als um die Beseitigung der Rußbelästigungen. Das Dissipatorprinzip eignet sich also auch zur Verwirbelung der weniger schädlich, aber dennoch oft störend wirkenden Rauchgase der Dampfkesselanlagen und anderer Industriefeuerungen.

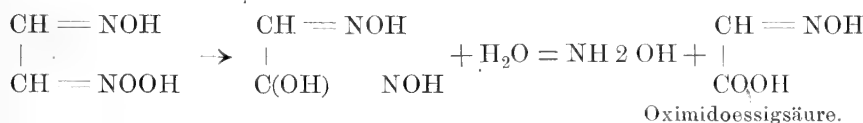
Im Interesse der Industrie, der Vegetation und örtlichen Sauberkeit und nicht zuletzt auch im Interesse der Hygiene sollte der rauchende Schornstein der alten Bauart aus dem Stadt- und Landschaftsbild verschwinden und der Gitterschornstein mit seinem feinen Nebeldunst an seine Stelle treten.

Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen.

Von Privatdozent Dr. Oskar Baudisch, Zürich.

(Schluß.)

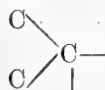
Ich will nun gleich von vornherein bemerken, daß meine Hypothese nur als Arbeitshypothese gedacht ist und selbst für mich nur vorübergehende



Bedeutung haben kann. Die hier in Betracht kommenden drei Verbindungen Nitrosomethylalkohol, Aci-Nitromethan und Formhydroximsäure sind noch verhältnismäßig wenig untersucht worden. Immerhin lassen sich aus dem bisher Bekannten einige theoretische Betrachtungen daran knüpfen, die vielleicht pflanzenphysiologisch nicht ganz uninteressant sind.

Die Versuche, die bisher mit Nitromethan angestellt wurden, sind fast immer so zu deuten, daß zuerst Aci-Nitromethan gebildet wird, welches nun in dieser reaktionsfähigen Form mannigfache Verbindungen eingehen kann. So verbindet sich z. B., wie wir gefunden haben, Nitromethan im Licht zu Isonitrobutylglycerin, welcher Körper auch entsteht, wenn Nitromethan und Formaldehyd durch geringe Mengen Alkalikarbonat zur Reaktion gebracht werden¹⁾.

Isonitrobutylglycerin wird besonders wieder in Gegenwart von Formaldehyd im Licht weitgehend verändert. Es ist erwähnenswert, daß gerade die Drei-Zahl bei den in der Natur vorkommenden Verbindungen eine große Rolle spielt und wir durch die Vereinigung von Aci-Nitromethan und Formaldehyd sofort zu dem Kohlenstoffskelett



das ja in außerordentlich vielen natürlichen Verbindungen vorkommt, gelangen. Isonitrobutylglycerin geht durch schwache Reduktion und nachherige Oxydation, wie *Piloty*¹⁾ gefunden hat, leicht in Dioxyacetoxim über. Es würde mich hier zu weit führen, wollte ich nun alle die theoretisch denkbaren Umwandlungen dieser Körper und die Bildung der bekannten Aminosäuren konstruieren. Ich will nur noch anknüpfen, daß mit der Annahme der Entstehung von Aci-Nitromethan auch die Bildung von Methazonsäure eng verknüpft ist. Diese Säure, deren Konstitution von *Meister*²⁾ aufgeklärt worden ist, gibt beim Zerfall in alkalischer Lösung Ammoniak, Kohlensäure, Blausäure, Salpeter- und salpetrige Säure, während in saurer Lösung Hydroxylamin, Blausäure, Kohlensäure und Ameisensäure gebildet werden. Nach der Annahme von *Meister* ist es nun sehr leicht denkbar, daß bei der alkalischen Spaltung als Zwischenprodukt Nitroessigsäure bzw. Nitroacetaldehyd gebildet werden könnte, während bei der sauren Spaltung analog der Bamberger-Rüstschen Umlagerung der Nitroparaffine in Hydroximsäuren und nachherigen V. Meyerschen Spaltung mit Mineralsäuren, Hydroxylamin und Oximidoessigsäure entstehen müßten.

Der Zusammenhang von Nitroacetaldehyd und Oximidoessigsäure mit Aminoacetaldehyd und Glykoll ist naheliegend.

Das sollen, wie gesagt, alles nur hypothetische Andeutungen sein, die Hauptsache bleibt immer das Experiment.

Wir sind also nun daran gegangen, die erwähnten chemischen Verbindungen, wie Nitromethan, Formhydroximsäure und Aldoxime experimentellen lichtchemischen Operationen zu unterwerfen. Wenn man Nitromethan für sich belichtet, so tritt mit Eisenchlorid zunächst eine braunrote Färbung (Konowaloffsche Reaktion) auf, was auf die Bildung von Aci-Nitromethan schließen läßt. Durch intensivere Belichtung erhält man schließlich die typische Formhydroximsäure-Reaktion.

Belichtet man eine wässrig-formaldehydische Nitromethanlösung mit Quecksilberlicht, so tritt eine Gasentwicklung auf, man erhält anfangs mit Eisenchlorid wieder eine braunrote, später dagegen eine violettstichig rote Färbung. In der Lösung läßt sich salpetrige Säure nachweisen. Diese Reaktionen stimmen also vollkommen mit den Reaktionen, die bei einer belichteten formaldehydischen Kaliumnitritlösung auftreten, überein. Das gebildete Gas bestand auch hier wieder aus Stickoxydul, Wasserstoff, Kohlensäure und

¹⁾ Compt. rend. I. 120, p. 1266; I. 121, p. 216. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 38, 2027.

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 39, 1656.

²⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 40, 3435.

Kohlenmonoxyd. Eine belichtete formaldehydische Nitromethanlösung gab beim Stehen im Exsiccator weiße Kristalle, die sich als Isonitrobutylglycerin erwiesen.

Ferner läßt sich durch eine von Mayer und mir aufgefundene Farbenreaktion nachweisen, daß Nitromethan und viele andere Nitroparaffine im Licht genau wie die Nitrate oder wie die aromatischen Nitrokörper, was zuerst von Ciamician und Silber beobachtet wurde, ein Atom Sauerstoff abspalten und dabei in Aldoxime übergehen.

Nun sind aber die Aldoxime, wie wir gefunden haben, wieder sehr lichtempfindliche Verbindungen, die teils durch Umlagerung in Beckmannscher Art Säureamide bilden können, wie wir das durch Reaktion beim Acetaldoxim festgestellt haben, teils polymerisieren sie sich unter tiefgehender Veränderung. Das wasserhelle Acetaldoxim bildet z. B. in Gegenwart von Formaldehyd im Licht ein kolophoniumähnliches Harz, welches bei vorsichtiger trockener Destillation im Vakuum unter Zusatz von wenig Calciumoxyd flüchtige Basen von Pyridin und Pyrrolcharakter ergab. Gleichzeitig trat auch ein betäubender, an Tabaklaugen erinnernder Geruch auf.

Die Hydroximsäuren wurden bis jetzt noch wenig untersucht, doch konnten wir auch durch kleine Versuche feststellen, daß bestrahlte wässrige Lösungen die Eisenreaktion nicht mehr zeigen, dagegen Amine in der Lösung vorhanden sein müssen.

Aus diesen Beispielen geht immerhin hervor, daß alle diese einfachen aliphatischen Nitroverbindungen lichtempfindliche Körper sind, die ihren Stickstoff, besonders in Gegenwart von Formaldehyd, in mannigfacher Weise verschieben können.

Nach diesen Vorversuchen wurde nun daran gegangen, belichtete formaldehydische und methylalkoholische Kaliumnitritlösungen näher zu untersuchen. Wir konnten bei den nitrat- und nitritfreien Lösungen zunächst konstatieren, daß ein Teil des Stickstoffs in Form von Ammoniak und flüchtigen Aminen, die mit Lauge leicht abdestillierten, vorhanden war, während ein anderer Teil erst durch starke alkalische Reduktion flüchtig wurde. Unter den mit Lauge flüchtigen Teilen gelang es uns, Ammoniak und Methylamin mit

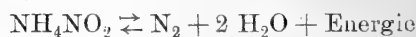
den Stickstoff ringförmig gebunden enthalten. Es gelingt nämlich, Körper in geringer Menge zu isolieren, die neben typischen Alkaloidreaktionen die Pyrrolreaktionen zeigen und ferner bei subcutaner Injektion physiologische Wirkungen auf Frösche ausüben, die den Wirkungen von Nicotinalkaloiden ähnlich sind.

Bei der Belichtung formaldehydischer Kaliumnitritlösungen entwickelt sich, wie ich schon früher erwähnt habe, auch immer etwas Stickoxyd neben naszierendem Wasserstoff. Diese beiden Gase dürften der leicht spaltbaren Stickstoff-

säure $\text{N} \begin{smallmatrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H} \end{smallmatrix}$ ihre Existenz verdanken.



Durch Versuche hat sich nun ergeben, daß auch Stickoxyd ein lichtempfindliches Gas ist, das in Gegenwart von Wasser und etwas Phosphor durch Bestrahlung mit Quecksilberdampflicht in Ammoniumnitrit, durch Tageslichtinsolation dagegen in Ammoniumnitrat verwandelt wird. Dunkelversuche ergaben nicht die geringste Veränderung. Diese Resultate stehen pflanzenphysiologisch mit der Annahme Czapecks, daß die Bindung des Luftstickstoffs durch Bakterien ein der Nitritspaltung entgegengesetzter Vorgang sei,

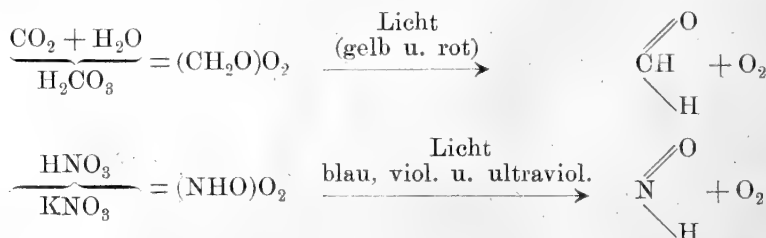


im engen Zusammenhang.

Klein¹⁾ hat Nitrit in Bakterien-Wurzelknöllchen nachweisen können.

Stickoxyd bildet ferner im Licht mit Formaldehyd oder mit Methylalkohol Hydroximsäuren, die wieder durch die typische Eisenreaktion nachgewiesen wurden.

Durch alle diese Versuche ist immerhin auf rein chemischem Wege der Beweis erbracht worden, daß die Stickstoff-Sauerstoff-Verbindungen lichtempfindliche Körper sind und man deshalb vom chemischen Standpunkt aus schließen kann, daß die Nitratverarbeitung in grünen Blättern ein lichtchemischer Vorgang sei. Wenn man einen Parallelismus zwischen Kohlensäure und Nitratassimilation annimmt, so könnte man diesen folgendermaßen formulieren:



Sicherheit nachzuweisen. Das letztere wurde als Platinsalz isoliert und analysiert. In der belichteten formaldehydischen Nitritlösung scheinen aber auch noch Verbindungen entstanden zu sein, die

Obwohl von botanischer Seite vielfach der Beweis erbracht wurde, daß das Licht die Nitrat-

¹⁾ Beih. Bot. Centrbl., XXX (1913), Abt. 1.

verarbeitung und die damit zusammenhängende Eiweißbildung außerordentlich beschleunigt, bestreiten einige Forscher den Einfluß des Lichtes auf die Reduktion der salpetersauren Salze. Alle diese Forscher geben aber zu, daß Nitrat im Dunkeln nur dann assimiliert und zum Eiweißaufbau verwertet wird, wenn gleichzeitig viel Zucker zugegen ist. Mit diesem Zugeständnis ist aber für uns die Erklärung gegeben, denn es ist naheliegend, daß durch intramolekularen Zerfall des Zuckers die nötige Energie für die Nitratreduktion geliefert werden kann. Herr Coert und ich¹⁾ konnten das sowohl auf chemischem als auch auf botanischem Wege nachweisen. Wir stellten damals die Versuche über Reduktion von Nitraten in Gegenwart von Zucker und Platinmoor deshalb an, um O. Loew²⁾ zu überzeugen, daß er sich in der Beurteilung seiner eigenen Versuche vollkommen getäuscht hatte und daß seine Einwände meinen Versuchen gegenüber damit gänzlich hinfällig wurden.

Herr Coert und ich wiesen nach, daß Kaliumnitrit in Gegenwart von Zucker auch ohne Licht, aber durch den beim oxydativen Zerfall des Zuckers frei werdenden Wasserstoff zu NH_3 reduziert wird. Als Oxydationsmittel verwendeten wir Wasserstoffsuperoxyd und Bleisuperoxyd. Bei Kaliumnitrat ist noch eine Aktivierung des fre werdenden Wasserstoffs durch Platinmoor nötig. Wir zeigten ferner, daß Kaliumnitrat durch mit Platinmoor aktivierten Wasserstoff bei gewöhnlicher Temperatur zu Ammoniak reduziert wird.

Höchstwahrscheinlich stehen mit diesen Versuchen die schönen Arbeiten von Wieland im Zusammenhang. Nach Wieland wird Zucker auch durch sauerstofffreies Palladiummoor bei Bluttemperatur dehydriert, dabei werden gleichzeitig anwesende leicht reduzierbare Stoffe wie Chinon oder Methylenblau reduziert.

Bei den Loew'schen bzw. unseren Versuchen können eben durch die Anwesenheit des Zuckers die salpeter- bzw. salpetrigsauren Salze reduziert werden. Herr Coert und ich haben ferner den Beweis, daß Nitrate durch die Anwesenheit von Zucker auch ohne Licht reduziert werden können, noch auf botanischem Wege erbracht. Zu diesem Zwecke wurde Weizen in 4 Gefäßen (Nr. I, II, III und IV) fünf Wochen lang in einer Nährlösung zu entsprechender Größe gezogen. Nach dieser Zeit wurde zu den Gefäßen Nr. III und IV je eine Glukoselösung hinzugegeben und hierauf die Gefäße II und IV in einen mit Blei ausgeschlagenen Dunkelkasten gestellt und dort etwa 20 Stunden belassen.

Es waren also

Gefäß Nr. 1	ohne Glukose	im Licht,
„ Nr. 2	„	„ Dunkel.
„ Nr. 3	mit	„ „ Licht,
„ Nr. 4	„	„ „ Dunkel.

¹⁾ Ber. d. deutsch. chem. Ges. 45, 2879 und noch unveröffentlichte Versuche.

²⁾ Bio. Z. 41, 224.

Am nächsten Nachmittag wurden alle Weizenpflanzen abgeschnitten, sofort in flüssige Luft getaucht, um jede weitere Reaktion zu hemmen, darin gepulvert, dann getrocknet, gewogen und Nitrat- und Gesamt-Stickstoffbestimmungen ausgeführt. Das Verhältnis des Nitratstickstoffs war wie 3 : 33 : 2 : 5, d. h. nur im Gefäß II, wo die Pflanzen im Dunkeln ohne Zucker gestanden hatten, war viel Nitrat aufgespeichert worden, in den anderen drei Gefäßen waren die Unterschiede gering. Diese auf rein pflanzenphysiologischem Wege erbrachten Resultate stimmen also mit den früher erläuterten chemischen sehr gut überein.

Zum Schluß möchte ich noch erwähnen, daß die lichtchemische Abspaltung des Sauerstoffs aus Nitraten und Nitriten durch die Gegenwart von freier Kohlensäure stark beschleunigt wird. Höchstwahrscheinlich wird im Licht aus den salpeter- und salpetrigsauren Salzen durch die Anwesenheit von Kohlensäure freie Salpeter- und salpetrige Säure in kleinen Mengen erzeugt. Diese Säuren werden ihren Sauerstoff dann leichter abspalten als die entsprechenden Salze. Im Dunkeln tritt bei keinem der beschriebenen Versuche eine Änderung ein. Die letzterwähnten Versuche¹⁾ wurden im Laboratorium von A. Mosso, auf der Südseite des Monte Rosa, in einer Höhe von 3000 m, von mir ausgeführt. Das Licht ist in dieser Höhe schon so intensiv, daß man die Versuche mit Nitrat bzw. Nitrit, Kohlensäure und Jodkaliumstärke in der Dunkelkammer ansetzen mußte.

In diesen Höhen sind besonders die kurzwelligen Strahlen reichlich vorhanden, und ich konnte konstatieren, daß auf der Punta Gnifette (4560 m) an einem wolkenlosen Tage um 12 Uhr mittags der lichtchemische Effekt dem meiner Quecksilberdampfampe (220 Volt, 3—5 Ampere) fast gleich kam. Ich wurde deshalb veranlaßt, die Luft auf Stickoxyde zu prüfen, da Chlopin durch Bestrahlung von Luft mit Quecksilberdampflicht dieses Gas neben Wasserstoffsuperoxyd und Ozon nachweisen konnte. Es gelang in der Tat mit Diphenylamin-Schwefelsäure und mit Jodkaliumstärke die Anwesenheit von Stickoxyden in der durch verdünnte Lauge gesaugten Luft nachzuweisen.

Ob diese geringen Mengen Stickoxyde auf den tierischen Organismus auch physiologisch wirken können und vielleicht damit in Beziehung mit der Bergkrankheit stehen, ist noch nicht vorauszusagen, doch werden nähere Experimente darüber Aufschluß geben können.

Immerhin ist mit Sicherheit anzunehmen, daß das intensive Licht, speziell aber die Anwesenheit so großer Mengen kurzwelliger Strahlen, auf den tierischen Organismus einen außerordentlich großen Einfluß ausüben. Sowohl das Studium der Physiologie der Alpenpflanzen als auch das Studium der Einwirkung des Höhenklimas auf

¹⁾ Z. angew. Ch. 26, S. 612 (Aufsatzteil).

den menschlichen Organismus wird in den nächsten Jahren manche Überraschungen bringen.

Die außerordentlich intensive chemische Lichtwirkung der konzentrierten ultravioletten Strahlen, die in so großen Bergeshöhen imstande ist, Luftstickstoff und Luftsauerstoff chemisch zu verbinden, könnte vielleicht auch Kohlensäure reduzieren. Diese Annahme wird durch die neuesten Versuche von B. Moore und T. A. Webster, denen es gelungen ist, in einer mit Kohlensäure gesättigten kolloidalen Uranoxydlösung, nach Bestrahlung mit direktem Sonnenlicht, Formaldehyd durch Reaktionen nachzuweisen, unterstützt. Somit wären alle Bedingungen gegeben, die es ermöglichen aus Luft und Kohlensäure durch den Einfluß strahlender Energie organische Substanzen — die direkten Vorstufen der organisierten Lebewelt — aufzubauen.

Vielleicht ist überhaupt das Leben auf der Erde aus der anorganischen Materie über die organische durch die belebende Kraft der Sonne geboren worden.

Aus den botanischen Vorträgen auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913.

A. Unterabteilung: Pflanzenphysiologie und Pflanzenanatomie.

Von Gustav Klein, Wien.

1. F. Fuhrmann (Graz), Die Nahrungsstoffe der Leuchtbakterien.

Für eine aus Nordseefischen gezogene Leuchtbakterie zeigte sich die gewöhnliche Peptonlösung + 3 % NaCl ungeeignet. Während die zugeführten C-Quellen ganz gleichgültig waren, zeigten sich Fischfleischabkochungen + 3 % NaCl sehr günstig. Was kommt aus dem Fischfleisch zur Verwendung? Von den Fleischbestandteilen sind die anorganischen Verbindungen und sämtliche Fleischbasen alkohollöslich. Diese, zur Nährlösung zugegeben, bewirkten schönes Wachstum und Leuchten. Bei den alkoholunlöslichen Bestandteilen (Polypeptiden) tritt kein Wachstum ein. Also bilden die Fleischbasen eine C- und N-Quelle. Interessant ist das Verhalten dieser Bakterie gegen Dextrose. Diese fördert in geringem Maße das Wachstum, nicht aber das Leuchten. Das Photogen wird zwar gebildet, doch verhindert das gleichzeitige Freiwerden der Säure das Leuchten. Nach Neutralisation der Säure tritt sofort Leuchten ein. Überhaupt ist schönes Leuchten nur bei schwach alkalischer Reaktion möglich, was Molischs Befunde bestätigt.

2. E. Heinricher (Innsbruck), Korrelationserscheinungen an der Mistel und ihren Wirtsbäumen und Wachstumsbewegungen an der Mistel.

Eine Nordmannstanne, die mit Tannenmisteln besiedelt wurde, verlor ihren Gipfel. Sie regenerierte ihn nicht, wie das sonst Regel, durch einen Ast des obersten Wirtels, offenbar weil ziemlich zentral in diesem ein Mistelbusch aufgegangen war. Die Tanne adoptierte diesen als Gipfel.

Ein mit Misteln besetztes Lindenbäumchen wurde im März der Krone und so alles Laubwerkes beraubt; es blieb nur der Hauptstamm der Linde mit den ihm aufsitzenden Misteln. Diese gediehen während des Sommers großartig auf dem Lindenstumpf, der seinerseits jeden Versuch von Regeneration unterließ, die Misteln gleichsam als seine Krone anerkannte. Das ungewöhnlich üppige Gedeihen der Misteln erhellt auch aus der Tatsache, daß sie nicht nur, wie normal, im Frühjahr trieben, sondern im Sommer ein zweites Mal, — ohne Zweifel in Korrelation damit, daß die ganze Wurzeltätigkeit der laublosen Linde ihnen allein zugute kam.

Von Interesse ist, daß Wurzeln und Stamm der Linde durch eine ganze Vegetationsperiode im Dienste eines fremdartigen Organismus allein in Funktion erhalten wurden; die Misteln wirkten wie ein Pflöpfreis, nur daß zum Gedeihen eines solchen, eine engere Verwandtschaft vorhanden sein muß, die im gegebenen Falle fehlte.

Alle die Mistelpflanzen auf dem Lindenstumpf hatten ferner eine durch mehrere Internodien sich fortsetzende Hauptachse; frühere Angaben schreiben jeder Achse der Mistel nur ein Internodium zu; mehrere dieser Mistelpflanzen hatten durch 6 Internodien ihre Hauptachse fortgesetzt.

Gelegentlich des gleichen Versuches wurden ferner unbeachtet gebliebene Wachstumsbewegungen an den Misteln festgestellt. Bisher galten die Sprosse der Mistel als unempfindlich für den Schwerkraftreiz. Es zeigte sich, daß die jungen Triebe des Frühjahres zunächst *alle negativ geotropisch orientiert sind*. Diese geotropischen Krümmungen sind aber vorübergehende und werden späterhin von Nutationsbewegungen und Nutationskrümmungen abgelöst, die bis in den August dauern können. Bei günstigen Verhältnissen werden die Krümmungen schließlich ausgeglichen und die Sprosse wieder gerade; unter ungünstigen Verhältnissen kann das Wachstum früher erlöschen und bleiben solche Krümmungen auch erhalten.

Der Vortrag wurde durch Projektion zahlreicher Diapositive erläutert.

3. Th. F. Hanaušek (Wien), Über die Phytomelane, eine neue Pflanzenstoffgruppe.

Zunächst spricht Vortragender kurz über die Geschichte dieser Stoffe und kommt dann zu ihrem eigentlichen Verhalten. Wenn man Kompositenfrüchte in H_2SO_4 und Chromsäure einlegt, verschwinden sie und es bleibt nur eine schwarze Masse übrig (Phytomelane). Chemisch-physikalisch haben diese Stoffe große Ähnlichkeit mit der Kohle. Sie enthalten 75 % C und sind unangreifbar. Nur Jodwasserstoffsäure greift sie an. Sie zeigen auch Ähnlichkeit mit Graphitsäure, da sie auch beim Erhitzen verpuffen. Das Phytomelan entsteht meist im Anschluß an die Bastfaserbündel in der Mittellamelle. Hier entsteht es also primär aus der Mittellamelle. Doch kommt es auch zuweilen sekundär mitten im Zellinhalt vor, so z. B. in den Markzellen vom Alant, ist also hier pathologischen Ursprunges. Die Struktur der Masse ist so charakteristisch, daß man daran die Gattung erkennen kann, in die die Frucht gehört.

4. F. Netolitzky (Czerhowitz), Über prähistorische Artunterscheidung.

Der Vortragende besprach zunächst die ganzen Methoden zur Mikroskopie verkohlter Pflanzenteile und ihre Anwendung bei der Bestimmung der Spezies. Mit Hilfe dieser Methode geben die Hirsefunde der

Vorzeit in den Kieselskeletten der Spelzen so gute Unterschiede, daß man die Unterformen sicher bestimmen und auch die rezenten Formen natürlicher gruppieren kann. — Der Autor gibt dann einen Bestimmungsschlüssel für das Blatt auf anatomischer Grundlage. Hauptgruppen bestimmt er mittels Raphiden, Kristalldrusen und Kristallsandzellen. Er zieht auch die Stern- und Büschelhaare zu Hilfe, die bald große Gruppen, bald einzelne Gattungen charakterisieren. Es sind sogar Bastarde von *Rubus* und *Potentilla* dadurch bestimmbar.

5. E. Pringsheim (Halle), Kultur der Cyanophyceen.

Der Vortragende, dem als erstem die Reinkultur der blaugrünen Algen gelungen ist¹⁾, berichtet über seine letzten Befunde betreffs der Kultur derselben. Blaualgen werden durch organische Stoffe nicht gefördert, können aber organische N-Verbindungen ausnützen. Von anorganischen Stoffen können Nitrate, Nitrite und Ammoniumsalze verwendet werden. K ist durch Na nicht ersetzbar. Ca-Salze sind vielleicht doch unbedingt nötig. Durch Anhäufen nach *Beyerinck* durch viel Wasser mit wenig Erde erhält man ein charakteristisches Formengemisch von *Nostoc*, *Anabaena* und *Cylindrospermum*. (Sie können aber nicht den N der Luft assimilieren.) Mit trockenen Erdproben konnten auf diese Weise fast alle Arten von *Cylindrospermum* erhalten werden. Die Keimung der Sporen läßt sich ja durch Zufuhr frischer Nährsalze erzielen. Jede Blaualgenart besitzt ein Konzentrationsoptimum der Nährsalze bzw. der N-Verbindungen. Beziehung zum Standort! Die Sporen von *Cylindrospermum* sind gegen Kälte und Hitze resistent, die vegetativen Stadien gar nicht. *Nostoc* verhält sich so ähnlich. Die sporenlosen Oscillariaceen aber sind widerstandsfähiger.

6. O. Richter (Wien), Über die Anatomie der japanischen Zwergbäumchen.

Der Vortragende, dem als Untersuchungsobjekte japanische Zwergbäumchen, die Prof. Dr. H. Molisch von seiner Weltreise mitgebracht hatte, weiter solche der Firma Weinbrenner in Floridsdorf (Wien) und Zwergbäumchen von den Kulturen E. Zederbauers in Mariabrunn zur Verfügung standen, konnte feststellen, daß sich die Wirkung der abnormen Zucht:

1. dadurch kundgab, daß in den Markstrahlen der Rinde vereinzelte Steinzellen oder Steinzellengruppen auftreten oder daß sich sogar sämtliche Zellen der Rindenmarkstrahlen in Sklerenchymzellen umwandeln können. Als günstigstes Untersuchungsobjekt erwies sich in dieser Beziehung *Cryptomeria japonica*. Selbstverständlich war an Rindenausschnitten normaler Cryptomerien aus den Sammlungen des Prager deutschen und Wiener pflanzenphysiologischen Institutes nicht eine Spur derartiger Steinzellen zu sehen. Dieser Befund ist nun um so beachtenswerter, als Möller in seiner Anatomie der Baumrinden die Koniferen ausdrücklich in jener Gruppe von Pflanzen unterbringt, an denen unter normalen Verhältnissen niemals Sklerenchymbildung in den Markstrahlen beobachtet wurde.

Minder günstige Untersuchungsobjekte sind Ahorn- und Myrtenarten, die von den Japanern gleichfalls gerne als Zwergbäumchen gezogen werden, da sie, wie schon Möller zeigen konnte, auch unter normalen Verhältnissen zur Sklerenchymbildung in den Markstrahlen neigen. Es konnten daher bei diesen Objekten vom Vortragenden nur quantitative Unterschiede in der

Menge der Sklerenchymzellen in den Rindenmarkstrahlen der normalen Bäume und der Zwergbäumchen festgestellt werden. Und zwar kommen bei den Zwergbäumchen in den Rindenmarkstrahlen die Steinzellen oft in solchen Massen vor, daß man im Tangentialschnitt mancher Markstrahlen kaum eine nicht verstärkte Markstrahlzelle findet.

Die Wirkung der abnormen Zucht der japanischen Zwergbäumchen zeigte sich

2. darin, daß die älteren Siebröhren von den Siebtüpfeln her einer schrittweisen Versklerenchymierung unterliegen, bis sie völlig verschlossen und funktionslos geworden sind. Das geeignetste Untersuchungsobjekt ist in dieser Beziehung die *Chamaecyparis obtusa*. Es scheint in diesen Fällen das Verhalten der *Ch. obt.* bis zu einem gewissen Grade vergleichbar mit dem von *Robinia pseudacacia*, indem ähnlich wie bei dieser aus ökonomischen Rücksichten alle Gefäße bis auf die des letzten Jahresringes durch Thyllen verstopft werden, bei *Ch. obt.* alle Siebröhren, die jüngsten ausgenommen, offenbar auch aus ökonomischen Rücksichten durch Membranverdickungen außer Funktion gesetzt werden.

Es ist nun ganz interessant, zu sehen, daß auch bei den jungen Zwergbäumchenzuchten aus Mariabrunn eine analoge Verdickung der Siebröhrenmembranen einsetzt, die besonders in den Nadelquerschnitten sehr gut zu sehen ist.

Der Vortragende gibt nun noch einige Erklärungen für die beschriebenen starken Membranverdickungen, die entweder dadurch bedingt sein mögen, daß es durch die mit der trockenen Zucht zusammenhängende starke Transpiration zu einer enormen Zuckeranhäufung und Turgorerhöhung und in deren Folge (vgl. Klebs, Wortmann, Raciborski, O. Richter) zu einer enormen Membranverdickung der Markstrahlzellen und Siebröhren kommen mag, wobei die beschriebenen Erscheinungen gleichzeitig ein schönes Beispiel für die Sparsamkeit der Pflanze abgeben würden, die die unter den abnormen Verhältnissen unnötig gewordenen, sonst so wertvollen anatomischen Bestandteile einfach ausschaltet und funktionslos macht.

Was endlich das Alter der japanischen Zwergbäumchen anlangt, so tritt der Vortragende auf Grund seiner Jahresringzählungen entgegen Sorauer und in Übereinstimmung mit M. Miyoshi, der geschichtliche Daten über das Alter solcher Bäumchen besitzt, für das hohe Alter der japanischen Zwergbäume ein unter gleichzeitiger Betonung der Schwierigkeiten, die die fast durchaus gleichmäßig stark verdickten Tracheiden des Früh- und Spätholzes und deren häufiges Ineinanderübergehen dem Untersucher bereiten.

7. O. Richter (Wien), Untersuchungen über horizontale Nutation.

Auf Grund einer neuen Versuchsanstellung bringt der Vortragende neue Ergebnisse, die seine¹⁾ gegen Nelfubow²⁾ verteidigte Anschauung, die „horizontale

¹⁾ Richter, Oswald, Die horizontale Nutation. Sitzb. d. kais. Akad. d. W. in Wien, Bd. CXIX, Abt. 1, Dez. 1910, p. 1051.

²⁾ Nelfubow, D., Über die horizontale Nutation der Stengel von *Pisum sativum* und einiger anderen Pflanzen. (Vorl. Mitt.) Sep.-Abd. a. d. Beih. z. Bot. Zentrbl. Bd. X, H. 3, 1901. — Derselbe, Geotropismus in der Laboratoriumsluft. Ber. d. d. botan. Ges. Jg. 1911, Bd. XXIX, H. 3, p. 97. Auch andere Autoren, wie Sperlich, Knight und Crocker, haben die horizontale Nutation gesehen, ohne sich jedoch mit ihrer Erklärung eingehender zu befassen.

¹⁾ Siehe Bd. I, p. 495—497 dieser Zeitschrift.

*Nutation*⁴ (h. N.) d. i. das Horizontalwachsen von Erbsen-, Wicken- und Linsenkeimlingen im Laboratorium bei Aufrechtstellung sei eine *echte Nutation* im Sinne *Wicners* und kein transversaler Geotropismus *als völlig gesichert erscheinen lassen*.

Das wesentlich Neue seiner Versuchsanstellung auch gegenüber *Neljubows* 1911 publizierten Experimenten ist die *gleichzeitige Rotation* der Versuchs- und Kontrollkeimlinge am gleichen Klinostaten (Klst.), ja sogar an der gleichen Klst.-Scheibe in reiner und unreiner Luft (r. L. und ur. L.).

Dabei zeigte sich, daß die Keimlinge (K.) der Wicke (*Vicia sativa*) und Erbse (*Pisum sativum*) auch am Klst. in ausreichend verunreinigter Luft und bei genügend langer Rotation um die horizontale Achse die h. N. hervortreten lassen. Dabei ist die Länge, die die K. vorher in r. L. erlangt haben, nicht von Belang, indem die Krümmung in gleicher Weise bei 2, 3, 4 und 5 cm langen K. auftrat. Doch ist es nicht vorteilhaft, die K. länger werden zu lassen, da sie sonst, in die horizontale Lage am Klst. gebracht, durch ihr eigenes Gewicht herabhängen und infolge des auf diese Weise geweckten negativen Geotropismus Krümmungen ausführen, die die h. N. vortäuschen können.

Von größter Bedeutung ist dabei der *Grad der Luftverunreinigung*. Ist diese *zu stark*, so verdicken sich die K. bloß, wachsen also nicht in die Länge. Es kommt also nicht zur h. N., da diese ein, wenn auch geringes, Längenwachstum zur Voraussetzung hat. Eine *bestimmte, mäßig starke Verunreinigung der Luft* läßt die h. N. in tadelloser Form hervortreten. Bei Wicken genügt der Geruch, den ein 10 cm langer alter Gas Schlauch in ein Gefäß von 480 cm³ Luftraum abgibt, in dem sich 90 cm³ feinsten, gut absorbierender Erde befinden. Ebenso genügt es, ein erbsengroßes Körnchen Karbid, in nasse Watte gehüllt, in das Versuchsglas zu geben, um unter den analogen Verhältnissen eine tadellose Krümmung zu bekommen, ja auch der Geruch von Schimmelpilzen kann für die Hervorrufung der h. N. ausreichen. Bei *sehr geringer* Verunreinigung der Luft tritt endlich entweder gar keine oder nur eine vorübergehende Krümmung ein. Dabei ließ sich durch stündliche Kontrolle feststellen, daß die h. N. schon nach 2 Stunden deutlich, nach 4 Stunden ganz ausgesprochen sichtbar sein kann.

Hatte nun der Vortragende das Nichtauftreten der h. N. bei \perp -Stehen in r. L. und deren Auftreten in r. L. am Klst. bei sehr jungen K. durch Maskierung der h. N. seitens des negativen Geotropismus bzw. durch Ausschaltung von dessen einseitiger Wirkung erklärt, so kommt er jetzt zu dem Schlusse, daß *für das Auftreten der h. N. am Klst. in ur. L. bei vorgängiger in r. L. in \perp -Stellung mehrere cm lang gewordene K. die bisherige Erklärung nicht mehr ausreicht*. Die Schwierigkeit, die nach *Neljubows* Deutung der h. N. als transversalen Geotropismus überhaupt nicht gelöst werden könnte, erscheint nun mit einem Male behoben, wenn für die Objekte am Klst. dem Autotropismus eine analoge Wirkung zugeschrieben wird wie bei den \perp -stehenden dem Geotropismus. Der Autotropismus wirkt in r. L. am Klst. der h. N. entgegen. Sind die K. noch sehr jung (0,5–1 mm, vgl. *O. Richter*, 1910), so ist der Autotropismus freilich noch nicht stark genug, um die h. N. zu maskieren, sie tritt also, die entsprechende Jugend der K. vorausgesetzt, am Klst. in r. L. klar zutage. Hatten aber die K. in \perp -Stellung in r. L. eine Länge von etwa 1 cm erreicht und werden dann parallel zur Klst.-Achse rotiert, so wachsen sie in r. L. parallel zur Klst.-Achse

weiter, weil sie unter dem Einfluß des Autotropismus stehen. Denn werden solche K. am Klst. ur. L. ausgesetzt, so tritt trotz ihrer vorgängig in r. L. bei Vertikalstellung erreichten Länge die h. N. am Klst. deutlich hervor, weil eben die maskierende Wirkung des Autotropismus durch die ur. L. ausgeschaltet wird.

Es sind also die 4 Faktoren: *Jugend, negativer Geotropismus, Narkotika und Autotropismus*, deren Zusammen- bzw. Einanderentgegenwirken zur Erklärung der vom Vortragenden erhaltenen Wachstumsbilder heranzuziehen sind, wobei stets an der einen wichtigen Tatsache festzuhalten ist, daß *die horizontale Nutation eine in diesem Auftreten durch äußere Faktoren bloß hemmbare, dagegen durch keinen Faktor hervorrufbare, den Keimlingen innewohnende Nutation im Sinne Wicners darstellt*.

8. *H. Zikes* (Wien), *Die Reinkultur von Sphaerotilus natans* war bisher trotz vieler Bemühungen nicht geglückt, dem Autor gelang sie durch einen Kniff, indem er nämlich den Sphaerotilus, der bekanntlich fest sitzt, nicht auf der Glaswand, sondern auf Holzstäbchen festhaften ließ, wo er viel fester saß und so unter der Wasserleitung von den aubastenden, unliebsamen Bakterien befreit werden konnte. Durch Überimpfen auf verschiedene Nährböden bekam er den Organismus endlich rein.

B. Unterabteilung: Systematik, Morphologie und Pflanzengeographie¹).

Zusammengestellt von *Erwin Janchen*, Wien.

1. *H. von Handel-Mazzetti* (Wien), Über die Begriffe Wüste, Steppe und Puszta im Orient.

Der Vortragende besprach unter Vorzeigung zahlreicher Lichtbilder die pflanzengeographischen Verhältnisse der xerophilen Formationen Mesopotamiens. Das Studium dieser Pflanzengesellschaften führte den Vortragenden zu einer Revision des Begriffes der Steppe sowie einiger verwandter xerophiler Formationen.

Die von *Tanfiljew* auf dem Wiener botanischen Kongreß (1905) geschilderte südrussische Grassteppe hat auf Humus (Tschernosem) ihre Verbreitung. *Diels* beschränkt den Terminus *Steppe* auf die Formation, welche im Russischen so heißt. Der Vortragende möchte aber *Brockmann* beistimmen, der sie von den übrigen Steppen nicht trennt, schon mit Rücksicht darauf, daß ja in Mesopotamien auf ebenso fruchtbarem Detritus analoge Grasbestände mit den anderen gezeigten Steppentypen abwechselnd gefunden wurden.

Der Vortragende nennt also *Steppenvegetation* eine sommerdürre, offene, gleichmäßig verteilte Bodenbedeckung, die den ganzen Sommer über sichtbar ist und, um die Definition auch der Anthropogeographie anzupassen, *diese ganze Zeit hindurch beweidet werden kann*, *Wüstenvegetation* eine solche, welche zwar im Frühjahr oft ziemlich reichlich und gleichmäßig erscheint, aber im Sommer ganz verschwindet oder nur spärlichste, auf bestimmte Stellen beschränkte Perennen zeigt und dann *keine Weide* mehr bietet.

Auf Schwierigkeiten stößt die Zuteilung des Namens *Puszta*, da die ungarische Puszta zweierlei ganz verschiedenes umfaßt: die Sandpuszta und die Salzpuszta. Letztere entwickelt sich auf undurchlässigem Boden, der das Regenwasser wochenlang nicht versickern läßt und so eine als mehr oder weniger hygro-

¹ Die Berichte aus der Unterabteilung Systematik usw. sind durchwegs Originalmitteilungen der Vortragenden.

phil zu bezeichnende Vegetation hervorruft mit jenen xerophilen Typen, die ihren Bau aus den bekannten Gründen dem Salzgehalt verdanken. Kerner bezeichnete die Puszta als eine Steppe und hatte damit für die Sandpuszta vollständig recht; doch wäre es nicht nötig, die Formation anders denn als *Sandsteppe* zu bezeichnen, da die Unterschiede nur floristische sind. In Rußland wird das Wort „Puszta“ im Gegensatz zum Worte Steppe (im *Tanfiljew-* und *Dielsschen* Sinne) für die dort, wie in Mesopotamien verbreitete *Artemisia*-steppe gebraucht. Die Puszta ist also auf jeden Fall nur eine Unterabteilung der Steppe, denn wir dürfen uns bei der Einführung eines lebenden Terminus in die Wissenschaft nicht in Widerspruch setzen zu seiner Anwendung in der betreffenden lebenden Sprache. Für die sogenannte ungarische Salzpuszta, die keineswegs zu den Steppen gerechnet werden darf, existiert überhaupt keine pflanzengeographische Bezeichnung, ein Übelstand, dem nicht ohne weiteres abzuhelfen ist, auf den hier aber aufmerksam gemacht sein soll.

2. B. Kubart (Graz), *Die Cycadofilicineen Heterangium und Lyginodendron aus dem Ostrauer Kohlenbecken.*

Stur hat bereits 1883 im Koksflöz der Randgruppe Steinknollen gefunden, die ausgezeichnet petrifizierte Pflanzenreste enthielten; er nannte diese Knollen *Pflanzensphaerosiderite*. Es sind dies die auch in anderen paralischen Kohlenbecken vorkommenden *Torfdolomite*, wie sie in deutschen Gruben genannt werden, oder *coal balls*, unter welchem Namen sie in England seit vielen Jahren bekannt sind.

Die Untersuchung dieses wertvollen, bis jetzt unbearbeitet gebliebenen Materials, das in Güte der Erhaltung vielfach das beste ausländische Material übertrifft, wurde nun von mir begonnen, und ich habe dabei vor allem den Stammresten der Gattungen *Heterangium* und *Lyginodendron* meine Aufmerksamkeit gewidmet.

Von beiden Gattungen wurde eine erstaunlich große Anzahl von Arten festgestellt, die alle neu sind, da sie mit keiner der aus England bekannten *Heterangium-* und *Lyginodendron*-Arten übereinstimmen.

Von allgemeiner Bedeutung ist aber, daß diese Arten eine völlig zusammenhängende phylogenetische Reihe darstellen. Von einer beinahe embryonalen Protostele, wie wir sie bei *Heterangium Sturi* finden, können wir alle Wandlungen der Protostele an einzelnen Arten verfolgen, bis wir zur Gattung *Lyginodendron* gelangen, die eine Siphonostele besitzt, aber in ihrer primitivsten Art, *Lyginodendron heterangioides*, noch unzweifelhafte Reste der Metaxylemtracheiden im Marke aufweist. Auf Grund der Veränderungen, welche die Primärbündel bei einzelnen dieser *Lyginodendron*-Arten durchmachen, kann man auch das Werden eines typischen Gymnospermenstammes verstehen lernen. Die Primärbündel klingen aus, vertauschen ihren früher wohl exarchen, nun mesarchen Bau mit dem endarchen und damit ist die Grenze zwischen Primär- und Sekundärholz verschwunden: wir haben typischen Gymnospermenbau, wie er schon damals bei den Cordaiten vertreten war. Nicht unbegründet mögen daher diese auf das Protoxylem eine breite Übergangszone folgen lassen, die aus Netz- und Leitertracheiden besteht, wie denn auch das Zentrifugalholz der *Lyginodendron* und *Heterangium* gebaut ist.

Diese Umwandlung der Protostele läßt sich auch zur Erklärung der Entstehung kollateraler Gefäßbündel verwenden und bietet vom physiologisch-anatomischen Standpunkt interessante Ausblicke.

Vergleichende Studien über die Heterangium und Lyginodendron aus England, neues Material aus dem Aachener und Ruhrrevier und das Ostrauer Material lassen aber auch immer deutlicher die eine Tatsache erkennen, daß wohl noch im Unterkarbon eine einheitliche Flora über große Gebiete verbreitet war, daß aber im Oberkarbon nicht nur eine vertikale Gliederung der Flora einsetzte, sondern auch bereits deutliche Anzeichen einer horizontalen Gliederung vorhanden waren. Die vielfach vertretene Annahme, daß die Oberkarboniflora auf weite Strecken hin einheitlich gewesen sei, gerät dadurch ins Wanken.

3. A. Modry (Wien), *Die Blütenverhältnisse der Cupressineen mit besonderer Berücksichtigung von Biota orientalis.*

Modry beschäftigt sich mit der Frage, ob die Cupressineen Einzelblüten oder Blütenstände haben. Zunächst führt er den Nachweis, daß sich bei *Biota orientalis*, einer typischen Cupressineenform, jenes primäre Fruchtblatt, das *Herzfeld* bei *Cyptomeria japonica* gefunden hat, nicht vorfindet. Es ist die Annahme berechtigt, daß dieses primäre Fruchtblatt, das schon bei *Cyptomeria* die Tendenz der Reduktion zeigt, bei *Biota* völlig verschwunden ist. Dann zeigt Modry eine Reihe von reifen Zapfen, um zu demonstrieren, daß der sogenannte Fruchtwulst keine phylogenetische Bedeutung hat, sondern nur dem Zwecke dient, den Zapfen zu verschließen und die Samen zu schützen. Wenn die raumtechnischen Verhältnisse sich ändern, fehlt auch der Fruchtwulst. Aus seinem Vorhandensein kann also nicht auf die Infloreszenznatur der Cupressineenblüte geschlossen werden. Anders verhält es sich mit den Gefäßbündeln. In jede reife Zapfenschuppe treten unabhängig vom Fruchtwulst zwei einander entgegengesetzt orientierte Gefäßbündel ein. Das läßt sich physiologisch durch das Fleischigwerden der Zapfen nicht erklären, um so mehr als auch weniger fleischige Zapfen, wie die von *Thuja occidentalis*, diese Erscheinung zeigen. Hier sind die Gefäßbündel in eine Richtung zusammengedrängt und doch verschieden orientiert. Es drängen diese Tatsachen zu dem Schlusse, daß die Cupressineen Blütenstände haben, die einzelne Blüte aus einem Deckblatte und einer Achselprosse bestehen. Auch Zwitterblüten und Infloreszenzen, die bis auf eine einzige Blüte reduziert sind, sprechen dafür.

4. J. Schiller (Wien), *Die biologischen Verhältnisse der Flora des Adriatischen Meeres.*

Die in den letzten Jahren in größerem Umfange durchgeführte Erforschung des Adriatischen Meeres ergab bezüglich der Vegetation, daß der größte Teil des Grundes der Adria mit sehr feinem Schlamm bedeckt und ohne Bewachsung ist. Nur in der Nähe der Küste ist fester Grund vorhanden und bewachsen. Die tiefsten Algengründe der Adria liegen bei 140 m.

Vom Norden, vom Triester Golfe angefangen, nimmt gegen Süden die Artenzahl beständig zu und die typische Bewachsung findet man daher erst in Dalmatien. Die Rotalgen überwiegen in allen Tiefen.

Während die horizontale Verteilung von der Beschaffenheit des Wassers (Aussüßung, Verschmutzung) bestimmt wird, unterliegt die vertikale vor allem der Einwirkung des Lichtes und nur zum geringen Teile der Temperatur.

Die unter dem Einflusse der Drift gelegenen Inselgestade zeichnen sich alle durch sehr reiche Bewachsung aus. Hingegen weisen die unter dem Schutze der Inseln gelegenen Küsten des Festlandes sowie die

Küsten der inneren Inseln nur eine sehr spärliche Bewachsung auf, weil eben die beständig neue Nährstoffe zuführende Wasserzirkulation fehlt.

Einer sehr bedeutenden maximalen Entwicklung der Flora im Frühjahr folgt ein kleineres Maximum im Herbst, worauf eine tiefe Depression eintritt.

Die Schwebeflora zeigt analoge biologische Verhältnisse. Sie erreicht hingegen ihre maximale Entwicklung vom Frühjahr bis Sommer mit ca. 56 000 Individuen im Liter.

5. F. Vierhapper (Wien), *Mitteilungen zur Systematik der Gattung Avena*.

Der Vortragende weist nach, daß die Wiesen- und Steppenhafer (Arten der Gattung *Avenastrum*) Europas, Vorderasiens und Nordafrikas wahrscheinlich von exotischen Avenastren (Sectio *Archavenastrum*) abstammen, welche nach dem Verhalten der heute noch in den Gebirgen Mittel- und Südasien, des tropischen Afrikas usw. vorkommenden Formen (*A. asperum* usw.) zu schließen als Wald- und Gebüschpflanzen eine mesophile Lebensweise geführt haben. In Anpassung an xerophile Verhältnisse gliederte sich diese durch Flachblätter und zylindrische Grannen ausgezeichnete Gruppe in die zwei vorderasiatisch-europäisch-nordafrikanischen *Avenastrum*-Sektionen, von denen die eine — *Stipavenastrum* (z. B. *A. desertorum*) — Rollblätter, die andere — *Euavenastrum* (z. B. *A. pratense*) — Falzblätter und bandförmige Grannen erworben hat. Der gewöhnliche Flaumhafer (*A. pubescens*) hält sowohl in bezug auf seine Lebensweise — als Wiesenpflanze, während die Archavenastren Gebüschpflanzen, die Euavenastren zumeist Steppenpflanzen sind — als auch auf seine morphologische Beschaffenheit, indem er noch die zylindrischen Grannen der Archavenastren, aber schon die Falzblätter der Euavenastren besitzt, die Mitte zwischen diesen beiden Gruppen und dürfte als phyletische Zwischenform aufzufassen sein.

Von *Archavenastrum* hat sich noch auf einem anderen Wege, und zwar durch geschlechtliche Differenzierung innerhalb der Ährchen, ein anderer Typus abgespalten: die Gattung *Arrhenatherum*, deren verbreitetste Art, der Glatthafer oder das französische Raygras, *A. elatius*, der Sectio *Euarrhenatherum* angehört, durch ihre mesophile Lebensweise und den Besitz von Flachblättern noch vollkommen den vermutlichen Urformen gleicht, während die Formen der Sectio *Stiparrhenatherum* (*A. Thorei*) wiederum in Anpassung an xerophile Verhältnisse Rollblätter erworben haben und sich zu den Euarrhenatheren genau so verhalten wie die Stipavenastren zu den Archavenastren.

Die Saathafer und ihre Wildformen — Gattung *Avena* im engeren Sinne — sind durch den Bau ihrer Ährchen von den Avenastren so auffällig verschieden, daß wir wohl eine getrennte Abstammung derselben annehmen müssen. Wahrscheinlich waren aber auch ihre Stammformen gleich den Archavenastren ausdauernde Mesophyten mit Flachblättern und Rundgrannen. Außer den größtenteils einjährigen Arten, welche die Flachblätter beibehalten haben (Sectio *Euavena*), sind aus diesen Urformen auch Typen entstanden, welche den perennen Wuchs beibehalten, aber Rollblätter erworben haben (Sectio *Stipavena*).

6. R. Wagner (Wien), *Die Ableitung einiger Blütenstände*.

Aus den meisten Lehrbüchern, wie sie in den Schulen verbreitet sind, wird man erfahren, daß die einfachsten Blütenstände die sogenannten botrytischen oder racemösen Infloreszenzen sind, wohin die Trauben, Dolden,

Ähren und Köpfchen gehören, meist recht unglücklich gewählte Ausdrücke, da die „Trauben“ der Morphologie nichts mit den Weintrauben, die Ähren nichts mit Getreideähren zu tun haben. Auf Grund eines sehr großen Vergleichsmaterials und entsprechender theoretischer Schulung, die auf nahezu entgegengesetzte Quellen basiert ist, kam Vortragender zu der Anschauung, daß sich die genannten einfachen botrytischen Systeme bei der ungeheuren Mehrzahl aller Angiospermen als Reduktionsprodukte darstellen, d. h. daß die Vorfahren der heute beobachteten Pflanzen Blütenstände anderen Baues aufwiesen. Die allgemeinste Form eines Blütenstandes, von der sich alle bis heute analysierten Formen ableiten lassen, ist das sogenannte Pleiochasium, das dadurch charakterisiert ist, daß eine Achse mit Gipfelblüte abgeschlossen ist und sich mehr als zwei Seitenachsen entwickeln, die wieder das nämliche Verhalten zeigen, und zwar durch mehrere Sproßgenerationen. Wird die Anzahl der Seitenachsen erster Ordnung groß, so gelangen im allgemeinen weniger Sproßgenerationen zur Entwicklung, schließlich nur mehr eine einzige, und es entsteht so das Primanpleiochasium, so genannt, weil nur die Abschlüsse der Seitenachsen erster Ordnung, die Primanblüten zur Entwicklung gelangen. Nun kann bei einer großen Anzahl solcher Primanblüten, deren Vorblätter steril sind, die Hauptachse ihre Wachstumstätigkeit erschöpft haben, bevor sie zur Anlage einer Endblüte kam, und dieser Zustand ist in riesigen systematischen Verbänden erblich fixiert, die Fähigkeit eine Endblüte zu bilden ist im Laufe der Zeit verloren gegangen, wie auch die der Vorblattachsen, Sprosse hervorzubringen. Als Ergebnis ist die einfache Ähre, wie wir sie bei unseren *Plantago*-Arten, den Wegerichen finden, oder, falls die Seitenachsen gestreckt sind, d. h. Blütenstiele zur Entwicklung gelangen, die einfache Traube, wie wir sie bei der ungeheuren Mehrzahl aller Leguminosen, darunter bei sämtlichen Schmetterlingsblütlern finden. Vortragender weist darauf hin, daß es noch Leguminosen mit Endblüte gibt, daß bei der betreffenden Art sogar noch fertile Vorblätter, wenn auch nur in Einzahl sich finden, und erkennt darin einen Beweis für das hohe Alter der in Frage stehenden Formen.

In ähnlicher Weise sind die Dolden zustande gekommen; auch hier begegnet man fertilen Vorblättern nur mehr bei einigen wenigen uralten, heute isoliert stehenden Pflanzentypen, die auch noch in blütenmorphologischer Hinsicht Charaktere bewahrt haben, die zu ähnlichen Schlüssen führen.

Auf das enorm umfangreiche Thema konnte sich Vortragender nicht im einzelnen einlassen, die Anzahl der zu berücksichtigenden Einzelfälle ist eine sehr große und nur durch zeitraubende Konstruktionen zu erläutern.

7. O. Porsch (Czernowitz), *Die Monokotylenabstammung und die Blütennektarien*.

Neuere vergleichendmorphologische, anatomische und entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen haben die schon von älteren Autoren geäußerte Vermutung, daß die Monokotylen von Vorfahren abstammen, welche dem großen Kreis der *Polycarpicae* (Hahnenfußgewächse und Verwandte) verwandtschaftlich zunächst standen, glänzend bestätigt. Der Vortragende bringt für diese gegenwärtig wohl allgemein akzeptierte Auffassung einen neuen Beweis, und zwar auf Grund des vergleichenden Studiums eines bisher in diesem Sinne noch nicht verwerteten Organes, nämlich der Blütennektarien.

Vom ältesten unzweideutigen Nektarium der gymnospermen „Blume“, dem von *Pearson* für *Welwitschia* und vom Vortragenden für *Ephedra* nachgewiesenen Nektarium ausgehend, welches noch an den „Bestäubungstropfen“ der windblütigen Vorfahren anknüpft, gibt der Vortragende eine kurze Übersicht über die Haupttypen der Lösung des Nektariumproblems der Angiospermen. Ein kritisch vergleichender Überblick liefert hier die überraschende Tatsache, daß sich innerhalb der Angiospermen diesbezüglich merkwürdigerweise zwei Reihengruppen gegenüberstehen, einerseits die Monokotylen und *Polycarpicac* und andererseits alle übrigen Dikotylen, soweit sie überhaupt Blütennektarien besitzen. Während nämlich die ersteren (mit Ausnahme sehr abgeleiteter Fälle) für die Anlage ihrer Nektarien ausschließlich die Krone, Staub- und Fruchtblätter verwenden, benützen die übrigen Dikotylen hiezu vorwiegend die Achse (Ausnahmen sehr abgeleitete Fälle). Diese überraschende Zweiteilung innerhalb der Angiospermen ist um so auffallender, als gerade die Blütennektarien ein der Anspannungsnotwendigkeit in besonders hohem Grade unterworfenen Organ darstellen. Die hohe phyletische Bedeutung der morphologischen Wertigkeit der Blütennektarien zeigt sich weiters besonders schön darin, daß sich auch in Formenkreisen, welche heute nur mehr entfernte Beziehungen zu den *Polycarpicac* aufweisen, Blütennektarien vom Typus jener der *Polycarpicac* vorfinden (Centrospermen, Plumbaginaceen). Die durch das vergleichende Studium der Gesamtorganisation nahegelegte Abstammung der Monokotylen von *polycarpicac*-ähnlichen Vorfahren, erhält durch die vom Vortragenden geltend gemachten auf die Blütennektarien bezüglichen neuen Gesichtspunkte eine weitere Stütze.

Besprechungen.

Ebstein, E., Goethes Anteil an der Lehre von der Aphasie. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie. Band XVII, Heft 1, 1913.

„Poeta propheta.“ Wir wissen, daß *Goethe* mehrere „naturwissenschaftliche Prioritäten“ oder Prioritäten, in denen er naturwissenschaftliche Dinge streift, zukommen. *Ebstein* stellt zusammen, was *Goethe* über Sprachstörungen beobachtet hatte. In Wilhelm Meisters Lehrjahren (7. Band, 6. Kap., Geschichte eines deutschen Mädchens) findet sich eine Schilderung einer motorischen Aphasie bei rechtsseitiger Hemiplegie, die offenbar dem Leben nachgebildet ist. Der Autor kommt zu der Ansicht, das Modell hierfür sei *Goethes* Großvater *J. W. Textor* gewesen († 1771). *Goethe* schrieb die Stelle 1796. Die ursächliche Koinzidenz von rechtsseitiger Hemiplegie mit Sprachstörung ist medizinisch erstmalig 1800 von *Daw* niedergelegt worden. Da *Goethe* auch erst 1805 mit *Gall* zusammentraf, ist eine leicht mögliche Anregung von der letzteren Seite für diese Stelle auszuschließen.

Weiter findet sich in den „Wanderjahren“ (3. Buch, 13. Kap.) ein Passus, worin beschrieben wird, wie eine Sprachstörung (und eine andere Lähmung) bei einem vom Schlage Gerührten plötzlich zurückgeht. Ob hierfür ein analoger Vorfall, der bei *Goethes* Vater, welcher 1776 und 1781 Schlaganfälle erlitten hatte, in Erscheinung getreten sei, als Quelle heranzuziehen ist, bleibt zweifelhaft. Der letzterwähnte Abschnitt des Wilhelm Meister ist 1829 erschienen.

Ernst Jentsch, Oberrnigk.

Ebstein, Erich, Zur Polydaktylie in der Familie Bilfinger. Klinik für psychische und nervöse Krankheiten. Band VIII, Heft 1, 1913.

Es ist eine der merkwürdigsten Tatsachen der Degenerationslehre, daß die morphologischen Abartungen von der Norm sich besonders vielfach und besonders häufig vorfinden, wo am Körper Enden-, Ecken- oder Spitzenbildung auftritt. Der Autor mit den morphologischen und biologischen Abnormalitäten der Extremitäten beschäftigt und aufmerksam gemacht durch die alte Doppelform „bülf“ = „zwölf“, erhielt von einem Mitgliede der Familie Bilfinger auf seine Anfrage die Auskunft, es sei Mythenbildung, daß der Philosoph *G. B. Bilfinger* (1693—1750) polydaktyl gewesen sei. Der Familienname stamme vielmehr von dem badi-schen Orte Bilfinger her. Demgegenüber weist nun *Ebstein* an der Hand weiterer literarischer Quellen nach, daß der Philosoph an allen Extremitäten hexadaktyl zur Welt gekommen, post partum indes operiert worden ist. Ob diese Polydaktylie (oder auch die äquivalente Syndaktylie) in der Familie Bilfinger erblich gewesen sei, vermag der Autor nicht zu sagen. Der Terminus „Bilfinger“ für „überzähliger Finger“ und ihren Träger war früher sicher üblich.

Im Nachtrag weist der Autor auf einige polydaktyle Persönlichkeiten der Geschichte hin, von welchen wohl Herzog Heinrich II. von Niederschlesien, welcher 1241 in der Mongolenschlacht an der Katzbach fiel und dessen Leichnam nur an der sechsten Zehe erkannt werden konnte, das markanteste Beispiel ist.

Eine eigene Beobachtung über vollständige, an den Händen post partum operierte Hexadaktylie mit mehreren Abbildungen beschließt die interessante klinische Studie des vielbelesenen Verfassers.

Ernst Jentsch, Oberrnigk.

Günther, H., Über abnorme Kinnfurchen, sowie einige andere Mißbildungen im Bereiche des ersten Kiemenbogens. Abdruck aus „Beiträge zur Pathologischen Anatomie und zur Allgemeinen Pathologie“, Band 55, 1913.

In zwei Fällen kam eine etwa T-förmige Furchen oberhalb des Kinns, unter dem Sulcus mento-labialis, zur Beobachtung. Die abnorme Furchenbildung ist in der gewöhnlichen Weise verschieblich. Sie entspricht nicht der Grenze des *M. orbicularis* und der *Mm. mentalis* und stellt lediglich einen abnormen Faltungszustand dar.

Der erste der beobachteten Fälle betraf einen Patienten mit angewachsenen Ohrläppchen, Hypertrichose und Makroglossie, der zweite einen 27jährigen schweren Psychopathen mit erblicher Belastung. Hier setzte sich eine mediane Nahtlinie nach dem Unterlippenrot fort, und es fand sich rechts eine kurze Fistula auris congenita am Crus ascendens, links an gleicher Stelle eine Andeutung davon. Von sonstigen Degenerationszeichen wies der Patient gleichzeitig sehr hohen Gaumen, median gestelltes kleines Herz mit respiratorischer Arrhythmie und cyanotische Hände auf.

Eine Übersicht über abnorme Spalten- und Furchenbildung der Lippen- und der Kinngegend und über die angeborenen Ohrfisteln ist vorausgeschickt.

Ernst Jentsch, Oberrnigk.

Rubner, Max, Wandlungen in der Volksernährung.

Leipzig, Akademische Verlagsgesellschaft, 1913. III, 135 S. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 7.60.

Daß die Frage der Volksernährung für die Qualitäten einer Nation von größter Bedeutung ist, dürfte

jedem Gebildeten klar sein und der von *Rubner* zitierte Ausspruch des „Mannes in hervorragender Stellung“: man werde Untersuchungen über die menschliche Ernährung niemals auch nur die geringste Förderung zuteil werden lassen, weil das eine völlig nutzlose Wissenschaft wäre, stellt nur dem „Mann in hervorragender Stellung“ ein Armutszeugnis aus und ist vielleicht symptomatisch für solche Koryphäen, vermag aber die Wichtigkeit jenes Problems nicht einzuschränken. Wenn auch die Gefahr einer veritablen Hungersnot, wie sie in unzivilisierten Ländern wohl noch Leben und Bestand ganzer Bevölkerungsschichten bedrohen mag, für die Kulturnationen abgewendet erscheint, sehen wir doch bis auf unsere Tage zeitweilig das Auftreten von allgemeinen Nahrungssorgen durch Schwankungen der Nahrungsmittelpreise, durch Teuerungswellen. Die Ernährung ist aber nicht eine rein physiologische, sondern eine Erziehungs-, Gewohnheits-, Rassen-, Individualsache, daher ist es für den Effekt einer Teuerung auf das Volksbewußtsein gleichgültig, ob ein Nahrungsmittel notwendig und nur ungenügend durch ein anderes ersetzbar oder leicht wegzulassen, ja vielleicht sogar besser durch ein anderes zu ersetzen wäre. Aber selbstredend wird die Teuerung um so einschneidender sein, wie die von Milch, Brot, Kartoffeln usw., je weiteren Kreisen die Konsumenten angehören. Die Beurteilung der Ernährungsfragen läßt sich auch keineswegs durch den Laien auf Grund von Standardwerten, die der physiologischen Literatur entnommen werden, schematisch lösen, sondern es sind noch viele andere als physiologische Momente kritisch gegeneinander abzuwägen. Einer der wichtigsten Faktoren, die das Nahrungsbedürfnis beherrschen, ist die *Größe* und die *Art* der mechanischen Arbeitsleistung, ein Schmied, ein Schneider, der Bauer, werden schon kraft ihrer Beschäftigung ein ganz verschiedenes Nahrungsbedürfnis haben. Demgemäß haben sich in den letzten Jahrzehnten durch Vermehrung der Maschinenarbeit, welche von geschickten, aber nicht notwendig sehr kräftigen Menschen geleitet werden muß, durch die Ausdehnung des Handels und Büroarbeit die Frage des Nahrungskonsums und der Ernährungsweise völlig verschoben; dazu kommt noch, daß mit der Industrialisierung die Großstadtbildung immer mehr fortgeschritten ist, ja, es ist dadurch mitunter zu einer völligen Umkehr der Nahrungsgewohnheiten gekommen; man kann es als gesetzmäßiges Vorkommnis betrachten, daß in den Städten immer der Fleischkonsum steigt. Das Fleisch kommt aber hier weniger als Eiweißlieferant, denn als geschmackvolle, appetitanregende Speise in Betracht; daß die so häufig vertretene Anschauung, das Fleisch allein könne „Kraft geben“, unrichtig ist, wird in äußerst fesselnder Darlegung ausführlich widerlegt. Sehr bedeutungsvoll sind ferner die statistischen Daten, welche die Art und die Quantität der Nahrung mit dem Konsum an alkoholischen Getränken und Nervenanzugsmitteln überhaupt in Relation setzen. Zum Schlusse werden die Mittel der Besserung der Volksernährung erörtert; eine teilweise Lösung des Ernährungsproblems liegt für hunderttausende Familien in der Lösung des Wohnungsproblems, in der Möglichkeit, die Nahrung zu Hause entsprechend zubereiten und die Kneipen vermeiden zu können; eine weitere Möglichkeit der Lösung liegt in der besseren, zielbewußteren Heranziehung der Mädchen und Frauen für ein rationelles Haushaltungswesen, und besonders wichtig wäre diese Lösung im Interesse der Nachkommenschaft und der

heranwachsenden Jugend, damit also im Interesse der Nation und ihrer Qualitäten.

Ein wissenschaftliches Buch mit der zwingenden, schlichten Logik geschrieben, die wir von den „Volksernährungsfragen“ desselben Forschers her kennen, gleichzeitig ein Buch, das so klar und durchaus verständlich einen Satz auf den andern aufbaut, daß jeder halbwegs Gebildete sich die darin liegenden Ideen und Beweisführungen aneignen kann, welche wahrlich wichtig und bedeutungsvoll genug sind, daß sie sich auch wirklich jeder zu eigen machen müßte, der sich für sein Volk, für die Menschheit und ihren Entwicklungsweg interessiert. *V. Grafe, Wien.*

Hegi, Gustav, Illustrierte Flora von Mitteleuropa, mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Bd. I—III, Bd. IV, 34. Lieferung, Bd. VI bearbeitet von Dr. med. et phil. August von Hayek. München, J. F. Lehmanns Verlag, 1913. 1.—3. Lieferung. Preis jeder Lieferung M. 1,50, K. 1,80, Fr. 2,—.

Mit der 34. Lieferung des prächtigen Werkes der Hegischen Flora, welche die *Berberidaceae* und verwandte Familien, die *Papaveraceae* bis zur Gattung *Fumaria* enthält, hat der IV. Band begonnen. Gleichzeitig liegen vom VI. Bande mit den Lieferungen 1 bis 3 die *Scrophulariaceae* bis zur Gattung *Pedicularis* aus der Feder des bekannten Dr. von Hayek in Wien vor. Die Ausstattung ist die gleiche, glänzende wie früher, auch der textliche Inhalt reiht sich vollkommen dem bisher Erschienenen an. Mit Freuden ist es zu begrüßen, daß es dem Verleger gelungen ist, für die Herausgabe des Werkes noch andere hervorragende Mitarbeiter zu gewinnen; das Erscheinen der nächsten Lieferungen wird nun auch schneller zu erwarten sein und die Vollendung des prächtigen Werkes in nicht mehr allzuferne Zeit gerückt. Die inhaltsreichen, dabei doch klaren und auch in der Farbengebung wohl gelungenen Tafeln sind zum Teil vom Verfasser Dr. von Hayek selbst, zum anderen Teile vom Kunstmaler *E. R. Pfenniger* unter Leitung von Dr. *Hegi* hergestellt.

Es sei besonders auf die klare und übersichtliche Darstellung hingewiesen, die das Werk bei seiner trefflichen Ausstattung und Zuverlässigkeit zum Gebrauche beim Unterricht in Schulen, Seminaren und zum Selbststudium sehr wertvoll macht, zumal ein ähnlich angelegtes Werk für gleiche Zwecke bisher fehlte. Die Anschaffung wird bei der Art des Erscheinens und dem niedrigen Preise leicht ermöglicht.

E. Ulbrich, Steglitz.

Die Wunder der Natur. 3. Band. Berlin, Deutsches Verlagshaus Bong & Co., 1913.

Mit dem kürzlich erschienenen dritten Bande, der sich den beiden ersten Bänden ebenbürtig zur Seite stellt, hat das allgemein verständliche Illustrationswerk, das die Wunder der Natur behandelt, seinen Abschluß gefunden. Von diesem neuen Bande kann wieder nur mit derselben Anerkennung gesprochen werden wie von den beiden im Laufe des Jahres erschienenen. Wie erinnerlich, handelt es sich um ein Bilderwerk, eine Sammlung von kleinen Aufsätzen, die den Bildern zuliebe geschrieben sind, und die sich auf die verschiedensten Einzelheiten der beschreibenden und exakten Wissenschaften beziehen. Die Bilder sind zum größten Teil nach Photographien hergestellt und

sind durchweg auch für den, der jenen Dingen fern steht, interessant und im höchsten Grade fesselnd. Sie werden in den Aufsätzen in einer jedem verständlichen Weise erläutert, und selbst ein flüchtiges Durchblättern des Buches wirkt nicht nur unterhaltend, sondern überaus belehrend. Wer die Zeichnungen auch nur einmal gesehen hat, die dem Leben der Wespen gewidmet sind oder den Giftschlangen, den Tintenfischen oder den Stechmücken, wird sie schwerlich so leicht vergessen. Wie schon früher gesagt worden ist, kann ein solches Bilderwerk zum Studium der Natur wahrscheinlich mit demselben Erfolge verwendet werden, wie man die üblichen Bilderwerke zum Studium der Kunst verwendet.

A. B.

Meteorologische Mitteilungen.

Die Wirkung absteigender Luftströme auf die Wetterlage hat O. Johanson (Helsingfors) kürzlich in einer umfangreichen Arbeit untersucht (*Acta Soc. Fennicae* T. 44, 1913). Er zeigt, daß sich auch in den ebenen und wasserreichen Gegenden Finnlands Föhnerscheinungen nachweisen lassen, die nur dem Grade nach von dem typischen Gebirgsföhn verschieden sind. Diese Einflüsse äußern sich am Erdboden als Temperaturerhöhungen oder als Abkühlungen, je nachdem die Kompressionswärme oder die durch staubfreie Luft erhöhte nächtliche Ausstrahlung überwiegt. Die Trockenheit der Luft und die Herkunft der Winde sind alsdann die entscheidenden Merkmale für die absteigende Bewegung.

Durch Kompressionswärme erklärt sich z. B. teilweise die merkwürdige Erscheinung, daß in Helsingfors die höchsten winterlichen Temperaturmaxima bei NW-, die niedrigsten bei S-Winden auftreten. Die Station liegt dabei im nördlichen Randgebiete oder in einem Ausläufer hohen Druckes; es handelt sich also dabei nicht um die langsam absinkende Bewegung im Kern der Antizyklone, sondern um fallwindähnliche Erscheinungen, um richtige Föhnströmungen. Ebenso treten die höchsten Sommertemperaturen nicht im Zentrum, sondern in den nördlichen Randgebieten der Antizyklone auf; außerdem ist nicht Windstille, sondern eine lebhafte horizontale Strömung eine charakteristische Begleiterscheinung.

Sinkt aber der Luftstrom nicht ganz bis zum Boden, sondern bleibt eine wenige hundert Meter hohe kalte Inversionsschicht am Boden liegen, so tritt das umgekehrte Phänomen auf: ungewöhnliche Kälte infolge nächtlicher Ausstrahlung. Einige der heftigsten Kälteperioden und die schadenbringendsten Nachfröste in Nordeuropa fallen mit zyklonaler Wetterlage oder mit sekundären Maxima zwischen Depressionen zusammen. Durch absteigende Luftströme erklären sich auch manchmal starke Temperaturunterschiede auf kleinen horizontalen Entfernungen; Johanson schildert ausführlich den Witterungszustand in einem Fall, wo an der Nordküste des Finnischen Meerbusens 0° und 3 bis 5 km landeinwärts schon — 20 bis — 26° herrschten.

Unter sorgfältiger Berücksichtigung der schon vorhandenen Literatur sucht der Verfasser darzutun, daß man alle oben erwähnten Erscheinungen als den „normalen“ Föhn betrachten muß, von dem der Gebirgsföhn nur eine Unterart sei. Auch für letzteren sei die

hauptsächliche Ursache die Stauung eines schief nach unten gerichteten Luftstroms am Gebirge, also ein durch Stauung verstärkter Höhenföhn. Es dürfte äußerst lohnend sein — teilweise ist es schon durch v. Ficker (Graz) geschehen — diese vorwiegend auf klimatischen Daten aufgebauten Betrachtungen durch aerologisches Beobachtungsmaterial zu ergänzen.

Eine Wetterkarte für die ganze nördliche Hemisphäre wird seit dem 1. Januar 1914 täglich von dem Wetterbureau der Vereinigten Staaten Nordamerikas herausgegeben, und zwar gleichzeitig mit der Wetterkarte der Vereinigten Staaten für denselben Tag. Eine solche Karte ist seit langem ein dringender Wunsch aller Meteorologen, und wenn auch manche Hoffnungen auf eine weitere Ausgestaltung daran geknüpft werden, so ist doch dieser erste Schritt sehr zu begrüßen. In den Vereinigten Staaten sind schon seit längerer Zeit Manuskriptkarten dieser Art benutzt worden, die sich als Ergänzung der Prognose und besonders zur Ausdehnung der Prognose auf etwas längere Zeit gut bewährt haben sollen. Eine bemerkenswerte Neuerung bieten diese Karten auch insofern, als auf denselben nur absolute Einheiten des C.G.S.-Systems angewandt sind (1000 Millibar = 1 Million Dynen = 750,06 mm Hg und absolute Temperaturen).

Ein internationaler Meteorologenkongreß versammelt sich im September 1914 in Venedig. Seit der letzten ähnlichen Versammlung in Paris 1896 sind fast 20 Jahre verflossen. Denn im allgemeinen finden internationale Verabredungen nur durch das internationale meteorologische Komitee und die sogenannten Direktorenkonferenzen statt. Wenn auch die veranstaltende italienische Meteorologische Gesellschaft unter Leitung des Conte Antonio Cittadella Vigedarezere bisher verhältnismäßig wenig hervorgetreten ist, so gibt es doch genügend viele Verhandlungsthemata, um die Tagung bei geschickter Geschäftsführung anregend und ergebnisreich zu gestalten. R. Süring.

Astronomische Mitteilungen.

Über **Beschädigung der Augen beim Beobachten von Sonnenfinsternissen** hat Dr. Werdenberg (Basel) eine kritische Untersuchung veröffentlicht, die als Erweiterung der früher in der Zeitschrift „Sirius“ (1913, S. 155) erschienenen Studie von Dr. Jeß angesehen werden kann. Da auch in diesem Jahre (am 21. August) eine Verfinsterung der Sonne bevorsteht, hat die Werdenbergsche Untersuchung, die auf breiter historisch-astronomischer Grundlage durchgeführt ist, aktuelle Bedeutung. Die alten Völker waren bei Wahrnehmung einer Sonnenfinsternis auf das unbewaffnete Auge angewiesen und bedienten sich zum Schutze der Augen ganz primitiver Hilfsmittel, wie die nach oben verschränkten Hände, Baumblätter oder Siebe. Erst die Berichte aus der neueren Zeit enthalten Angaben über die Verwendung farbiger Schutzgläser oder angegrußer Glasscheiben. In Platos Phädon kommt die erste Beschreibung einer Augenschädigung durch Beobachtung der Sonnenfinsternis vor, und zwar im Gespräch zwischen Sokrates und seinen Schülern. Auch im Xenophon und Galen finden sich Stellen, aus denen Schädigungen des Auges durch Sonnenlicht hervorgehen. In dem im 2. Jahrhundert unserer Zeitrechnung

nung erschienenen Buche von *Galen* „über den Gebrauch der Teile des menschlichen Körpers“ heißt es u. a. mit Bezug auf die Beobachtung einer Sonnenfinsternis: „viele, die sehr aufmerksam in die Sonne schauten, wurden bald völlig blind“. Dann schweigen die Berichte darüber bis zum 16. Jahrhundert, wo sie sich auffallend mehren. Besonders häufig sind die bei Gelegenheit der letzten in Deutschland sichtbaren größeren Sonnenfinsternis vom 17. April 1912 vorgekommen Augenschädigungen, wie auch schon Dr. *Jep* im „*Sirius*“ hervorgehoben hatte. Damals kamen viele Blendungsfälle vor, obwohl öffentlich vor der Beobachtung der Sonne mit ungeschützten Augen gewarnt war. Wie Dr. *Werdenberg* ausrechnet, ereigneten sich damals in Deutschland sogar mehr als 3500 Sonnenlichtschädigungen der Augen, in Berlin allein mehrere hundert Fälle. Meistens fanden die Sonnenbeobachtungen ganz ohne Schutzglas statt, aber auch viele der bei der letzten Sonnenfinsternis benutzten Dunkelgläser boten nur einen unzureichenden Lichtschutz. Am besten sind neutrale Gläser von ziemlich dunkelgrauer Farbe, während bläuliche Gläser nicht zweckmäßig erscheinen. Sobald teleskopische Beobachtungen ohne ausreichenden Schutz mit Blendgläsern angestellt waren, zeigten sich meist sehr schwere Augenschädigungen.

Eine interessante Zusammenstellung der **neuesten Forschungen über das Erdinnere** bringt das Februarheft d. J. vom „*Sirius*“ (Herausgeber Professor *Klein* [Köln]). Mit Recht wird darauf hingewiesen, daß wir jetzt beinahe mehr vom Universum wissen, als von der Konstitution unseres Erdkörpers. Die tiefsten Bohrlöcher gehen nur bis 2000 m, umfassen also etwa $\frac{3}{100}$ % des Erdradius; wir wissen, daß die Temperatur mit wachsender Tiefe zunimmt, aber nicht, ob sich diese Zunahme bis zum Erdinneren fortsetzt. Neuerdings gewährt nun die *Erdbebenforschung* eine wichtige Hilfe zur Erkenntnis des uns unzugänglichen Erdinnern, worüber Dr. *Tams* (Hamburg) eine zusammenfassende Darstellung gegeben hat. In großen Umrissen folgt zunächst aus den Untersuchungen über die Schwankung der Erdachse im Erdkörper und aus den Studien über die Gezeiten der festen Erdoberfläche, daß unser Planet durchschnittlich etwa $2\frac{1}{2}$ mal so starr wie Stahl zu sein scheint. Wesentlich tiefere Einblicke gewährt die seismologische Forschung, indem sie die Erdbebenwellen auf ihren Wegen durch den Erdkörper verfolgt und so Auskunft über das elastische Verhalten jener Schichten geben kann. Aus dem Verhalten der Erdbebenwellen in Verbindung mit den Untersuchungen über die Abplattung und die mittlere Dichte des Erdkörpers läßt sich der Schluß ziehen, daß der Erdkern die Dichte von etwa 8,2 besitzt, also etwa wie komprimiertes Eisen. Darüber dürfte eine feurigflüssige Mittelschicht liegen und schließlich die eigentliche nur etwa 70 km dicke Panzerdecke der Erde, deren Kompressibilität nur ungefähr ein Sechstel des Stahls beträgt. —

Über **photographische Breitenbestimmungen** berichtet *F. E. Roß* in den *Astronomischen Nachrichten* Nr. 4713. Auf der internationalen Breitenstation *Gailthersburg* in Nordamerika sind neben den fortlaufenden, für den internationalen Polhöhendienst bestimmten visuellen Breitenmessungen auch *photographische Ortsbestimmungen* in Breite unter Anwendung einer verbesserten Airyschen Zenitkamera durchge-

führt worden. Schon bei Einrichtung des internationalen Breitendienstes hat der Unterzeichnete im Anschluß an seine, damals zum ersten Male systematisch durchgeführten photogeographischen Ortsbestimmungen mit dem photographischen Zenitteleskop (Beobachtungsergebnisse der Berliner Sternwarte, Heft 7, 1897) auf die Wichtigkeit photographischer, von persönlichen Auffassungsfehlern unabhängiger Breitenbestimmungen hingewiesen. Es ist mit Freuden zu begrüßen, daß nunmehr wirklich eine größere Reihe von photographischen Polhöhenbestimmungen (1911 Juni bis 1913 August) auch auf einer der internationalen Breitenstationen vorliegt, die ein geradezu glänzendes Resultat ergeben hat. Nach den Untersuchungen von *F. E. Roß* betrug der wahrscheinliche Fehler einer photographischen Breitenbestimmung aus einem Sternpaar bei der ersten Anordnung des Instruments (Juni 1911 bis Februar 1913) $\pm 0'',09$ und nach Verbesserungen des Instruments sowie seiner Aufstellung nur $\pm 0'',06$ (von Februar bis August 1913). Diese letztere Genauigkeit ist besonders bemerkenswert und übertrifft nicht unerheblich diejenige der besten visuellen Breitenbestimmungen. Hoffentlich tragen diese neuesten photographischen Breitenbestimmungen nun auch dazu bei, der photographischen Ortsbestimmung im allgemeinen im Bereiche der astronomischen Meßkunst einen neuen Impuls zu geben. —

Eine **Zeitreform unter Zugrundelegung des Dezimalsystems** schlägt *J. C. Barolin* (Wien) vor, auf die an dieser Stelle nur ganz kurz eingegangen sei, da im literarischen Teil dieser Zeitschrift eine ausführlichere Besprechung des soeben erschienenen Buches: *Der Hundertstundentag von Barolin* stattfinden soll. Durch die in romanischen Ländern bereits durchgeführte 24-Stunden- statt zweimal 12-Stundenzählung angeregt, schlägt *Barolin* vor, daß bei allen Längen-, Gewichts-, Hohl- und Wertmaßen nunmehr geltende Dezimalsystem endlich auch im Zeit- und Bogenmaß anzuwenden. Wollte man den Tag in 10 Abschnitte zu je 2 Stunden 24 Minuten ($\frac{1}{10}$ von 24 Stunden) einteilen, so erhielte man zu große und für das Alltagsleben unpraktische Zeitabschnitte, *Barolin* will daher ein viel kleineres Zeitmaß, nämlich die Viertelstunde, als Einheit wählen, von dem ungefähr 100, genau 96 (4 mal 24) auf einen Tag entfallen. Dadurch soll ein gangbarer Weg zur Dezimalisierung der Zeiteinteilung beschritten werden, zugleich in der Voraussetzung, daß dieses kleinere Zeitmaß sich besser für die Verhältnisse des täglichen Lebens eignet, als die jetzt gebräuchliche Stunde. Dieser neuen Zeiteinteilung entsprechend hat der Verfasser auch ein Zifferblatt für die neuen Dezimaluhren mit drei Zeigern entworfen, bei dem der eine in 24 Stunden über 100 Teile zu je etwa $\frac{1}{4}$ Stunde läuft, der zweite dasselbe Zifferblatt in einem Zehnteltage, also in 2,4 Stunden umläuft und die Taghundertstel anzeigt, während der dritte Zeiger seinen Lauf um das Zifferblatt in etwa $1\frac{1}{2}$ Minuten vollendet und die Zehntausendstel der Tageszeit anzeigt. Gleichzeitig steht auf dem Zifferblatt bei 10 Mitternacht oder Norden, bei 5 Mittag oder Süden, bei $2\frac{1}{2}$ Morgen oder Osten und bei $7\frac{1}{2}$ Abend oder Westen. Das Zifferblatt läßt sich daher auch zur Orientierung benutzen, da bei Richtung des ersten Zeigers auf die Sonne sich die Himmelsgegenden jeweils mit den Aufschriften am Zifferblatte decken.

A. Marcuse.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
MAR 28 1914

Heft 11.

13. März 1914.

Zweiter Jahrgang.

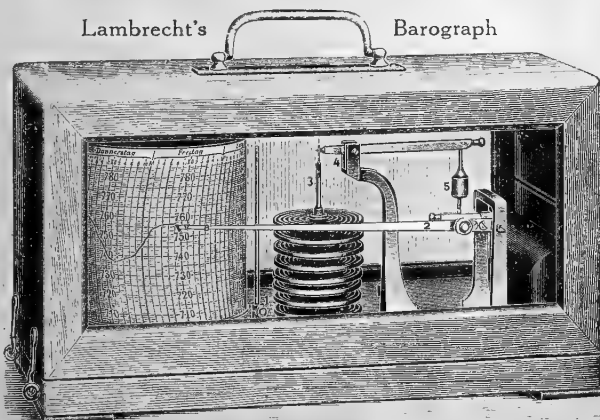
INHALT:

- | | |
|--|---|
| Paul Ehrlich. Von Prof. Dr. Carl Oppenheimer, Berlin. S. 243. | Paul Ehrlich als Chemiker. Von Dr. L. Benda, Frankfurt a. M. S. 268. |
| Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen. Von Prof. Dr. Leonor Michaelis, Berlin. S. 250. | Über Immunität. Von Prof. Dr. Martin Jacoby, Berlin. S. 275. |
| Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich. Von Prof. Dr. J. Morgenroth, Berlin. S. 251. | Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung. Von Prof. Dr. Carl Lewin, Berlin. S. 278. |
| Salvarsan und Syphilis. Von Prof. Dr. C. Bruck, Breslau. S. 253. | Zuschriften an die Herausgeber: |
| Zur Salvarsanfrage. Von Marineoberstabsarzt Dr. Gennerich, Kiel. S. 263. | Paul Ehrlich auf dem Gymnasium. Von Prof. Dr. Rudolf Tardy, Breslau. S. 282. |
| | Kleine Mitteilungen. S. 283. |

Original Lambrecht's selbstregistrierende Baro-, Hygro- und Thermometer

sind die genauesten und zuverlässigsten der Gegenwart; dieselben sind mit patentamtlich geschützter Justiervorrichtung versehen. — Man verlange Prospekt Nr. 223 gratis.

Unübertroffen sind ferner: Original Lambrecht's Polymeter — Hygrometer — Normal-Quecksilberbarometer — Wettertelegraphen — Psychrometer — Taupunktzeiger — Thermometer — Regen- und Schneemesser — Atmometer und Sonnenschein-Autographen.



Wilh. Lambrecht

Göttingen

Fabrik wissenschaftlicher Instrumente

Inhaber des Ordens für Kunst und Wissenschaft. Prämiert mit höchsten Preisen auf sämtlichen beschickten Ausstellungen. Goldene Medaille: Internationale Hygiene-Ausstellung Dresden 1911.

Nur mit dem Namen Lambrecht versehene Instrumente sind wirkliche Originale.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 88, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Optischer Rechner

zu baldigem Eintritt in aussichtsreiche Lebensstellung gesucht. Bewerbungen mit Lebenslauf, Photographie und Angaben über Militärverhältnisse, Gesundheitszustand, Konfession usw., sowie mit Gehaltsansprüchen an

Nitsche & Günther, Optische Werke

Rathenow.

83)

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Vor kurzem erschien:

Die Lehre vom Trocknen

In graphischer Darstellung

von **Karl Reyscher**, Ingenieur.

Mit 33 Textfiguren — Preis M. 2,80.

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

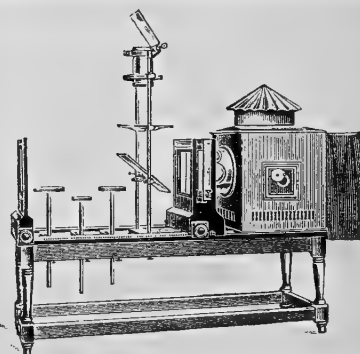
Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.



Projektions-Apparate

mit allem Zubehör

Laternbilder-Serien

aus allen Gebieten m. Vorträgen käuflich u. leihweise

Kataloge kostenlos

Unger & Hoffmann A.-G.

Dresden-A. 34

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

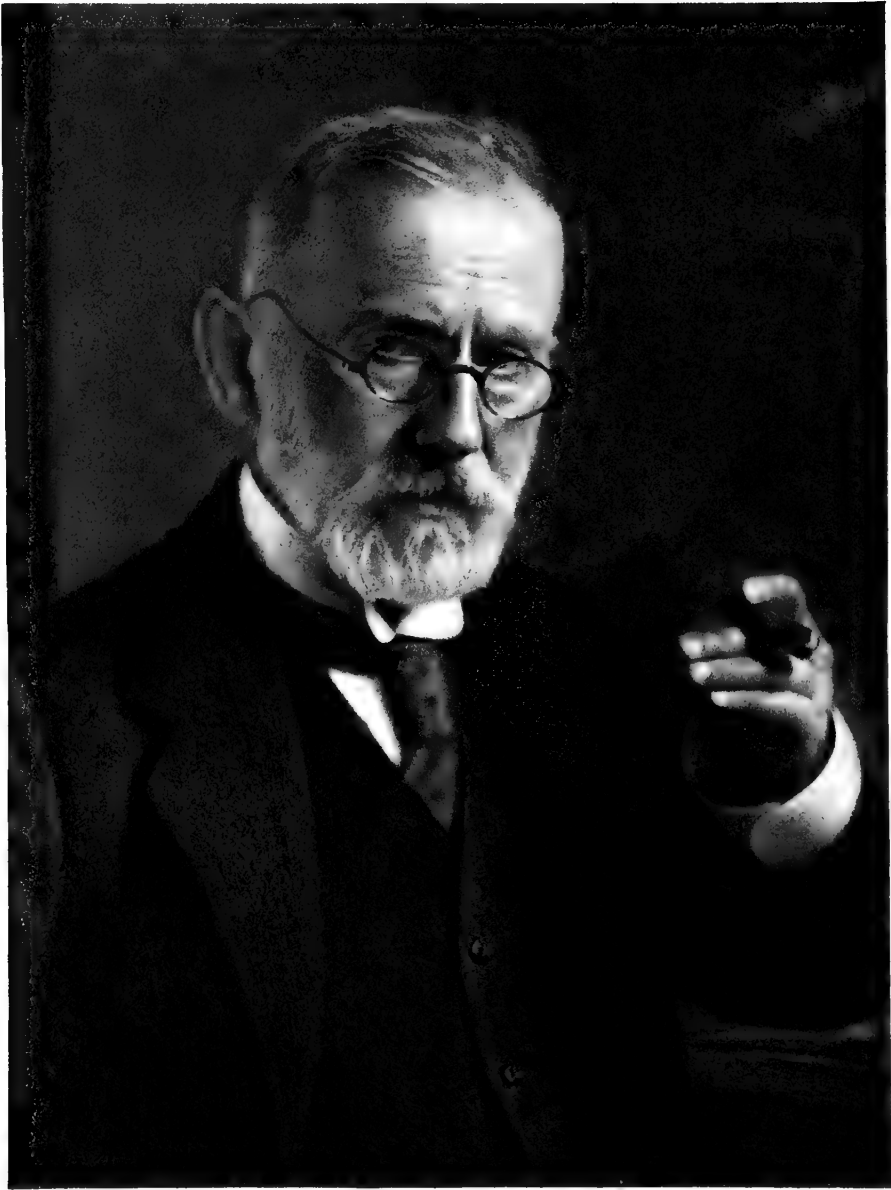
Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: S. II–IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Wilhelm Lambrecht, Göttingen: Seite I — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite II.



S Ehrlich

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

13. März 1914.

Heft 11.

PAUL EHRLICH

ZUR FEIER

SEINES 60. GEBURTSTAGES.

Inhalt:

	Seite
Paul Ehrlich. Von <i>Prof. Dr. Carl Oppenheimer, Berlin</i>	243
Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen. Von <i>Prof. Dr. Leonor Michaelis, Berlin</i>	250
Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich. Von <i>Prof. Dr. J. Morgenroth, Berlin</i>	251
Salvarsan und Syphilis. Von <i>Prof. Dr. C. Bruck, Breslau</i>	258
Zur Salvarsanfrage. Von <i>Marineoberstabsarzt Dr. Gennerich, Kiel</i>	263
Paul Ehrlich als Chemiker. Von <i>Dr. L. Benda, Frankfurt a. M.</i>	268
Über Immunität. Von <i>Prof. Dr. Martin Jacoby, Berlin</i>	275
Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung. Von <i>Prof. Dr. Carl Lewin, Berlin</i>	278
Zuschriften an die Herausgeber: Paul Ehrlich auf dem Gymnasium. Von <i>Prof. Dr. Rudolf Tardy, Breslau</i>	282
Kleine Mitteilungen	283

Paul Ehrlich.

Von Prof. Dr. Carl Oppenheimer, Berlin.

Paul Ehrlich, der am 14. März seinen sechzigsten Geburtstag feiert, hat in bezug auf internationale Anerkennung und Beliebtheit das ruhmgekrönte Erbe *Rudolf Virchows* und *Robert Kochs* angetreten. Er ist heute im Inland und in der ganzen kultivierten Welt der Repräsentant der deutschen wissenschaftlichen Medizin und erfreut sich einer geradezu beispiellosen Popularität. Die vornehmsten wissenschaftlichen Gesellschaften aller Kulturnationen rechnen es sich zur Ehre, ihn zum korrespondierenden oder Ehrenmitglied zu besitzen oder ihn an ihren feierlichsten Tagen zu Vorträgen einzuladen. Die Universität Oxford hat ihm die ganz seltene Auszeichnung eines Ehrendoktors zuteil werden lassen, auf allen medizinischen Kongressen ist er die meist beachtete und meist umringte Persönlichkeit, und auch abseits von dem Kreis der Gelehrten ist sein Name schon in die breiten Schichten des Volkes hineingedrungen und wird überall mit staunender Ehrfurcht genannt. Kurzum, *Paul Ehrlich* ist heute ein weltberühmter Mann. Das ist nun gar nicht so übermäßig lange her. Als lange schon alles, was er ist und was wir an ihm besitzen, den Fachgenossen vertraut war: daß hier ein an Phantasie übersprudelndes Genie sich mit einem klaren, harten, kalten Forscherkopf gepaart hat; als schon seine epochemachenden theoretischen Arbeiten auf den verschiedensten Gebieten der experimentellen Biologie neue Fundamente gelegt hatten, da war sein Name in weiten Schichten, und nicht nur der Laien, noch so gut wie unbekannt. Das änderte sich auch nur langsam. Bei aller Verehrung, deren der große Meister unter seinen Fachgenossen sich erfreute, blieben seine Arbeiten der großen Mehrzahl unbekannt oder unverstanden, weil sie zwar für die Praxis neue Fundamente geschaffen hatten, *Ehrlich* selbst aber mit seinen Arbeiten entweder gar keine praktischen Ziele verfolgte oder solche, die auch wieder der medizinischen Laienwelt ziemlich unklar waren, wie z. B. die Serumprüfung und ähnliches. Erst in den letzten Jahren, als dem Meister als reife Frucht seiner planmäßigen, ein Menschenalter hindurch fortgesetzten Arbeiten und Anschauungen die großen praktischen Erfolge in den Schoß fielen, als es ihm gelang, nacheinander ein Mittel gegen die Schlafkrankheit und dann vor allen Dingen das neue, auf geistvollen und systematischen Überlegungen basierende Heilmittel gegen die Syphilis, das Salvarsan, der Öffentlichkeit zu übergeben, da erst trat zu dem bereits seit dreißig Jahren gewonnenen Ruhm

innerhalb der Gelehrtenkreise auch der Ruhm seitens der großen Menge, der Weltruhm. Es braucht wohl nicht gesagt zu werden, daß *Ehrlich* derselbe große, geniale, zielbewußte Forscher geblieben wäre, als den wir Fachgenossen ihn so lange kennen, wenn er nicht diese gewaltigen praktischen Erfolge gehabt hätte. Aber er hat naturgemäß eine große Freude darüber empfunden, daß es ihm gelungen ist, auf Grund seiner theoretischen Ansichten auch tatkräftig in den Kampf gegen die Volksseuchen einzugreifen und damit aus seinem früher rein theoretischen Wirken ein eminent praktisches Heilwirken zu gestalten.

Paul Ehrlich wurde am 14. März 1854 zu Strehlen in Schlesien geboren. Er besuchte das Maria-Magdalenen-Gymnasium in Breslau und studierte dann in Breslau, Straßburg, Freiburg und Leipzig. Von seinen Lehrern, an die er sich besonders attachierte, seien *Waldeyer*, *Heidenhain*, *Cohnheim* insbesondere genannt, das große Dreigestirn, das für die Anatomie, die Physiologie und die Pathologie neue Grundlagen gelegt hat, und ferner *Carl Weigert*. Im Jahre 1878 beendigte er seine Studien und wurde approbierter Arzt. Kurz darauf trat er als klinischer Assistent bei *Frerichs* ein und blieb dort sieben Jahre und auch noch zwei Jahre bei seinem Nachfolger *Gerhardt*. Schon in diesen Jahren blieb seine überragende Tüchtigkeit nicht unbeachtet, denn mit dreißig Jahren, im Jahre 1884, wurde ihm der Professorstitel verliehen, noch bevor er sich im Jahre 1887 an der Berliner Universität habilitierte. Nachdem er dann drei Jahre lang in seinem eigenen Laboratorium privaten Studien obgelegen hatte, ging er 1890 zu *Robert Koch* an das neugegründete Institut für Infektionskrankheiten und wendete sich damit, auf Anregung des großen Meisters, einem neuen Forschungsgebiete zu, auf dem er dazu berufen war, die entscheidenden theoretischen Grundlagen auszubauen. Als im Jahre 1894 die Serumtherapie durch *Behring* begründet wurde und sich bald darauf die Notwendigkeit herausstellte, ein staatliches Institut zur Prüfung und Überwachung der Heilserumfabrikation zu gründen, wurde *Ehrlich* im Jahre 1896 als Direktor des Königlichen Institutes für Serumforschung und Serumprüfung in Steglitz bestellt. Nur drei Jahre lang blieb das Institut in Berlin-Steglitz bestehen, dann ergriff die Stadt Frankfurt die Initiative, um ein ähnliches Institut, aber auf viel breiterer Grundlage, zu

schaffen, und dorthin ging *Ehrlich* im Jahre 1899 als Direktor des Königlichen Instituts für experimentelle Therapie, aus dem nun, Schlag auf Schlag, seine großzügigen Arbeiten mit Hilfe zahlreicher Mitarbeiter hervorgingen. Einen besonderen Anstoß gerade in bezug auf diejenige Forschungsrichtung, die *Ehrlich* heute zu seiner Weltberühmtheit gebracht hat, erhielten seine Arbeiten dadurch, daß ihm von privater Seite große Mittel zur Verfügung gestellt wurden, um seinem Institut noch ein eigenes chemotherapeutisches Laboratorium anzugliedern, das Georg-Speyer-Haus in Frankfurt. Aus ihm sind im speziellen die letzten großen Arbeiten über die chemotherapeutischen Präparate, über Atoxyl und Salvarsan hervorgegangen. Den großen Erfolgen auf wissenschaftlichem Gebiete blieben äußere Anerkennungen nicht versagt. *Ehrlich* war schon im Jahre 1890 außerordentlicher Professor an der Universität Berlin geworden und bereits als Geheimer Medizinalrat nach Frankfurt gegangen; dann wurde ihm im Jahre 1903 die große goldene Medaille für Wissenschaft verliehen, eine ganz besondere Auszeichnung, wenn wir bedenken, daß der letzte Mediziner, der sie erhalten hatte, kein geringerer als *Rudolf Virchow* gewesen war. Um dem großen Experimentalforscher nicht den Zusammenhang mit der Universität ganz zu nehmen, ernannte ihn im Jahre 1904 die Universität Göttingen zum ordentlichen Honorarprofessor. 1907 wurde er Geheimer Obermedizinalrat, 1908 erhielt er den Nobelpreis, und kurze Zeit nach der Verkündung des Salvarsans wurde ihm die höchste Ehre zuteil, die der preußische Staat einem Gelehrten verleihen kann, er wurde Wirklicher Geheimer Rat mit dem Prädikat Exzellenz.

So ist denn also heute schon aller Ruhm und alle Ehre, die einem Forscher zuteil werden können, auf seinem Haupte vereinigt.

Paul Ehrlich hat seit seiner Studentenzeit eine ungemein große Zahl von Arbeiten publiziert, die sich dem ersten Anschein nach auf den verschiedensten Gebieten bewegen, von den verschiedensten Gesichtspunkten ausgehen und für die verschiedenartigsten Fragestellungen mit den verschiedenartigsten Methoden neue Grundlagen geschaffen haben. Das ungemein Eigenartige und fast Beispiellose an dem Schaffen dieses Mannes ist nun aber, daß trotz der scheinbaren Entlegenheit der Gebiete, auf denen er bahnbrechend tätig gewesen ist, sich doch eine fundamentale Wurzel seines Denkens und Schaffens auffinden läßt, die für alle seine Arbeiten maßgebend gewesen ist. Ob wir ihn schon als Studenten sich mit organischen Farbstoffen beschäftigen sehen, ob er dann später seine Kenntnisse dieser Farben auf die Biologie der Blutkörperchen überträgt, ob er wiederum in einer späteren Epoche sich mit Immunitätsfragen aller Art beschäftigt, oder ob er schließlich, wie in den letzten

Jahren, das neue Gebiet der Chemotherapie aufbaut, allen diesen, wie gesagt, scheinbar so gänzlich auseinander liegenden Arbeitenserien liegt ein einziger neuer fundamentaler Gedanke zugrunde, den *Ehrlich* schon in jungen Jahren konzipiert hat. Hier stoßen wir bei näherer Betrachtung auf einen typischen Zug des Genies bei *Ehrlich*, auf die Fähigkeit, aus scheinbar weltenweit voneinander getrennten Fragestellungen die gemeinsamen vergleichbaren Ideenassoziationen herauszuschälen, sie so lange zurechtzubiegen, auszubauen und umzumodeln, bis sie für ganz andere Verhältnisse passen und damit auf fast künstlerisch intuitivem Wege zu Resultaten und Anschauungen zu gelangen, die geradezu revolutionär und verblüffend wirken mußten.

Und verblüffend genug haben sie häufig in der Tat gewirkt. Die Ideen *Ehrlichs*, die oft ganz aus der Bahn der stetig und langsam entwickelten rein intellektuellen Forschung herausfallen, so gänzlich neuartig und scheinbar willkürlich sind, sie sind gewöhnlich bei den Vertretern der Autorität herzlich unbeliebt gewesen. So hat es denn *Ehrlich* auch niemals an scharfen Polemiken gefehlt, wenn er auch in sehr vielen Dingen den größten Erfolg auf sein Konto buchen konnte, nämlich den Erfolg, daß aus ursprünglichen Bekämpfern seiner Theorien spätere Anhänger geworden sind, während in anderen Fragen der Fortschritt der Wissenschaft über die ihm gemachten Einwände zur Tagesordnung übergehen konnte, und seine Ideen als fruchtbringend und berechtigt bestehen blieben.

Fragen wir uns denn nun einmal, welches die Idee ist, die sich wie ein Ariadnefaden durch das ganze wissenschaftliche Oeuvre *Paul Ehrlichs* hindurchzieht, so kann man es auf die einfachste Formel zurückbringen, wenn man sagt, daß *Ehrlich* mit absoluter Konsequenz den Gedanken nicht wieder losgelassen hat, daß die biologische Wirkung irgendwelcher Stoffe im weitesten Sinne abhängig sein muß von ihrer eigenen chemischen Konstitution und von der chemischen Konstitution der Zelle, auf welche sie einwirken sollen. Und weiterhin, daß schon relativ ganz geringfügige Änderungen ihrer Konstitution oder ganz minimale Abweichungen im chemischen Bau der untersuchten Zelle das Bild der physiologischen Wirkung erheblich verschieben können. So weit verschieben, daß Stoffe noch sehr verwandter chemischer Konstitution eine fast völlige Unwirksamkeit im biologischen Sinne im Gegensatz zu den auf die gleiche Zelle sehr wirksamen nahen chemischen Verwandten aufweisen können; daß aber umgekehrt derselbe Stoff auf verschiedenartige Zellen ganz verschiedene Wirkungen ausüben kann. Die erste weitere Abstraktion aus dieser Grundidee war nun folgende: *Ehrlich* stellt als Grundhypothese aller physiologischen Wirkungen chemischer Stoffe auf, daß zunächst eine Wirkung überhaupt nur dann eintreten kann, wenn zwischen der zu

beeinflussenden Zelle und dem wirksamen Stoff eine chemische Verwandtschaft besteht, die erst einmal erlaubt, daß der betreffende chemische Stoff in nähere Berührung mit den Zellen tritt. Diese Verwandtschaft vindiziert Ehrlich einer chemischen Atomgruppierung von unbekannter Konstitution, die aber in einer chemischen Gruppierung im Gerüst der Zelle eine Affinität auf findet, sich mit dieser bindet und dadurch in den Einflußbereich der Zelle hineingelangt. Diese hypothetischen Atomgruppierungen nennt Ehrlich die *Haptophoren*. Erst wenn die beiderseitigen Haptophoren sich gebunden haben, kann nun die eigentliche Wirkung eintreten, die Ehrlich einer zweiten Atomgruppierung, der *toxophoren* oder im weiteren Sinne der *ergophoren* Gruppe zuschreibt. Später nannte Ehrlich die Haptophorengruppen der Zelle die *Rezeptoren*.

Es unterliegt gar keinem Zweifel, daß Ehrlich diese Gedanken gekommen sind bei seiner Beschäftigung mit den damals noch jungen Anilinfarbstoffen, die er schon als Student in Freiburg begann. Er war es, der zuerst diese Stoffe in die mikroskopische Technik der tierischen Gewebe einführte, und er tat dies nicht, ohne sich mit einer so eindringlichen Arbeit in die Konstitution und Chemie dieser Stoffe zu versenken, daß er ihre komplizierte Lehre bald so gut beherrschte, wie nur irgendein Fachprofessor. Viele Jahre hindurch waren die Farbstoffe auch bei allen anderen Arbeiten immer noch seine Lieblinge geblieben, mit denen er sich immer wieder beschäftigte; und insbesondere ließ ihn die Idee, daß es möglich sein müßte, durch geschickte Auswahl der verschiedensten biologisch wirkenden Farbstoffe Aufschlüsse über die Vorgänge in den Zellen zu bekommen, namentlich ob dort Oxydation oder Reduktion an verschiedenen Stellen auftritt, nicht wieder los. Als Frucht dieser Studien sei das Buch über das „*Sauerstoffbedürfnis des Organismus*“ genannt, das im Jahre 1886 erschienen ist. Dieses kleine, damals nur wenig beachtete Büchlein ist eine wahre Fundgrube der Anregung, voll von neuartigen Ideen; nur daß damals die experimentelle Zellbiologie noch zu wenig an Tatsachen geliefert hatte, um diese Anregungen wirksam ausbeuten zu können. Gerade in allerjüngster Zeit versucht man wiederum mit Hilfe von Farbreaktionen Aufschlüsse über die Oxydationen und Reduktionen in den lebenden Zellen zu erlangen, und nicht einen Schritt kann man auf diesem Gebiete weiter gehen, ohne immer wieder Ehrlichs grundlegende Ideen zu zitieren und zu benutzen.

Aus diesen Farbstoffstudien stammt nun in letzter Linie die oben erwähnte Grundidee Ehrlichs. Denn sowohl die Bindungsfähigkeit eines Farbstoffes an die zu färbende Faser wie auch die Färbung selbst sind zweifellos abhängig von ganz bestimmten chemischen Atomgruppierungen, die man hier an diesen relativ einfachen und wohl bekannten Stoffen genau definieren kann. So

bilden also die farbenanalytischen Studien Ehrlichs die theoretisch wichtigste Grundlage für seine späteren epochemachenden Arbeiten auf dem Gebiete der theoretischen Aufklärung der Immunitätsvorgänge. Bevor indessen Ehrlich sich dieser für seine ganze Zukunft entscheidenden Forschungsrichtung zuwendete, benutzte er zunächst das neue Hilfsmittel, das sich ihm in der Verwendung der Anilinfarben dargeboten hatte, um auf einem völlig im argen liegenden Gebiete, nämlich der *Histologie und Physiologie der Blutzellen*, Ordnung zu schaffen. Es gelang ihm, mit Hilfe verschiedener Farbstoffe die verschiedenen Elemente, aus denen sich die weißen Blutkörper zusammensetzen, scharf zu differenzieren und vor allen Dingen zu zeigen, daß zwei physiologisch ganz verschiedene Gruppen von weißen Blutkörperchen vorhanden sind, nämlich die Lymphozyten und die eigentlichen Leukozyten. Seine experimentellen Arbeiten faßte Ehrlich in mehreren großen Sammelabhandlungen zusammen, von denen hier die „*Beiträge zur Histologie und Klinik des Blutes*“ (1891), ferner (mit Lazarus zusammen) „*Die Anämie*“ in Nothnagels Handbuch 1898 zu erwähnen sind. Später ist dann naturgemäß das Gebiet durch Verfeinerung der Methodik weiter ausgebaut und es sind noch verschiedene andere Leukozytenformen differenziert worden, aber im Grunde geht auch diese ganze, heute zu großer Wichtigkeit gelangte Lehre auf Ehrlichs Jugendarbeit zurück.

Von weiteren wichtigen Einzelresultaten, die mit seinen Farbstoffstudien in Zusammenhang stehen, seien noch die Arbeiten über die Färbung der soeben entdeckten *Tuberkelbazillen* im Jahre 1882 erwähnt, bei denen er die Säurefestigkeit dieser Bakterien auffand, ferner im Jahre 1883 die Diazoreaktion des Harns, sowie aus dem Jahre 1886 die erfolgreichen Versuche, Farbstoffe in die lebende Zelle hineinzubringen, sie, wie man es nennt, *vital* zu färben. Hier ist besonders die Färbung der *lebenden Nervensubstanz* mit Methylenblau und die Färbung der Zellgranula mit Neutralrot zu nennen.

Waren schon diese Arbeiten mit den Farbstoffen und den Blutkörpern insofern von großer Bedeutung, als sie sehr wesentliche methodische Fortschritte brachten und damit das Fundament bildeten, auf dem unsere ganzen heutigen Ansichten über die Physiologie und Pathologie des Blutes, namentlich auch über die Blutkrankheiten, also z. B. über die perniziöse Anämie und die Leukämie beruhen, so wuchs Ehrlichs Tätigkeit doch erst ins Großartige, als er systematisch begann, sich mit den theoretischen *Problemen der Immunitätslehre* zu befassen. Hier muß man bei Ehrlichs Tätigkeit in der Hauptsache zwei Dinge hervorheben. Erstens hat er durch methodische Fortschritte der Praxis der Immunisierung neue Wege gewiesen, hat gezeigt, wie man Tiere hochgradig immunisieren kann, hat dann später, als die Gewinnung von Serum immuner Tiere eine

große praktische Wichtigkeit erlangte, wiederum die Methoden geschaffen, um diese Sera quantitativ zu prüfen und zu eichen usw. Außerdem aber hat er aus seinen und seiner damaligen Mitforscher Resultaten eine Theorie geschaffen, die vielgenannte *Seitenkettentheorie*, die allein ermöglicht hat, das ungeheure Gewirr von Tatsachen, das sich sehr bald aus den Laboratorien aller Kulturenationen heraus ergoß, zu ordnen, zu systematisieren und einen Sinn hineinzubringen, und die auch bis heute noch in ihren Grundlagen durch nichts Besseres ersetzt werden konnte.

Als *Ehrlich* anfang, sich mit den Immunitätsproblemen zu befassen, war es gerade unmittelbar vorher den beiden französischen Forschern *Roux* und *Yersin* gelungen, das Gift der Diphtheriebazillen, das Diphtherietoxin, aufzufinden und in seinen wesentlichsten Eigenschaften zu beschreiben. Damit war also die zuerst von *Robert Koch* geäußerte Vermutung, daß die Schädlichkeit der Bakterien im Tierkörper im wesentlichen auf die Absonderung heftiger Gifte zurückzuführen sei, experimentell bestätigt. *Roux* und *Yersin* hatten aber darüber hinaus auch bereits die Entdeckung gemacht, daß es gelingt, die Versuchstiere allmählich gegen die Wirkung auch größerer Dosen Giftes fest zu machen, und damit das Fundament der Immunitätslehre gelegt. Diese Entdeckungen wurden im Kochschen Institut sofort aufgegriffen und eifrig weiter geführt. Insbesondere gelang es *Behring*, durch Auffindung der *Antitoxine* die Immunität gegen die Bakteriengifte weiter aufzuklären, mit welchem Erfolge, ist ja allgemein bekannt. *Ehrlich* hingegen faßte das Problem von einer etwas anderen Seite an. Er suchte nach einem Reagens, das bequemer zu handhaben ist als der Gesamtorganismus, einem Reagens, das es ohne weiteres ermöglicht, geringe Giftwirkungen sinnfällig nachzuweisen und ebenso nachzuweisen, wenn eine Schutzkraft im Serum entstanden ist, die diese Giftwirkungen gerade eben neutralisiert. Ein Gift, das dieses Postulat erfüllt, und ein dazu gehöriges einfaches Reagens fand nun *Ehrlich* in dem Gift der Ricinussamen, dem Ricin. Dieser Stoff, der in seiner Wirksamkeit und seinen chemischen Eigenschaften große Ähnlichkeit mit den Bakteriengiften aufweist, hat aber nun neben seiner allgemein giftigen Wirkung noch die Eigenschaft, schon in äußerst geringer Menge eine Verklebung und spätere Auflösung der roten Blutkörperchen herbeizuführen. Infolgedessen kann man, was *Ehrlich* wünschte, schon außerordentlich geringe Mengen dieses wirksamen Giftes durch Verklumpung oder Auflösung von Blutkörperchen nachweisen. Es gelang nun *Ehrlich* zunächst, Mäuse gegen dieses Gift zu immunisieren. Wenn er ihnen erst mit der Nahrung sehr geringe Mengen dieses Stoffes zuführte, diese dann steigerte, dann zu geringfügigen Einspritzungen überging, dann diese wieder steigerte, so gelang es ihm, die Mäuse so weit zu immunisieren, daß sie nunmehr das

Tausendfache der ursprünglich tödlichen Dosis Ricin vertrugen. Zweitens aber machte *Ehrlich* in Bestätigung der Behringschen Antitoxinlehre die wichtige Entdeckung, daß sich in dem Blutserum dieser nunmehr auf diese Weise giftfest gemachten Tiere ein Stoff vorfindet, der das Ricin im Reagenzglas so unschädlich macht, daß es keine Wirkung mehr auf die roten Blutkörperchen ausübt. Nebenbei ist dann auch seine allgemeine Giftwirkung vollkommen erloschen. *Ehrlich* nahm aber die viel leichter abzustufende und quantitativ erkennbare Wirkung auf die roten Blutkörperchen zum Maßstabe, um nunmehr die zahlenmäßigen Beziehungen zwischen dem Gift und dem das Gift neutralisierenden Antitoxin aufzuklären. Er konnte nachweisen, daß das Antiricin des Serums das Ricin nach quantitativen Verhältnissen neutralisiert, nicht etwa zerstört, und daß zwischen Toxin und Antitoxin einfache chemische Beziehungen obwalten müssen. *Ehrlich* hatte damit auch für das Ricin bestätigt, daß die Giftfestigung der Versuchstiere auf der Ausbildung eines in ihrem Blute vorhandenen Antikörpers beruht, eines Antitoxins, das nach quantitativen Gesetzen ebensogut innerhalb wie außerhalb des Körpers das Toxin absättigt und unschädlich macht. Diese Anregung wurde nun im Kochschen Institute mit äußerster Energie weiter bearbeitet. Von *Behring*, sowie von *Ehrlich*, *Wassermann*, *Brieger*, *Proskauer*, *Kitasato* u. a. wurden die Gifte und Gegengifte der verschiedenen Bakterien untersucht, ohne daß es möglich ist, den persönlichen Anteil *Ehrlichs* an diesen Arbeiten im einzelnen festzustellen. Als Hauptresultat ergab sich jedenfalls, daß *Ehrlichs* Analogisierung des Ricins mit den Bakteriengiften völlig berechtigt und sehr fruchtbringend war, weil sie die Erscheinung der Immunität und der Antitoxinbildung als ein allgemeines biologisches Anpassungsphänomen aufdeckte. Besonders verknüpft ist *Ehrlichs* Name mit der Konstatierung der Vererbbarkeit der erlangten Immunität, der Auffindung der Antitoxine in der Milch immunisierter Muttertiere, der Untersuchung des Verlaufs der künstlichen Immunisierung usw. usw.

Stand *Ehrlich* bei diesen Arbeiten in einem gewissen Sinne immer noch unter dem Einflusse von *Robert Koch*, so schlug er nun vollkommen selbständige Wege ein, als es sich nach wenigen Jahren darum handelte, die Beziehungen zwischen dem Diphtheriegift und dem Diphtherieantitoxin noch viel genauer herauszuarbeiten, um sichere Grundlagen für die Bewertung der Heilkraft des fabrikmäßig hergestellten Serums zu bekommen. Es stellte sich dabei heraus, daß das Diphtheriegift nicht etwa ein einfaches Gift ist, sondern aus mehreren verschiedenen Giften besteht, und es ergaben sich bei der Untersuchung der quantitativen Beziehungen dieser Toxine zu dem Antitoxin Verhältnisse von geradezu ungeheuerlicher Kompliziertheit. Die

Arbeit, die dabei von *Ehrlich* geleistet worden ist, ist sowohl theoretisch, wie auch experimentell mit das Großartigste und Schwierigste, was auf diesem Gebiete überhaupt ausgeführt worden ist. Aber das Resultat dieser mühevollen Arbeiten, bei denen nicht weniger als zehntausend Meerschweinchen geopfert werden mußten, war doch das, daß es gelang, die Beziehungen zwischen dem Diphtheriegift und seinem Gegengift derart aufzuhellen, daß kein Zweifel mehr über die therapeutische Wirksamkeit eines bestimmten Diphtherieheils-*serumpräparates* mehr obwalten konnte.

Neben diesem praktischen Resultat war nun aber das Hauptergebnis dieser Arbeit über das Diphtheriegift und dessen Antitoxin, daß *Ehrlich* die von ihm schon vorher in den Grundzügen aufgestellte *Seitenkettentheorie* nunmehr als Grundgesetz der Immunitätslehre in allen Details ausarbeiten konnte und damit wieder eine Waffe gewonnen hatte, die ihm bei den sehr bald einsetzenden Arbeiten über kompliziertere blutlösende Gifte, die echten *Hämolytine*, eine Aufklärung der hier womöglich noch schwierigeren Verhältnisse allein ermöglichen konnte. Der Kern der Seitenkettentheorie war die bereits vorher erwähnte Grundanschauung *Ehrlichs*, daß ein Giftstoff eben nur dann wirken kann, wenn er in der Zelle haptophore Gruppen vorfindet, und daß nur in dem Fall, daß überhaupt eine Bindung an den Zellrezeptor erfolgt, eine Wirkung des Toxins, in diesem Falle also des Bakterientoxins erfolgen kann. Die wesentliche Erweiterung indes dieser Theorie war nun die Anwendung auf die Frage nach der Natur der Antitoxine. Nach der *Ehrlichschen* Seitenkettentheorie sind diese Antitoxine, die in dem Serum des immunisierten Tieres aufzufinden sind, nichts anderes denn losgerissene Zellrezeptoren, die unter der Reizwirkung des Giftes in der Zelle im Übermaß produziert, abgestoßen, und da sie, noch mit der passenden Haptophore versehen, in der Blutbahn kreisen, nunmehr geeignet sind, das Toxin abzufangen, bevor es sich an eine lebende Zelle heranmachen und diese vergiften kann.

Man müßte eine komplette Geschichte der Immunitätsforschung der letzten zwanzig Jahre schreiben, wollte man darauf näher eingehen, in welcher Weise die *Ehrlichsche* Hypothese auf allen Gebieten dieser Wissenschaft fruchtbringend gewirkt hat. Nicht zum mindesten trug natürlich dazu bei, daß sie von vielen Seiten abgelehnt wurde, und daß nunmehr die Gegner sich bemühten, Material gegen diese Theorie heranzuschaffen, demgegenüber wieder von *Ehrlich* und seinen Schülern neue Beweise für die Theorie herausgebracht werden mußten. So bildet also in den nächsten Jahrzehnten die Seitenkettentheorie sozusagen das Schlachtfeld, auf dem sich *Ehrlich* und seine Freunde (*Morgenroth*, *H. Sachs* usw.) einerseits, seine Gegner, insbesondere die Schule des Institut *Pasteur* (vor allem *Metschnikoff* und

Bordet) in Paris andererseits bemühen, in die dunklen Geheimnisse der Anpassungsvorgänge einzudringen, welche wir zusammenfassend als Immunitätslehre bezeichnen. Insbesondere drehte sich dann später der Streit um die außerordentlich interessanten und komplizierten Vorgänge, die sich vollziehen, wenn wir lebende Zellen eines fremden Organismus, insbesondere also Blutzellen in einen anderen Organismus hineinbringen. Auch dann treten Abwehrkörper ein, die diese eingedrungenen zelligen Schädlinge vernichten sollen, die sogenannten *Cytotoxine*, die aber deswegen komplizierter gebaut sein müssen, weil sie ja nicht, wie die Antitoxine, nur die Funktion haben, ein Toxin zu binden und unschädlich zu machen, sondern weil sie das zellige Element außerdem noch zerstören sollen. Infolgedessen haben diese Schutzstoffe selbst wieder eine kompliziertere Struktur. Sie enthalten außer den notwendigen Rezeptoren, die zu den Rezeptoren der fremden Zelle passen, noch einen weiteren Hilfsstoff, das sogenannte Komplement der Sera, das sich an die eigentlichen Immunkörper bindet. Es ergeben sich hier ganz außerordentlich komplizierte Verhältnisse, und daß es überhaupt möglich gewesen ist, die gefundenen Tatsachen zu gruppieren und ein Bild von den Vorgängen zu machen, verdankt man ausschließlich der so viel beredeten *Ehrlichschen* Seitenkettentheorie. Sie hat sich demgemäß als Arbeitshypothese, als theoretisches Fundament zu neuen experimentellen Studien so fruchtbar erwiesen, wie nur je eine der berühmten Hypothesen. Und wenn es der Astronomie als besonders wertvolles Resultat gilt, daß auf Grund theoretischer Berechnungen *Leverrier* die Existenz des Planeten Neptun vorhersagte und seine Lage so bestimmte, daß man ihn finden konnte, so hat die *Ehrlichsche* Theorie ebensowohl das Verdienst, Tatsachen vorausgesagt zu haben, die daraufhin gerichtete Experimente bestätigen konnten. Und das ist alles, was man von einer guten Hypothese verlangen kann. Es ist ein prinzipieller logischer Fehler, darüber zu diskutieren, ob eine Hypothese *richtig* ist oder nicht. Eine Hypothese hat keinen anderen Zweck als vorhandene Tatsachen zu erklären. Erst in dem Moment, wo eine Tatsache auftaucht, welche die Hypothese nicht mehr erklären kann, dann erst ist sie als unrichtig hingestellt. Und selbst dann, wenn in späterer Zeit die *Ehrlichsche*, zugegebenermaßen an einzelnen Stellen recht komplizierte, Hypothese durch eine einfachere Hypothese verdrängt werden wird, die ebensogut wie sie die Tatsachen der Immunitätslehre erklärt, so wird *Ehrlichs* Verdienst dadurch auch nicht im mindesten beeinträchtigt. Seine Theorie hat bei der Ausdehnung auf andere ähnliche Probleme bisher die Probe bestanden, wenn sie auch an einzelnen, nicht ihren innersten Wesenskern betreffenden Punkten abgeändert worden ist. Es sei noch erwähnt, daß die gesammelten Arbeiten von *Ehr-*

lich über die Immunitätsforschung als besonderer Band im Jahre 1903 erschienen sind.

Kurze Zeit darauf hat *Ehrlich* das Gebiet der Immunitätsforschung, soweit es sich um Bakteriengifte und Hämolyse usw. handelt, dauernd verlassen und sich anderen, wenn auch ähnlichen Problemen zugewendet. Eine Zeitlang hat er sich, auf Grund einer äußeren Anregung, sehr intensiv mit der Biologie der *bösartigen Geschwülste* befaßt und auch hier (z. T. in Gemeinschaft mit *Apolant*) sehr wesentliche Resultate erzielt.

In praktischer Beziehung ist das Resultat der *Ehrlichschen* Krebsarbeiten das wichtigste, daß es ihm gelang, die Virulenz der an Tieren gelegentlich aufzufindenden Tumoren, besonders der Mäuse, derartig zu steigern, daß es nunmehr möglich ist, Stämme von Mäusekrebsen zu züchten, die, auf die Versuchstiere überpflanzt, mit absoluter Sicherheit dort angehen. Nur diese Sicherheit, daß ein transplantierte Tumor auf dem Versuchstier mit Sicherheit Boden schlägt und in ihm weiter wächst, gibt ja die Möglichkeit, die Bedingungen zu untersuchen, unter welchen bei Tieren eine mehr oder weniger große Resistenz oder eine Art Immunität gegen die Tumoren entstehen kann. Auch über die Ursachen dieser Immunität und die Biologie der Tumoren überhaupt hat *Ehrlich* gearbeitet, doch ist es nicht möglich, an dieser Stelle genauer auf seine Ideen und Versuche einzugehen. Jedenfalls geht aus seinen und aus den parallellaufenden Versuchen anderer Forscher hervor, daß man mit einem großen Maß von Berechtigung die Krebszellen als echte Parasiten ansehen kann, in gewisser Beziehung vergleichbar den Bakterien: daß sie also biologisch anderer Natur sind als die normalen Körperzellen. Diese neue Erkenntnis ist fundamental wichtig für die Möglichkeit der chemotherapeutischen Bekämpfung der Tumoren, wie wir noch sehen werden. Ferner gelang es *Ehrlich*, den Übergang eines Karzinoms in ein Sarkom zu zeigen.

Nachdem *Ehrlich* diese Arbeiten bis zu einem gewissen von ihm erwünschten Abschluß gebracht hatte, wandte er nunmehr den allergrößten Teil seiner Arbeitskraft wiederum auf ein neues Gebiet, das er wohl selbst als die letzte und höchste Synthese seiner Lebensarbeit betrachtet, die *Chemotherapie*. *Ehrlich* ging von der Grundidee aus, daß, wenn man zwei biologisch sehr weit voneinander abstehende Zellarten hat, man einen Giftstoff würde finden müssen, der zu der einen Zellart eine sehr große und zu der anderen Zellart eine sehr kleine Verwandtschaft besitzt; mit anderen Worten, der auf die Zellart, mit der er verwandt ist, eine außerordentlich energische Giftwirkung ausübt, während er die andere Zellart gänzlich unbeeinflusst läßt, oder, was ja eventuell genügen würde, nur einen minimalen Einfluß auf sie ausübt. In das Praktische übersetzt, bedeutet

das Ziel dieser Bestrebungen folgendes: Wenn in dem Organismus eines Tieres sich lebende Parasiten befinden, ob es nun Bakterien oder Protozoen sind, so gehören diese einer so weit von der Normalzelle des tierischen Körpers differenzierten Zellart an, daß nach den *Ehrlichschen* Grundanschauungen die theoretische Möglichkeit besteht, man könnte innerhalb des tierischen Körpers *Parasiten durch geschickt ausgewählte Gifte vernichten, ohne der tierischen Mutterzelle irgendwelchen Schaden zuzufügen*. Man könnte also lernen, wie *Ehrlich* sich ausdrückt, „chemisch zu zielen“. Sozusagen als Vorbereitung für diese Arbeiten machte *Ehrlich* umfangreiche Versuche im Reagenzglas. Er suchte Stoffe, die auf Bakterien und Protozoen im Reagenzglas eine energisch keimtötende Wirkung ausübten, die aber bei der Einführung in den Organismus nur unbedeutende Giftigkeit entfalten. Es gelang leicht, eine Reihe solcher Stoffe aufzufinden. Viel schwieriger war es dann, die Parasiten im Körper selbst zu treffen, ohne die Körperzellen zu schädigen, also dem Problem der „inneren Desinfektion“ nachzustreben. Es erwies sich sehr bald, daß viele Stoffe, die im Reagenzglas stark keimtötend sind, aus den verschiedensten Gründen dies im Organismus absolut nicht sind, wenigstens wenn man mit Dosen arbeiten will, die dem Körper noch keinen Schaden zufügen. Es erwies sich dann überhaupt, daß wenigstens vorläufig das Problem der Vernichtung lebender Bakterienzellen im Inneren des Organismus noch nicht mit Erfolg angegriffen werden kann. *Ehrlich* wandte deshalb seine Tätigkeit ganz der anderen großen Gruppe von Parasiten zu, nämlich den *Protozoen*, vor allen Dingen der Gruppe der Trypanosomen und der Spirochaeten. Und hier wurde sein rastloses Bemühen schließlich mit vollem Erfolge gekrönt. Er fand Stoffe von der gewünschten Art in zwei grundverschiedenen Bezirken der chemischen Gruppierungen, nämlich in einigen *Farbstoffen der aromatischen Reihe* und vor allen Dingen in den *Arsenpräparaten*. Hier konnten wieder die ursprünglichen Ideen *Ehrlichs*, die Verknüpfung von Konfiguration und Wirkung ihre schönsten Triumphe feiern. Nachdem man einmal festgestellt hatte, daß in diesen beiden Gruppen chemischer Substanzen die Kräfte zu finden sind, die man suchte, konnte man nun daran gehen, die gewünschten Eigenschaften durch systematisches Abändern der Konstitution der Körper immer mehr zu vertiefen und zu verstärken. *Ehrlich* ließ von seinen verständnisvollen Mitarbeitern im Georg-Speyer-Haus, unter denen an dieser Stelle nur *Bertheim* genannt sein mag, sowie unter tätiger Mitwirkung der Großindustrie, vor allem der Höchster Farbwerke und von Dr. *Benda* i. Fa. *L. Cassella & Cie.* eine sehr große Zahl von Stoffen herstellen, welche die entscheidenden Gruppierungen enthalten; und alle diese Stoffe

wurden nun in unendlich mühevollen Arbeiten bei den verschiedensten Infektionen mit Trypanosomen und Spirochaeten geprüft. Das Ziel blieb immer dasselbe: Herabsetzung der Giftigkeit für die tierischen Zellen, also Herabsetzung der „*Organotropie*“, neben einer immer größeren Intensivierung der Giftigkeit für die Parasiten, der *Parasitotropie*. Daß es Ehrlich nun in der Tat gelungen ist, einige solche Mittel zu finden, die das Ziel erreichen, welche die lebenden Protozoen im Tierkörper töten, ohne den Zellen des Tierkörpers selbst nennenswerten Schaden zuzufügen, ist ja heute jedermann bekannt. Am wichtigsten haben sich, bis jetzt wenigstens, die komplizierten organischen Arsenverbindungen erwiesen. Und von diesen sind wieder von den trypanociden Mitteln die wichtigsten das Atoxyl und das Arsacetin, und von den Mitteln, welche die Spirochaeten töten, als das berühmteste aller von Ehrlich herstammenden Mittel, das *Salvarsan*. Daß wir in diesem ein neues, viel versprechendes Mittel zur Bekämpfung der Syphilis gewonnen haben, und daß gerade dieser große, von Ehrlich zielbewußt erreichte Erfolg es gewesen ist, der ihn auf den höchsten Gipfel des Ruhmes gehoben hat, haben wir ja bereits in der Einleitung erwähnt. Die Theorie, die Ehrlich diesen Erscheinungen der ausgesprochenen Spezifität chemischer Körper zugrunde legt, ist nur eine Abwandlung seiner immer wiederholten Grundanschauung. Nur diejenigen Zellen, die passende Rezeptoren für den betreffenden Giftstoff haben, werden überhaupt von ihm in nennenswerter Weise angegriffen, während andere gar nicht tangiert werden. Hat also ein Stoff nur Verwandtschaft mit den Chemorezeptoren der Protozoenzellen, so wirkt er eben giftig auf die Protozoen, während er auf die Tierzelle, zu der er keine Verwandtschaft hat, gar keinen oder ganz unbedeutenden Einfluß hat. Daß diese Theorie sich auch in fast unveränderter Form auf die Karzinomzellen übertragen läßt, danken wir dem Erfolg August von Wassermanns, dem es ja bekanntlich gelungen ist, die Mäusetumoren im Organismus durch die Zufuhr bestimmter Selenverbindungen zu vernichten, ohne die tierische Zelle irgendwie zu schädigen. Und daß es sehr viele Stoffe gibt, die diese Differenzierung zwischen Tierzelle und Tumorzelle bewirken, zeigen die bekannten Versuche von Neuberg und Caspari, die ja zahlreiche Mittel gefunden haben, um Mäusetumoren zur Vernichtung zu bringen. Daß die Ehrlichschen Arbeiten über die Beziehungen zwischen den Parasiten und den Giften noch mehr interessante biologische Anpassungen verschiedenster Art aufgedeckt haben, sei hier nur im Flüge erwähnt. So die eigenartige Tatsache, daß die Parasiten selbst allmählich gegen die Giftstoffe immun werden können, anscheinend dadurch, daß sie eben ihre Chemorezeptoren zum Teil oder gänzlich einbüßen. Dadurch würde dieses Phänomen der Re-

sistentwerdung von Parasiten in einen merkwürdigen Zusammenhang rücken mit dem Problem der natürlichen Giftfestigkeit vieler Tiere gegen Bakterientoxine, die auch in der Hauptsache darauf beruht, daß eben diese Tiere keine passenden Rezeptoren für die Bakteriengifte besitzen.

Daß Ehrlich mit seinen bisher publizierten Mitteln noch nicht das letzte Wort gesprochen hat, steht wohl fest. Wenn auch z. B. beim Rückfallfieber und der Framboesia das Salvarsan tatsächlich in vielen Fällen das leistet, was Ehrlich von ihm erhofft hat, nämlich mit einer einzigen Einspritzung sämtliche Spirochaeten zu töten, und den Menschen zu dauernder Gesundheit zu bringen, ohne ihm Schaden zu stiften, so ist doch dieses Ziel bei der Lues viel schwieriger zu erreichen; jedoch ist im Frühstadium ein hoher Prozentsatz vollkommener „abortiver“ Heilungen erzielt worden. Auch andere Forscher sind fleißig an der Arbeit; und das neue hoffnungsreiche Gebiet der Chemotherapie, die Vernichtung schädlicher Parasiten im lebenden Körper selbst, wird wohl noch das Feldgeschrei der nächsten Generation bilden.

Schon aus diesen naturgemäß ganz aphoristischen Ausführungen wird sich auch der Fernstehende ein Bild davon machen können, wie unendlich viel die biologische Wissenschaft Paul Ehrlich verdankt. Das, was ihn zu einem so außerordentlich erfolgreichen Forscher gemacht hat, das ist die seltene Vereinigung aller derjenigen Eigenschaften, die einen großen Gelehrten ausmachen. Daß er über eine reiche Phantasie verfügt, die ihn befähigt, ungeheure Kluft zwischen den einzelnen festgestellten Tatsachen mit Gedankenbrücken zu verbinden, haben wir bereits in den einleitenden Worten erwähnt. Das ist zwar eine sehr schätzenswerte, aber nicht die entscheidende Eigenschaft eines großen Gelehrten. Dazu gehört ferner noch ein sehr großes, und vor allen Dingen sehr sicher fundiertes und sehr klar geordnetes Wissen, dazu gehört weiter ein ausgesprochenes Experimentiergeschick, dazu gehört weiter ein nicht zu geringes Feldherrntalent, das heute bei den großen und schwierigen, nur mit Hilfe zahlreicher Mitarbeiter möglichen Arbeiten durchaus nicht an Bedeutung zu unterschätzen ist, dazu gehört ferner eine klare und sichere Kritik der eigenen Versuche und der Einwände der anderen, und dazu gehört ferner als nicht am geringsten zu schätzende und vielleicht am seltensten zu findende Eigenschaft jener wunderbare, unglaublich große Optimismus, der Ehrlich immer wieder befähigt hat, ohne irgendwelche Bedenken sich an die größten, schwersten und verantwortungsvollsten Arbeiten heranzumachen. Wohl konnte er seiner Leistungsfähigkeit trauen, aber doch gibt es viele, die vor den gewaltigen Problemen, die er sich gestellt hat, zurückgeschreckt sind,

Nun, zum Glück für die Wissenschaft hat *Paul Ehrlich* es niemals an diesem Mute fehlen lassen. Er hat sich immer nur an die ganz großen Probleme herangemacht. Und wenn er, wie naturgemäß, auch nicht alles zur restlosen Lösung gebracht hat, so hat er doch überall durch seine Arbeiten neue Wege gezeigt und neue Fundamente gelegt. Alles in allem betrachtet, ist er unzweifelhaft der originellste unter allen großen Biologen unserer Zeit. Keiner geht so absolut eigene, oft überraschende Wege, keiner verbindet eine so erstaunliche Fähigkeit, weit entlegene Dinge miteinander zu verknüpfen, mit einem so hartnäckigen Festhalten an einer einmal als richtig befundenen Grundidee, und keiner hat so die Meisterschaft, für das vorliegende Problem die spezielle Fragestellung und die richtige Durchführung der Versuche zu finden und gegen eine Welt von Gegnern zu verteidigen. Wer ihn nur aus seinen Arbeiten kennt, der kann sich von seiner ganzen Eigenart gar kein richtiges Bild machen. Nur wer ihm persönlich etwas näher getreten ist, wer das Glück gehabt hat, von ihm selbst Anregung zu empfangen, kann ihn in seiner ganzen Wesensart einigermaßen verstehen. Er ist jedenfalls eine Persönlichkeit im besten Sinne des Wortes. Und wenn es mir in den vorstehenden Zeilen gelungen ist, von dieser ganz eigenartigen großen Persönlichkeit auch dem Fernerstehenden ein Bild zu geben, so sollte es mich freuen, einen kleinen Teil der Dankeschuld abgetragen zu haben, einen kleinen Teil der Anregungen weiter gegeben zu haben, die ich *Paul Ehrlich* verdanke.

Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs biologische Forschungen.

Von Prof. Dr. Leonor Michaelis, Berlin.

Die Entdeckungen unserer großen Forscher haben stets eine Geschichte, die nur psychologisch verstanden werden kann. Fast niemals ist eine große Entdeckung dadurch zustande gekommen, daß der Forscher den Vorsatz faßte, gerade sie zu machen. Fast immer *entstehen* die Probleme erst im Lauf der Forschung. Was den Forscher zur Arbeit treibt, ist die Vorliebe für eine ganz bestimmte Betätigungsart seines Geistes oder die Vorliebe für etwas ganz Materielles, mit dem er sich gern beschäftigt. Derartige „Interessen“ hat jeder Mensch, aber die Ausstattung mit einer besonderen Begabung, tief in die Dinge einzudringen, verbunden mit der Intuition, die ausfüllbaren Lücken zu erkennen und die zurzeit hoffnungslosen Probleme von sich zu stoßen, bildet erst die Ergänzung zum Forscher. Die Phantasie spielt bei ihm eine ebenso große Rolle wie beim Künstler; nur hat sie mehr eine vorbereitende

Rolle und ist in den fertigen Produkten der Wissenschaft nicht mehr so offen erkennbar wie in denen der Kunst.

Wollen wir dem bewegenden Moment nachspüren, das den heute gefeierten Forscher angetrieben hat, so gibt es nur eine Antwort: es ist die *Vorliebe zur Farbe*.

Zahllose Menschen werden durch sie dahin geführt, Maler zu werden. So befriedigen sie naturgemäß am leichtesten ihr Bedürfnis, Farben zu sehen und zusammenzustellen. Bei einem Forschergeist wie *Ehrlich* hatte diese natürliche Vorliebe eine ganz andere Wirkung. Bei ihm verband sich die Liebe zur Farbe nicht mit dem Bedürfnis, künstlerisch zu bilden; ihn trieb es, in seinem Berufe, der Medizin und Biologie, *um jeden Preis die Farbe anzuwenden*; selber neue Farbstoffe chemisch herzustellen; die Ursache der Färbung aufzuklären und die hierbei gewonnenen Erkenntnisse auf alle Gebiete anzuwenden, mit denen sein Beruf ihn in Berührung brachte.

Eine solche Kombination ist gewiß selten, und sie hat Seltenes hervorgebracht. Histologie und Farbe! Heute scheint es uns, *durch ihn*, ganz geläufig. Aber damals! Immunitätslehre und Farbe! Der Zusammenhang ist dem Uneingeweihten gewiß heute noch nicht durchschaulich. Chemotherapie und Farbe! Wenn ein chemischer Körper von Hause aus ungeeignet erscheint, um als Arzneimittel zu dienen, so ist es ein Farbstoff. Und *Ehrlich* hat aus einem Farbstoff eins der berühmtesten Heilmittel der Gegenwart gemacht.

Die erste Tat *Ehrlichs* ist die Entdeckung der „Mastzellen“. Sie wurde dadurch ins Leben gerufen, daß *Ehrlich* seine geliebten Farbstoffe dazu benutzte, um alle möglichen Gewebe zu färben. Sicher hat er es von vornherein in wissenschaftlicher Absicht getan. Aber wohin ihn der Weg führen würde, das konnte, als er damit anfang, weder er noch ein anderer ahnen. Er betrat die in damaliger Zeit befremdend wirkende Methode und er ließ niemals wieder von ihr ab, weil ihm die *Farbe* immer wieder Freude machte. Ich habe noch es vor nicht so langer Zeit erlebt, daß *Ehrlich* sich an einem schön gefärbten Mastzellenpräparat gar nicht satt sehen konnte. Dieser Freude ist es zu verdanken, daß er uns mit einer Fülle von Entdeckungen auf dem Gebiet der Histologie, insbesondere der des Blutes, beschenkt hat. Er hat seine Methode mit solchem Erfindungsgeist durchgeführt, daß alle anderen Untersuchungen über die Histologie des Blutes, was Erfindung anbetrifft, dagegen klein erscheinen müssen. Mit Hilfe der Farbstoffe fand er die Mastzellen, die eosinophilen Zellen, die neutrophilen Zellen, den Ursprung der weißen Blutkörperchen im Knochenmark, die Beziehungen von Knochenmark, Milz und Lymphdrüsen zur Leukämie.

Fast noch erstaunlicher aber sind die Entdeckungen der vitalen Färbungen. Es gehörte eine unerschöpfliche Zuneigung zu den Farbstoffen dazu, um immer wieder jeden von der Chemie gelieferten neuen Farbstoff Tieren zu injizieren und die sehr wenigen brauchbaren Vitalfarbstoffe auszuspielen. Der Anblick des so schön gefärbten Tieres trieb ihn immer wieder dazu. Die vitale Färbung der Nerven durch Methylenblau, der Zellkörnchen durch Neutralrot, und in den letzten Jahren die sonderbare Aufspeicherung des Pyrrholblau in gewissen Zellen, die der leider so früh verstorbene Goldmann untersucht hat, sind die bedeutendsten Früchte dieser Forschung.

Aber er will die Tiere nicht nur färben, sondern auch sehen, wie ihre Lebensfunktionen auf die Farbstoffe reagieren. So entstand schon 1885 ein fundamentales Werk, der Ausgangspunkt seiner zweiten Forschungsrichtung: das „Sauerstoffbedürfnis des Organismus“. Was ihn zu diesem Thema trieb, war die Tatsache, daß die Farbstoffe unter Wirkung von Reduktionsmitteln erblassen und durch den Sauerstoff wieder in voller Pracht hervorkommen. Dieses Spiel beobachtete er auch, wenn er den Tieren die Farbstoffe injizierte, und er demonstrierte so auf eine sehr originelle Weise die Reduktions- und Oxydationsprozesse der lebenden Zelle. Und hier macht er zum ersten Male den für ihn charakteristischen Sprung und überträgt Ideengänge, die er aus der Farbstoffchemie gelernt hat, auf die Biochemie. Wie der Farbstoff durch Reduktion und Oxydation reversible Änderungen durchmacht, so schreibt er auch dem Protoplasma das „Janusgesicht“ zu, nach Bedarf der Reduktion oder der Oxydation zugänglich zu sein.

Noch einen zweiten großen Sprung von der Farbstoffchemie in die Biochemie macht er zum ersten Male bei dieser Gelegenheit, und in ausgedehnterem Maße später. Ein Farbstoff muß zwei Eigenschaften haben; er muß gefärbt sein und muß zweitens färben, d. h. an der Faser haften bleiben. Diese beiden Eigenschaften sind nicht immer miteinander verbunden, sondern sie erfordern die gleichzeitige Anwesenheit von zwei Atomgruppierungen im Molekül; eine „chromophore Gruppe“: sie verleiht dem Molekül die Färbung; und eine „haptophore Gruppe“: sie gibt ihm die Fähigkeit, an der Faser zu haften. So schreibt er auch den Toxinen zwei Atomgruppierungen zu: die „ergophore Gruppe“, der Träger der toxischen Wirkung, und die „haptophore Gruppe“, die sich mit der Zelle verankert; er sucht nach den Toxoiden, die sich nur binden und nicht giftig sind, um die Selbständigkeit dieser zwei Gruppen nachzuweisen.

Und hiermit kommen wir überhaupt auf den Begriff der „Seitenkette“ und die daraus entwickelte „Seitenkettentheorie“. Der Begriff der Seitenkette wird von ihm in kühner Weise direkt aus der Farbstoffchemie übernommen. Beim

Benzolkern, beim Anilin, sprach man von jeder von Seitenketten; bei Toxinen, beim Protoplasma war Ehrlich der erste, der mit diesem Begriff operierte.

So hat ihn die dauernde Beschäftigung mit den Farbstoffen direkt in seine zweite Forschungsperiode, die Immunitätslehre, geleitet, ja man möchte sagen, getrieben.

Wollen wir, in etwas schematisierter Weise, noch eine dritte Forschungsperiode Ehrlichs unterscheiden, so ist es die *Chemotherapie*. Hier ist der Zusammenhang mit den Farben wohl noch deutlicher! Seine ersten chemotherapeutischen Versuche machte er noch in früheren Jahren, im Zusammenhang mit den Vitalfärbungen. Die Bemühungen, gerade die Farbstoffe therapeutisch nutzbar zu machen, haben ihn zur Chemotherapie geführt. Aus der späteren Zeit brauche ich nur Namen wie *Trypanrot*, *Trypanblau* zu nennen, um die dauernde und erfolgreiche Synthese und therapeutische Verwendung neuer Farbstoffe zu beleuchten.

Und auch das *Salvarsan* ist ja eigentlich ein Farbstoff! Es ist gelb, chemisch den Azofarbstoffen analog konstituiert, es sind nur an die Stelle der Stickstoffatome Arsenatome gesetzt. Die ganze Denkungsweise, die ihn zu seiner Synthese führte, war nur dem gewiegten Farbstoffchemiker möglich; weder die Chemie der Eiweißkörper, noch der Fette, noch der Kohlehydrate, noch der Alkaloide hätte jemals auf den Weg des Salvarsan führen können; und diese alle hätten doch den meisten Biologen viel näher gelegen. Kaum einen hätte es gegeben, der nicht geglaubt hätte, durch die Beschäftigung mit den Azofarbstoffen vom Wege der Biologie abzukommen!

Aber das Zeichen des großen Forschers ist es, sein Ziel nicht allzu frühzeitig abzustecken; wohin er auch geht, überall findet er zur Seite des Weges Lücken, die nur er ausfüllen kann. Und das möge Ehrlich weiter wie bisher, noch recht lange tun!

Die Begründung der experimentellen Chemotherapie durch Paul Ehrlich¹⁾.

Von Prof. Dr. J. Morgenroth, Berlin.

Ehrlichs chemotherapeutische Forschungen, welche — neben der Geschwulstforschung — im letzten Jahrzehnt fast seine gesamte Tätigkeit in Anspruch nahmen, stellen wohl den Höhepunkt seines Schaffens dar. Wir wollen damit nicht der großen und für die Medizin so ungemein wichtigen Entdeckung eines Heilmittels etwa den ersten Rang unter Ehrlichs wissenschaftlichen Leistungen einräumen; vielmehr ist es die *Gesamtheit* der von ihm auf dem

¹⁾ Siehe den Aufsatz „Die experimentelle Chemotherapie usw.“ Diese Zeitschr. 1913, Heft 26, S. 609.

Gebiet der Chemotherapie geschaffenen Arbeit, die geniale Verknüpfung von Chemie und Biologie, von hohem Gedankenflug und sorgfältigster Organisation der Einzelarbeit, die den Forscher hier auf dem höchsten Gipfel seiner Leistungen zeigt. Wer Ehrlichs Gesamtarbeit im Zusammenhang verfolgt hat, weiß, daß ihm hier die stets erstrebte Vereinigung von Chemie und Biologie in einem Maße gelungen ist, das man früher kaum erhoffen konnte.

Das von Ehrlich geschaffene Wort „Chemotherapie“ bezeichnet neue wissenschaftliche Ziele und eine neue Methodik; daß diese ihre Vorläufer haben, ist selbstverständlich und wir hatten an dieser Stelle (l. c.) erst vor kurzem Gelegenheit, darauf hinzuweisen.

Auch auf dem Gebiet der Chemotherapie stützte sich Ehrlich, wie schon vielfach bei früheren biologischen Forschungen, zunächst auf die Chemie der Farbstoffe, die er in ihrer Entwicklung Schritt für Schritt verfolgt hatte und durchaus als Fachmann beherrschte. Die eigenartige Vereinigung chemischer und biologischer Arbeitsrichtung, die in Ehrlich geradezu einen neuen Forschertypus gestaltet, bildet die Grundlage der gewaltigen Leistung, wie sie Ehrlich im Verein mit ausgezeichneten Chemikern und Biologen als Mitarbeitern vollbracht hat.

Diese innige Vereinigung von Chemie und Biologie kam auch in der neuen Organisation zum Ausdruck, die Ehrlich dank der Stiftung von Frau Franziska Speyer in dem Georg Speyer-Haus in Frankfurt a. M. ins Leben rufen durfte. Hier war von Anfang an das engste Zusammenwirken von Chemie und Biologie vorgesehen und Ehrlich konnte ein Programm verwirklichen, das auch für die fernere Entwicklung der Chemotherapie grundlegend sein dürfte. Es ist als ein besonders glückliches Geschick Ehrlichs zu betrachten, daß es ihm in entscheidenden Momenten nicht an einer kräftigen, die Verwirklichung neuer Gedanken ermöglichenden Förderung fehlte. Wie das Georg Speyer-Haus seinen chemotherapeutischen Arbeiten, so hatte etwa ein Jahrzehnt früher das durch Althoffs Initiative vom preußischen Staate begründete Institut für experimentelle Therapie seinen Immunitätsarbeiten die günstigste Stätte geboten.

Ehrlich verhehlte sich keineswegs, daß auf einem so neuen Gebiet, wie es die experimentelle Chemotherapie darstellt, vor allem vielseitige tastende Versuche notwendig sind und daß bei aller rationellen Überlegung die ersten Anfänge eines Erfolges doch in hohem Maße vom Zufall abhängen. War aber einmal eine Gruppe chemischer Verbindungen erkannt, die in einem ihrer Repräsentanten eine therapeutische oder prophylaktische Wirkung bei irgendeiner experimentellen Infektion zeigte, dann mußte auch die Chemie, leistungsfähig gemacht durch geeignete Laboratorien und große Geldmittel, entscheidend ein-

greifen. Die Ausgangssubstanzen sind chemisch nach den verschiedensten Richtungen hin zu variieren, es müssen neue Gruppen eingeführt, andere eliminiert werden; aus der Vielheit von Verbindungen hat dann wieder der biologische Versuch die optimale herauszugreifen.

Es war hauptsächlich das Gebiet der organischen Arsenverbindungen, welches in dem chemischen Laboratorium des Georg Speyer-Hauses systematisch bearbeitet wurde; hier wurde die Grundlage einer Chemotherapie der Arsenverbindungen geschaffen, die nicht nur in ihrer Methodik und in den theoretischen Ergebnissen vorbildlich war, sondern vor allem auch durch die Darstellung des Dioxydiamidoarsenobenzol (Salvarsan) den ersten und bis jetzt bedeutendsten praktisch-therapeutischen Erfolg dieser Richtung vorbereitete.

Was die biologische Seite der Chemotherapie betrifft, so bildete, wie so häufig, ein technischer Fortschritt den Ausgangspunkt für die rapide Entwicklung. Hier war es die von Laveran und Mesnil in die Versuchstechnik eingeführte Verwendung der mit Trypanosomen infizierten weißen Maus. Die Trypanosomen, parasitische Protozoen aus der Klasse der Flagellaten, hatten gerade als Erreger der Schlafkrankheit und wichtiger Erkrankungen der Haustiere in tropischen Ländern ein besonders hohes praktisches Interesse erlangt, so daß auch von dieser Seite her genug Anregung zu experimenteller Arbeit vorlag. Auf Mäuse übertragen und in ihrer Virulenz genügend gesteigert, führen diese Parasiten zu einer in wenigen Tagen tödlich verlaufenden Blutinfektion, so daß die denkbar günstigsten und einfachsten Bedingungen für den Heilungsversuch vorliegen. Die Trypanosomen werden von Maus zu Maus durch Injektion eines trypanosomenhaltigen Bluttröpfens unter die Haut übertragen, der Verlauf der Krankheit ist mit fast absoluter Sicherheit vorauszusagen; der jeweilige Stand der Infektion läßt sich bei mikroskopischer Untersuchung des frischen Blutes leicht beurteilen nach der Zahl der Parasiten, die durch ihre Größe und lebhafte Beweglichkeit schon bei schwacher Vergrößerung bequem zu erkennen sind.

Der systematisch durchgeführte Trypanosomenversuch an der weißen Maus bildet bis heute die wichtigste biologisch-technische Grundlage der experimentellen Chemotherapie, wenn er sie auch keineswegs mehr vollständig beherrscht. So spielt auch die chronisch verlaufende Infektion der Kaninchen mit Trypanosomen eine Rolle in der Versuchstechnik. Ehrlich und sein Mitarbeiter Hata zogen die Spirillose in den Kreis ihrer systematischen Untersuchungen; die Hühnerspirillose erwies sich als ein besonders günstiges Versuchsobjekt, ebenso zeigte sich die Infektion des Kaninchens mit der Syphilisspirochaete, der Maus mit den Spirillen des Rückfallfiebers geeignet für experimentell-chemotherapeutische Forschung. Die systemati-

sche chemische Arbeit, speziell auf dem Gebiet der Arsenverbindungen, war wohl hier das entscheidende Moment, das schließlich zu theoretisch und praktisch gleich bedeutenden Erfolgen führte. Neuerdings spielen auch bakterielle Infektionen in der Chemotherapie eine recht wichtige Rolle (l. c.).

Nachdem schon Laveran und Mesnil erkannt hatten, daß die Trypanosomeninfektion der Maus, wenn auch nur vorübergehend, therapeutisch beeinflusst werden kann — sie beobachteten eine Wirkung der arsenigen Säure und des menschlichen Serums —, erschien Ehrlichs erste chemotherapeutische Mitteilung über Versuche, die er gemeinsam mit seinem Mitarbeiter Shiga ausgeführt hatte. In engem Zusammenhang mit Ehrlichs altem Thema „chemische Konstitution, Verteilung und Wirkung“ hatten Ehrlich und Shiga den Einfluß von gewissen Azofarbstoffen (Benzidinfarbstoffe) auf die Infektion der Maus mit den Trypanosomen des Mal de Caderas untersucht. Gerade diese Benzidinfarbstoffe hatten schon lange Ehrlichs Aufmerksamkeit erregt, da sie wochenlang, ohne ausgeschieden zu werden, in Geweben und Blut der Versuchstiere verweilen. Unter diesen Farbstoffen zeigte ein leicht löslicher Repräsentant, der unter dem Namen „Trypanrot“ bekannt geworden ist, eine besonders günstige Wirkung auf die Infektion, und es gelang sogar, durch eine einmalige Behandlung Versuchstiere dauernd zu heilen. Unter sehr zahlreichen, von Ehrlich und seinen Mitarbeitern untersuchten Benzidinazofarbstoffen erwies sich das Trypanrot als der geeignetste. Später wurde in dieser Richtung durch Mesnil und Nicolle ein bedeutender Fortschritt erzielt; in gründlichen Untersuchungen fanden diese Forscher in dem „Trypanblau“ einen dem Trypanrot überlegenen Farbstoff aus der gleichen Klasse, der inzwischen zur erfolgreichen praktischen Bekämpfung einer wichtigen, auf Protozoeninfektion beruhenden Tierseuche, der Piroplasmose, Verwendung gefunden hat.

Den Benzidinfarbstoffen als chemotherapeutisch wirksamen Agentien schloß sich bald eine weitere Farbstoffklasse an, die der Triphenylmethanfarbstoffe. Nachdem schon von anderer Seite (Wendelstadt und Fellmer) die chemotherapeutische Wirkung des Malachitgrün bei Trypanosomeninfektion erkannt war, untersuchte Ehrlich mit seinen Mitarbeitern eine große Zahl verwandter Farbstoffe und fand schließlich, daß einem der einfachsten Repräsentanten dieser Farbstoffklasse, dem Parafuchsin und noch mehr einem als „Trypanosan“ bezeichneten halogenierten Derivat desselben die relativ stärksten trypanociden Wirkungen zukommen.

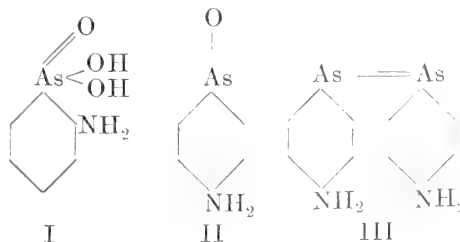
Den breitesten Raum in Ehrlichs chemotherapeutischen Forschungen nehmen die Untersuchungen auf dem Gebiete der Arsenverbindungen ein, die bekanntlich in den größten praktischen Erfolgen gipfelten, aber auch rein wissenschaftlich

die bedeutendsten Resultate zeitigten. Ehrlichs Untersuchungen gingen hier von einer organischen Arsenverbindung aus, die unter dem Namen Atoxyl bei der Behandlung der menschlichen Schlafkrankheit eine wichtige Rolle spielte, und die auch im Tierversuch sich als wirksam gegenüber Trypanosomen erwiesen hatte.

Einer Weiterentwicklung systematischer chemotherapeutischer Forschung über das Atoxyl hinaus stand ein Hindernis auf rein chemischem Gebiet im Wege; die Art, wie es Ehrlich beseitigte, ist charakteristisch für seine Arbeitsweise. Die Darsteller des Atoxyl hatten dieses nämlich als ein Anilid der Metaarsensäure aufgefaßt, eine Verbindung, welche der chemischen Variation kaum irgendwelchen Angriffspunkt bieten konnte. Andauernde chemische Beschäftigung mit dem Präparat ließen in Ehrlich Zweifel an der Richtigkeit dieser Konstitutionsbestimmung entstehen und eine gemeinsam mit Berthelm vorgenommene gründliche chemische Untersuchung führte zu der Erkenntnis, daß die bis dahin als richtig angenommene Konstitution nicht zutrifft, daß vielmehr eine freie Amidogruppe vorhanden ist, und daß das Atoxyl das Natriumsalz der p-Amidophenylarsinsäure (Arsanilsäure) darstellt. Mit dieser Erkenntnis der wahren Konstitution des Atoxyl war der Bann gebrochen, denn eine Verbindung dieser Art gab weitgehende Anregung zu chemischer Variation und von der Stammsubstanz, der Phenylarsinsäure, aus ergab sich eine unabsehbare Reihe fruchtbarer chemisch-synthetischer Entwicklungen.

Die nächstliegende Hoffnung, durch Einführung des Essigsäurerestes in die freie Amidogruppe des Atoxyl eine Entgiftung dieser Verbindung zu erreichen, erfüllte sich nicht in dem gewünschten Maß. Das so entstandene „Arsacetin“ ist zwar im Tierversuch weniger giftig und wirksamer als das Atoxyl, zeigte jedoch bei der Anwendung beim Menschen dieselbe tückische Giftwirkung wie jenes.

Die wichtigsten Typen organischer Arsenverbindungen, welche in der Folge die Grundlage für Ehrlichs hervorragende theoretische und praktische Ergebnisse bildeten, lassen sich von der in ihrer Konstitution richtig erkannten Arsanilsäure ableiten, und zwar erscheinen sie als Reduktionsprodukte derselben. Die untenstehenden Formeln lassen die strukturellen Grundzüge und die Beziehungen dieser drei Typen untereinander leicht erkennen.



Geht man von der p-Amidophenylarsinsäure (Formel I) aus, so sind die beiden Typen der aufeinander folgenden Reduktionsstufen als p-Amidophenylarsenoxyd (Formel II) und als p-Amidophenylarsenobenzol (Formel III) zu bezeichnen. Der markanteste chemische Unterschied zwischen dem Typus I einerseits, den Typen II und III andererseits besteht darin, daß durch die Reduktion das fünfwertig gebundene Arsen nunmehr dreiwertig gebunden ist. Als das wichtigste Ergebnis, welches Ehrlich aus dem systematischen Studium dieser und zahlreicher anderer, eigens dargestellter Arsenverbindungen und ihrer chemotherapeutischen Wirkung erschließen konnte, erscheint folgende Erkenntnis: *Eine direkte chemotherapeutische Wirkung kommt lediglich denjenigen Typen organischer Arsenverbindungen zu, in welchen das Arsen dreiwertig gebunden ist* (Typus II und III).

Mit dieser Gesetzmäßigkeit steht dem Anschein nach die Tatsache in Widerspruch, daß die Verbindungen mit fünfwertigem Arsen, wie sie sich von der Arsanilsäure ableiten, im Organismus eine chemotherapeutische Wirkung ausüben. Den Widerspruch hat Ehrlich durch scharfsinnige Überlegungen und Untersuchungen aufgeklärt, indem er zeigte, daß diesen Derivaten eine unmittelbare Wirkung auf die Trypanosomen nicht zukommt, sondern daß sie nur in dem Maße, wie sie innerhalb des Organismus durch Reduktion in Verbindungen mit dreiwertigem Arsen übergeführt werden, eine trypanocide Wirkung entfalten.

Im Verlauf der hier nur in aller Kürze geschilderten chemotherapeutischen Studien Ehrlichs und seiner Mitarbeiter zeigten sich völlig neuartige *biologische Erscheinungen*, deren theoretische und experimentelle Erforschung wohl zu den glänzendsten Leistungen Ehrlichs gehört: die *Arzneifestigkeit* und die *Serumfestigkeit* der Trypanosomen. Es sei hier zunächst die Arzneifestigkeit besprochen.

Bei der Behandlung trypanosomeninfizierter Mäuse mit chemotherapeutischen Agentien ergab sich bald eine auffallende Beobachtung. Wenn einige Zeit, nachdem das Blut der Mäuse frei von Trypanosomen geworden war, ein Rezidiv eintrat und die Trypanosomen, welche sich nur in gewissen Organen konserviert hatten, von neuem im Blut erschienen, so war es zunächst möglich, durch die gleiche Dosis desselben Mittels die Trypanosomen von neuem zum Verschwinden zu bringen. Auch beim zweiten Rezidiv gelang dies noch, beim dritten Rezidiv trat vielleicht nur eine geringe Verminderung in der Zahl der Trypanosomen ein und es bedurfte einer erhöhten Dosis, um auch nur einen vorübergehenden Erfolg zu erzielen. Auch bei Verimpfung auf ein neues Versuchstier blieben die Trypanosomen schwerer beeinflussbar als zuvor. Nach weiterer Behandlung wuchs die Resistenz immer mehr, die Dosis mußte gesteigert werden, und nach einer Anzahl von Wochen, wenn die systematische Steigerung der Dosis noch weitergeführt war, konnte man

die Trypanosomen auch durch die größten Mengen des chemotherapeutischen Agens, die überhaupt angewandt werden konnten, nicht mehr beeinflussen. *Es erlangten also die Trypanosomen in relativ kurzer Zeit einen Zustand der „Arzneifestigkeit“.*

Es handelt sich hier um eine *dauernde Veränderung der Mikroorganismen*, die auch anhält, wenn sie schon lange nicht mehr mit dem chemotherapeutischen Agens, welches die Arzneifestigkeit hervorgerufen hat, in Berührung gekommen sind. In Hunderten von Tierpassagen und durch ungezählte Generationen von Trypanosomen bleibt die Arzneifestigkeit erhalten. *Es ist also durch die Festigung gegen ein trypanocides Agens eine dauernde, vererbte Veränderung der Trypanosomen erzielt worden.* Diese Eigenschaft, arzneifest zu werden, ist übrigens keineswegs ausschließlich auf die Trypanosomen beschränkt, sie kommt auch Bakterien und Spirillen zu; bei den letzteren scheint allerdings eine Festigung gegen trypanocide Arsenverbindungen nur sehr langsam und schwierig zustande zu kommen. *Das rein biologische Interesse* an diesen Erscheinungen ist ein sehr großes und bei den noch in keiner Weise erschöpften oder auch nur einigermaßen ausgenützten experimentellen Möglichkeiten ein dauerndes. Wir lernen eine Wandlungsfähigkeit und Plastizität der Mikroorganismen, speziell der Trypanosomen, kennen, wie sie auf dem Gebiet der experimentellen Biologie wohl bis dahin noch nicht beobachtet worden ist.

Für alle *praktisch-therapeutischen Bestrebungen* auf dem Gebiete der Chemotherapie bildet die *Entdeckung der Arzneifestigkeit* einen *Wendepunkt*. Der neue Faktor muß mit allem Nachdruck in Rechnung gestellt werden und er gibt uns vor allem Aufschluß über die Ursache gewisser Mißerfolge der praktischen Therapie. Besonders bei der *Behandlung der Schlafkrankheit* dürfte die rasch sich entwickelnde Arzneifestigkeit der Trypanosomen eine besonders verhängnisvolle Bedeutung haben. Das Versagen der Atoxylbehandlung beim Eintreten von Rezidiven ist der unheilvolle Ausdruck dieses biologischen Phänomens.

Die volle Erkenntnis der Bedeutung, welche der Arzneifestigkeit zukommt, war für Ehrlich der Anlaß, als Ideal chemotherapeutischer Bestrebungen ein Heilverfahren zu fordern, welches mit einem Schlag, durch einmalige Behandlung sämtliche Parasiten, im Blut wie in den Geweben, vernichtet. Es ist klar, daß eine solche *„Therapia sterilisans magna“*, so wie sie die Entstehung eines Rezidivs ausschließt, auch das Eintreten einer Festigkeit ein für allemal nicht in Frage kommen läßt. Ohne Zweifel ist dieses Ziel bei allen Infektionen, bei welchen die Rezidiventstehung eine besondere Rolle spielt, erstrebenswert, so vor allem bei Protozoen- und Spironemeninfektionen. Daß es in der praktischen Chemotherapie beim Menschen erreicht werden kann, ist bekannt. Es sei hier vor

allem auf die Behandlung des Rückfallfiebers mit Salvarsan und auf die gleiche Therapie bei der Framboesie, einer in bezug auf Ätiologie und Symptome der Syphilis ähnlichen tropischen Krankheit, hingewiesen.

Was nun das eingehendere Studium der Arzneifestigkeit betrifft, so konnte und mußte vor allem die Frage gestellt werden, ob die *neuerworbene Unempfindlichkeit der Trypanosomen gegenüber chemotherapeutischen Agentien eine spezifische sei oder nicht*. Wir verfügen ja über eine Reihe von Substanzen, die trypanocid wirken, aber in bezug auf Zusammensetzung und Aufbau des Moleküls grundverschieden sind, wie die schon genannten Benzidinfarbstoffe, die Triphenylmethanfarbstoffe, die Arsenverbindungen. Hierzu kommen u. a. die von Plimmer und seinen Mitarbeitern zuerst als stark trypanocid wirkend erkannten Verbindungen des Antimons, unter denen der Brechweinstein und das Antimontrioxyd (*Kolle*) eine hervorragende Stelle einnimmt. Es fragt sich nun vor allem, ob der Zustand der Arzneifestigkeit, wie er durch Behandlung der Trypanosomen mit einer dieser Substanzen erworben wird, etwa nur der Ausdruck einer allgemeinen Resistenzerhöhung gegen schädigende Einflüsse chemischer Art ist, oder ob er nur gegen die zur Festigung benutzte Substanz selbst oder etwa gegen die chemisch abgrenzbare Klasse, welcher diese angehört, gerichtet ist; mit anderen Worten, ob diese Arzneifestigkeit unspezifisch oder ob sie mehr oder weniger streng spezifisch ist.

Im Prinzip muß diese wichtige Frage auf Grund von Ehrlichs und seiner Mitarbeiter Untersuchungen dahin beantwortet werden, daß hier eine *weitgehende Spezifität besteht, und daß die Festigungsreaktion der Trypanosomen vom chemischen Gesichtspunkt aus als eine Reaktion auf bestimmte Gruppen chemischer Verbindungen aufgefaßt werden muß*. Wurde z. B. ein Trypanosomenstamm gegen Arsacetin gefestigt, so zeigte sich, daß derselbe keinerlei Änderung seiner Empfindlichkeit gegenüber trypanociden Substanzen aus den beiden Farbstoffklassen erlitten hatte. Wurde andererseits durch systematische Behandlung mit einem Benzidinfarbstoff, z. B. Trypanrot, eine maximale Festigkeit der Trypanosomen erzielt, so trat keine Veränderung in der Reaktion der Parasiten auf Arsenverbindungen und Triphenylmethanfarbstoffe ein. Ebenso zeigte endlich die Festigkeit gegen Triphenylmethanfarbstoffe im Verhältnis zu den beiden anderen genannten Klassen ihren streng spezifischen Charakter.

Das Studium der Arzneifestigkeit deckte also eine *ungemein vielseitige Variabilität* dieser Mikroorganismen auf, die durch bestimmte Eingriffe mit erstaunlicher Leichtigkeit in eine definierte Richtung zu lenken war, und zwar so, daß zwischen dem die Veränderung auslösenden Agens und dieser selbst bestimmte Beziehungen bestehen. Mit den angeführten Fällen sind die spezifischen Arzneifestigungen noch nicht er-

schöpft, denn je ausgedehnter unsere Kenntnis neuer chemotherapeutisch wirksamer Körperklassen wird, desto mehr spezifisch gerichtete Abarten dieser Arzneifestigkeit treten uns entgegen; es sei hier nur noch an die besonders leicht eintretende Festigung gegen Chinaalkaloide erinnert.

Wenn nun auch die in großen Zügen feststehende Spezifität als wichtiges ordnendes Prinzip für dieses durch die Mannigfaltigkeit seiner Äußerungen zunächst verwirrende Phänomen der Arzneifestigkeit Geltung hat, so bietet es doch im einzelnen eine Fülle komplizierter Verhältnisse, die auch nur einigermaßen zu klären, Ehrlichs ganzen Scharfsinn in Anspruch nahm. Dies gilt ganz besonders für die *Festigkeitserscheinungen in bezug auf die chemotherapeutisch wirksamen Verbindungen des Arsens und des Antimons*. Es bedurfte großer experimenteller Ausdauer, um auf diesem verwinkelten Gebiet einigermaßen Ordnung zu schaffen, auf der anderen Seite boten sich aber gerade hier Angriffspunkte für eine erfolgreiche theoretische Betrachtung des Festigkeitsproblems. Es sei hier nur ein Beispiel angeführt, da es unmöglich ist, das ganze Gebiet in engem Rahmen zu behandeln.

Ehrlich festigte einen Trypanosomenstamm in der oben geschilderten Weise gegen Arsacetin, bis derselbe auch von den größten im Tierversuch anwendbaren Dosen nicht mehr angegriffen wurde. Untersuchte er nun das Verhalten dieses Stammes gegenüber Arsenophenylglycin, einem Derivat des Arsenobenzols, und gegenüber dem Brechweinstein als einer Antimonverbindung, so zeigte der Stamm unveränderte Empfindlichkeit. Es bedurfte erst einer systematischen Behandlung mit Arsenophenylglycin, um auch gegen dieses Festigkeit zu erzielen, während die Empfindlichkeit gegen Antimon nach wie vor erhalten blieb. Antimonfestigkeit trat merkwürdigerweise erst dann auf, als der Trypanosomenstamm schließlich mit arseniger Säure behandelt wurde, ohne daß gegen letztere selbst eine Festigkeit erzielt wurde.

Ehrlich hat nun mit Erfolg versucht, diesen verwinkelten Verhältnissen, wie sie bei der Festigung der Trypanosomen und im besonderen bei der Ausbildung der Arsenfestigkeit hervortreten, durch eine Hypothese gerecht zu werden, welche man kurz als die *Theorie der Chemoreceptoren (Chemoceptoren)* bezeichnen kann.

Daß eine theoretische Anschauung als ordnendes Prinzip für die Fülle der Erscheinungen, welche hier nur zum kleinsten Teil wiedergegeben werden können, notwendig ist, ist einleuchtend und nicht minder klar ist es, daß sie zunächst an die Spezifität der Arzneifestigkeit anknüpfen muß. Die Festigung gegen jede besondere Klasse trypanocider Agentien erscheint als ein selbständiger Vorgang, als eine unabhängige biologische Funktion des Protoplasmas, die zunächst am besten an verschiedene Orte des-

selben zu verlegen ist. Es ergibt sich die Notwendigkeit, für die verschiedenen Klassen chemotherapeutisch wirksamer Substanzen verschiedene Angriffsstellen im Protoplasma der Trypanosomen zu statuieren.

Dies geschieht nun durch Ehrlich in einer Weise, die die Verwandtschaft mit seiner das Gebiet der Immunitätsvorgänge umfassenden Receptorentheorie erkennen läßt. Er nimmt an, daß die Einwirkung der chemotherapeutischen Agentien nur unter der Voraussetzung erfolgt, daß dieselben an diesen bevorzugten Orten des Protoplasmas eine *Bindung* erfahren; diese Funktion findet ihren Ausdruck in der Bezeichnung der Orte als *Chemoceptoren*. Offenbar liegt, in ganz analoger Weise wie auf dem Gebiet der Immunitätslehre, ein außerordentlich großer Reichtum an derartigen Chemoceptoren vor, der um so größer erscheint, je mehr chemotherapeutisch wirksame Klassen von Verbindungen bekannt werden.

Die *Entstehung einer Arzneifestigkeit* der Trypanosomen betrachtet nun Ehrlich als *Funktion der Chemoceptoren* dieser Organismen. Der Entstehung der Arzneifestigkeit entsprechen ganz bestimmte Veränderungen des bindenden Substrates, des Chemoceptors, für die betreffende Klasse von Verbindungen, die ihren Ausdruck in einer Verringerung der Bindungsfähigkeit des Receptors für die betreffende Substanz, in einer *Herabsetzung der Affinität des Chemoceptors* für das chemotherapeutische Agens finden. Wenn so die allmähliche Ausbildung der Arzneifestigkeit bedingt ist durch eine fortschreitende Verminderung der spezifischen Affinität der Chemoceptoren, so würde der höchste Grad von Arzneifestigkeit einem vollständigen Schwinden der Affinität oder — anders ausgedrückt — einer absoluten Einziehung der verankernden Chemoceptoren entsprechen. An diese Grundtheorie der Chemoceptoren ist noch eine Reihe von Nebenhypothesen angepaßt, auf die hier einzugehen zu weit führen würde. Für das eigenartige Verhalten des Arsenophenylglycins, das oben erwähnt wurde, zieht Ehrlich das Vorhandensein eines weiteren Chemoceptors heran, der gleichsam den auf alle Arsenverbindungen eingestellten Arsenoceptor unterstützt. So kommt es, daß nach partieller Einziehung des Arsenoceptors, wie sie in dem oben angeführten Beispiel durch die Behandlung der Trypanosomen mit Arsacetin zustande kommt, zwar dieses selbst nicht mehr gebunden wird, wohl aber das Arsenophenylglycin, da dem Arsenoceptor durch den zweiten, auf einen in dieser Verbindung vorhandenen Essigsäurerest eingestellten Receptor (Acetioceptor) noch die Verankerung ermöglicht wird. Die Chemoceptorentheorie bietet als Ganzes eine eigenartige Vermischung rein chemischer und biologischer Elemente, wie sie schon in Ehrlichs Immunitätstheorien zutage tritt, nur daß hier die chemische Seite klarer

hervortritt durch die Anlehnung an die Strukturchemie organischer Verbindungen.

Diese Beziehungen sind von besonderer Bedeutung bei der Betrachtung einer von Ehrlich und seinen Mitarbeitern *Neven, Kudicke* und *Gonder* bearbeiteten Gruppe von Erscheinungen, die zu einer Erweiterung des oben aufgestellten chemotherapeutischen Spezifitätsbegriffes führen müssen. Es zeigte sich nämlich, daß auch in der Reihe der Acridinfarbstoffe (hier kommt besonders das von Ehrlichs Mitarbeiter *Benda* dargestellte Trypaflavin in Betracht), ebenso der Oxazine, Thiazine und Selenazine, Verbindungen mit trypanocider Wirkung vorkommen. Und nun ergaben weitere Untersuchungen, daß zwischen der *Arsenfestigkeit* und der Festigkeit der Trypanosomen gegenüber *dieser Farbstoffgruppe* die engste Beziehung besteht, daß die Festigung gegen Arsenverbindungen gleichzeitig zur Festigung gegen diese Farbstoffe führt und daß umgekehrt eine Festigung gegen diese Farbstoffe — die besonders rasch und leicht, sogar schon nach einmaliger Behandlung eintreten kann — zugleich die Arsenfestigkeit involviert. Nach neueren, interessanten Versuchen *Gonders* aus Ehrlichs Laboratorium kann sogar bei Trypanosomen, welche durch systematische Vorbehandlung mit Arsenikalien nach und nach verschiedene Grade von Arsenfestigkeit erworben haben, die Festigkeit gegenüber den Farbstoffen durch das färberische Verhalten der Trypanosomen unmittelbar zur Anschauung gebracht werden. Während normale Trypanosomen durch die betreffenden Farbstoffe noch während des Lebens *gefärbt* werden, sind die gefestigten Trypanosomen nicht mehr imstande, sie aufzunehmen.

Nun sind alle Farbstoffe, welche die eben geschilderten Eigenschaften zeigen und welche durch das Festigkeitsphänomen in engste Beziehung zu den Arsenverbindungen gesetzt werden, unter sich durch die Eigenschaft verbunden, daß sie nach dem Typus „orthochinoider“ Verbindungen konstituiert sind. Hieraus ergibt sich im Rahmen der Chemoceptorentheorie auf einfache Weise die Lösung des scheinbaren Widerspruchs gegen das Prinzip der Spezifität, indem man annimmt, daß der Arsenoceptor der Trypanosomen zugleich die Fähigkeit besitzt, eine große Reihe „orthochinoider“ Substanzen zu binden.

Es ist nur eine natürliche Konsequenz der eben geschilderten Auffassung, daß Ehrlich das Vorhandensein von Chemoceptoren nicht nur auf das Protoplasma der Parasiten beschränkt, sondern daß er auch dem Organismus der höheren Tiere, welche die Parasiten beherbergen, entsprechende Chemoceptoren zuschreibt. Demnach besteht bei jeder Einführung einer chemotherapeutisch wirksamen Substanz in den infizierten Organismus ein Wettstreit, der durch die Affinitäten der Chemoceptoren des Parasiten einerseits, des höheren Organismus andererseits be-

dingt wird. Heilwirkung und Giftwirkung werden durch dieses Verhältnis der Chemoceptoren in gewisse Beziehungen gebracht, die ihren Ausdruck in dem sogenannten chemotherapeutischen Koeffizienten, dem Verhältnis der toxischen zur wirksamen Dosis, finden. Der „Parasitotropie“ der chemotherapeutisch wirksamen Substanzen steht ihre „Organotropie“ gegenüber, beides der Ausdruck einer Funktion gleichartiger Chemoceptoren. Die Empfehlung der Kombinations-therapie, d. h. der gleichzeitigen chemotherapeutischen Verwendung von Verbindungen aus verschiedenen Klassen durch Ehrlich beruht auf Überlegungen, die sich aus der Betrachtung der Organotropie und der Parasitotropie ergeben. Geht man bei der Auswahl der zu kombinierenden Mittel von dem Chemoceptorenprinzip aus, so ergibt sich klar die von Ehrlich aufgestellte Forderung, daß man Arzneimittel kombinieren muß, welche an verschiedenen Chemoceptoren angreifen. Auf diese Weise wird eine verstärkte Wirkung gegenüber den Parasiten erzielt, während zu gleicher Zeit der Organismus einer gesteigerten Schädigung nicht unterliegt, da gemäß der Verteilung seiner verschiedenartigen Chemoceptoren über verschiedene Organbezirke eine Summation schädigender Einflüsse ausbleibt.

Von hervorragender praktischer Bedeutung ist die Frage, ob die Arzneifestigkeit der Trypanosomen und anderer parasitärer Protozoen auch den geschlechtlichen Entwicklungszyklus überdauert, den diese Mikroorganismen bei der Übertragung von Mensch zu Mensch durch Insekten im Körper dieser letzteren durchmachen. Versuche, die Gonder in Ehrlichs Laboratorium mit einem Rattentrypanosoma und dessen Überträger, einer Rattenlaus (*Haematopinus spinulosus*) anstellte, beantworteten die Frage im negativen Sinn. Sollte dieses Ergebnis von allgemeiner Geltung sein, so würde eine Gefahr, die für ganze Länder durch unvollkommene chemotherapeutische Behandlung von Mensch und Tier drohen könnte, in Wegfall kommen.

An die Entdeckung der Arzneifestigkeit schloß sich die Erkenntnis eines biologischen Phänomens von überraschender Eigenart an, der *Serumfestigkeit*. Ebenso wie die Trypanosomen eine geradezu wunderbare Wandlungsfähigkeit bei Berührung mit chemisch bekannten Arzneimitteln bewiesen, so zeigten sie eine noch erstaunlichere *Reaktionsfähigkeit gegenüber den spezifischen Antikörpern*, jenen vom Organismus gebildeten, in ihrem Wesen völlig unbekannten Substanzen.

Ehrlich und seine Mitarbeiter konnten im Laufe ihrer chemotherapeutischen Untersuchungen bald feststellen, daß beim Zugrundegehen von Trypanosomen innerhalb des Organismus, wie es bei Heilversuchen stattfindet, entsprechend einer allgemein gültigen Gesetzmäßigkeit *spezifische Antikörper* gebildet werden, welche unter

geeigneten Bedingungen zu deren Abtötung führen. Das so häufige Auftreten der *Rezidive* nach chemotherapeutischen Heilversuchen brachte man zunächst mit dem Auftreten dieser Antikörper in Beziehung; man nahm an, daß nach Vernichtung der Hauptmenge der Trypanosomen einzelne derselben in inneren Organen (Milz, Knochenmark) der Zerstörung entgehen, daß sie aber an der erneuten Vermehrung durch die neugebildeten, im Blute zirkulierenden Antikörper gehindert würden. Erst mit dem Verschwinden dieser Antikörper würde wieder die Möglichkeit zur Entwicklung und damit die Vorbedingung zum Rezidiv gegeben.

Im Gegensatz zu dieser einfachen und nächstliegenden Auffassung ergaben Ehrlichs eindringende Untersuchungen das erstaunliche Resultat, daß der *Eintritt des Rezidivs trotz des Vorhandenseins reichlicher Antikörper* erfolgt. Dies wird dadurch möglich, daß die Trypanosomen sich an die im Blut vorhandenen Antikörper anpassen; sie werden in ähnlicher Weise wie beim Zustandekommen der Arzneifestigkeit fest gegen die spezifischen Antikörper, oder, wie man sich im Anschluß an Ehrlich meist ausdrückt, *serumfest*.

Die Trypanosomen, welche also bei der Entstehung eines Rezidivs von neuem im Blut auftauchen, sind von den ursprünglichen Trypanosomen in bezug auf die Immunitätsreaktion verschieden, so zwar, wie man dies früher als für verschiedene Arten charakteristisch annahm. Derartige „Rezidivstämme“ sind gegen die durch den Ausgangsstamm ausgelösten Antikörper ebenso unempfindlich, wie es der Ausgangsstamm gegen die durch Rezidivstämme ausgelösten Antikörper ist. Die Zahl der aus einem Ausgangsstamm entstehenden Rezidivstämme kann offenbar groß sein, und diese wieder können sich durch die Immunitätsreaktion so unterscheiden, als ob sie verschiedenen Arten von Trypanosomen angehörten.

Besonders bemerkenswert ist, daß diese *Entstehung der Serumfestigkeit*, die Verwandlung in den Rezidivstamm, mit *außerordentlicher Schnelligkeit* stattfinden kann und daß schon eine ganz kurze Berührung der Trypanosomen mit dem antikörperhaltigen Serum genügt, um sie hervorzurufen. Dieser rasche Umschlag biologischer Eigenschaften wurde von Ehrlich wohl mit Recht als ein *Mutationsvorgang* aufgefaßt.

Auf die höchst interessanten *theoretischen Vorstellungen*, welche sich Ehrlich von dem Zustandekommen dieser *Serumfestigkeit* bildete, kann nur ganz kurz eingegangen werden. Die Voraussetzung derselben ist — ebenso wie bei Ehrlichs Immunitätstheorie — die, daß die spezifische Antikörperwirkung auf Trypanosomen entsprechend einer allgemein geltenden Gesetzmäßigkeit durch Receptoren ihres Protoplasmas bewirkt wird, welche die Fähigkeit besitzen, die im Serum enthaltenen Antikörper zu verankern.

Die normale Funktion dieser Receptoren ist entsprechend den allgemeinen Prinzipien der Ehrlichschen Theorie eine ernährungsphysiologische; sie sind bestimmt, die Nahrungsstoffe der Trypanosomen aufzunehmen und werden deshalb (im Gegensatz zu den Chemoceptoren) als „*Nutriceptoren*“ bezeichnet.

In dem ursprünglichen Trypanosomenstamm ist nun eine bestimmte einheitliche Art von Nutriceptoren reichlich vorhanden. Diese lösen die Bildung von Antikörpern aus, durch deren Bindung an die Nutriceptoren wiederum eine schwere Störung der Ernährung der Mikroorganismen entstehen würde, wenn nicht diesen die Fähigkeit zukäme, mit einem Schlage die vorhandenen durch eine neue Art Nutriceptoren zu ersetzen. Im weiteren Ausbau dieser Vorstellung ist es Ehrlich gelungen, den eigenartigen Verlauf und die schließliche Spontanheilung rezidivierender Erkrankungen, wie des Rückfallfiebers, seiner Theorie vortrefflich einzuordnen.

Neben der bewundernswerten Leistung Ehrlichs auf chemischem Gebiete, die naturgemäß in einer so kurzen zusammenfassenden Darstellung nicht voll gewürdigt werden kann, dürfte die experimentelle und theoretische Beherrschung der beiden großen biologischen Grundphänomene, der *Arzneifestigkeit* und der *Serumfestigkeit*, seiner überragenden Leistung auf dem Gebiet der Chemotherapie in biologischer Richtung das Gepräge geben. Die Lehre von den Chemoceptoren und den Nutriceptoren wird noch mancherlei Ausgestaltung und Umgestaltung erfordern, kein Forscher auf dem großen und schwierigen Gebiet wird aber unterlassen können, zu ihr und damit zu Ehrlichs Gesamtleistung Stellung zu nehmen.

Daß es Ehrlich gelungen ist, als Frucht seiner Arbeit der Menschheit eines der wertvollsten Heilmittel zu schenken, wird ihm als unvergängliches Verdienst für alle Zeiten angerechnet werden. Unsere Aufgabe war es hier nicht, diesen eminenten praktischen Erfolg zu rühmen. Vielmehr erscheint sie uns eigentlich erst dann gelöst, wenn der Leser den Eindruck gewinnt, daß Ehrlichs Leistung als Forscher auch ohne den praktisch-medizinischen Erfolg nicht minder groß wäre. Ihm gebührt das Verdienst, als Ergebnis seiner Lebensarbeit der Naturwissenschaft ein neues, unermeßliches Gebiet eröffnet zu haben, das auch in ferner Zukunft kein Forscher betreten wird, ohne einen Hauch seines Geistes zu verspüren.

Salvarsan und Syphilis.

Von Prof. Dr. C. Bruck, Breslau.

Nicht wie so mancher, der, während er das allgemeine Feld pflügte, plötzlich ein Goldkorn findet, oder wie der, dessen Hirn ein plötzlich erleuchtender Gedanken-

strahl entflammt, der sich fassen und zu nutzbringender Form wandeln läßt — nicht so hat uns Ehrlich seine „Entdeckungen“ geschenkt. Seine Taten sind vergleichbar denen eines Schützen, welcher seine Waffe, die Leistungen seiner Geschosse, die Wege, die sie nehmen müssen, genau kennt und dessen Auge nur immer ein bestimmtes Ziel sieht, dessen Erreichung ihm Endzweck ist. Zuerst irren die Geschosse vielleicht ins Leere, aber immer enger wird der Kreis ihrer Bahn, immer größer die Zahl der Treffer, bis dann endlich, von der durch Beobachtung und Erfahrung gelenkten Hand des Schützen entsendet, der Meisterschuß ins Schwarze gelingt.

Nicht aus Zufallsentdeckungen setzt sich Ehrlichs Lebenswerk zusammen, sondern mühevoller, auf ein von vornherein ins Auge gefaßtes Ziel gerichteter, auf bestimmten Voraussetzungen aufgebauten Arbeit sind seine Erfolge zu danken. So gilt denn der Leitsatz, den er seiner Therapie vorangesetzt hat: „*Wir müssen zielen lernen*“ nicht nur für diese, sondern auch in weiterem, größerem Sinne für sein gesamtes Schaffen.

Gerade aber in der Entwicklung der „Chemotherapie“ kommt so recht das Methodische und Absichtliche der Ehrlichschen Arbeitsweise zum Ausdruck. Denn sie ist die Krönung eigentlich all seiner Studien und Untersuchungen, beginnend mit den spezifischen Färbungen der Mastzellenkörnelung, mit der Verwendung des Methylenblaus für vitale Färbungen, der Farbegemische für die Trennung der verschiedenen Blutzellen bis zur Feststellung, daß auch bestimmte Affinitäten zwischen Chemikalien und Einzelzellen resp. Parasiten bestünden und therapeutisch nutzbar gemacht werden könnten.

„*In systematischer Weise Heilmittel ausfindig machen, die sich als spezifisch gegen die Krankheitserreger gerichtet erweisen, ist die Hauptaufgabe der Chemotherapie.*“ Während im allgemeinen die pharmakologische Wissenschaft chemische Präparate nach ihren toxikologischen und physiologischen Funktionen prüfte, ihre ätiologisch therapeutische Wirkung aber unbeachtet ließ, z. B. die Wirkung des Chinin auf den Magen oder die Niere gesunder Tiere studierte, nicht aber die Tätigkeit des Mittels im malaria-infizierten Tierkörper verfolgte, also eigentlich nur „die leere Bühne“ betrachtete, sieht Ehrlich als ein striktes Erfordernis der Chemotherapie ein Zusammenarbeiten von Chemie und biologischem Tierexperiment an. Auf diese Weise dürfen nicht nur symptomatischen Aufgaben dienende Pharmaka studiert, sondern durch methodische Versuche spezifische Substanzen gesucht werden. Der Weg wurde diesem Bestreben durch die Erfahrungen der Immunitätsforschung gezeichnet. Ebenso aber wie für die Immunitätslehre die in der Arbeit Ehrlichs aus dem Jahre 1885 „Über das Sauerstoffbedürfnis des Organis-

mus“ niedergelegten Anschauungen bahnbrechend geworden sind, so muß diese frühe Arbeit auch als der Ausgangspunkt für die chemotherapeutischen Studien gelten.

Diese Arbeit hatte zunächst den Zweck, die Oxydations- und Reduktionsorte des Organismus genau zu studieren. Zu diesem Zwecke untersuchte Ehrlich zunächst die Verteilungsart des Alizarinblaus bzw. seine Natriumhyposulfitverbindung, die in Wasser löslich ist und bei Gegenwart von reduzierenden Substanzen in Alizarinweiß übergeführt wird. An die Alizarinblaustudien schlossen sich diejenigen mit dem noch leichter reduzierbaren Indophenolblau und mit Methylenblau (*Zentralbl. f. d. med. Wiss.*, 1885). Wenn durch diese Versuche gezeigt werden konnte, wie man mit Hilfe bestimmter Farbstoffe die Reduktionskraft der lebenden, auf der Höhe ihrer normalen Funktion befindlichen Organe genauer bestimmen kann, und wie das lebende Protoplasma eine hohe Sauerstoffaffinität besitzt, so folgte für Syphilis daraus, daß „das funktionierende Protoplasma gleichsam ein Janusgesicht besitzen muß, indem es einerseits durch Vermittlung seiner O-gesättigten Orte bestimmte Verbindungen oxydieren und andere Verbindungen mit Hilfe der ungesättigten Gruppen reduzieren kann“. „Wir dürfen annehmen, daß im lebenden Protoplasma ein Kern von besonderer Struktur die spezifische, eigenartige Zellleistung bedinge und daß an diesem Kern sich als Seitenketten Atome und Atomkomplexe anlagern, die für die spezifische Zelleistung von untergeordneter Dignität sind, nicht aber für das Leben überhaupt. Alles weist darauf hin, daß eben die indifferenten Seitenketten es sind, die den Ausgangs- und Angriffspunkt der physiologischen Verbrennung darstellen, indem ein Teil von ihnen die Verbrennung durch O-Abgabe vermittelt, der andere hierbei konsumiert wird.“

Die sich schon aus diesen Untersuchungen ergebenden Ansichten über den Leistungskern des Protoplasmas, die mit verschiedenen Funktionen ausgestatteten Zellrezeptoren, ihre Bildungsfähigkeit einerseits, die chemische Avidität bestimmter Substanzen andererseits, bilden nicht nur die Basis der so ungemein befruchtenden *Seitenkettentheorie*, sondern legen den Grund zu den *chemotherapeutischen Arbeiten Ehrlichs* bei solchen Krankheiten, bei denen die praktischen Ergebnisse der Immunitätslehre nicht ausreichend waren.

Während aber die geheimnisvolle Werkstatt des Organismus jene „Zauberkugeln“ in Gestalt der Antikörper selbst produziert, die von der Hand des Arztes, ohne die Körperorgane zu treffen, nach den krankheitserregenden Schädlingen abgesandt werden können, mußte dort, wo uns die Naturkräfte nicht hilfreich entgegenkommen, jene Werkstatt in das Laboratorium des Chemikers verlegt werden, dem nun hier eine schwie-

rige Aufgabe zufiel, welche dort vom Organismus scheinbar mühelos geleistet wurde.

Hier bewährte sich nun das Ehrlichsche Leitmotiv: „chemisch zielen lernen“. Wie z. B. das Diphtherie-Antitoxin nur das Diphtheriegift aufsucht, die Organe des Körpers aber unbeeinflusst läßt, so galt es nun, mit chemischen Mitteln nach den Krankheitserregern zu „zielen“, d. h. Substanzen ausfindig zu machen, die möglichst nur parasitotrop wirken und gleichzeitig eine möglichst geringe schädigende Wirkung auf die Organzellen ausüben — eine möglichst geringe Organotropie haben.

„Weit wichtiger für die synthetische Richtung der Pharmakologie dürfte die Kenntnis der Gruppierungen sein, welche für die selektive Verteilung in verschiedenen Organen maßgebend sind. Bei den Naturstoffen und Toxinen nehme ich an, daß es eine einzelne bestimmte Gruppe, die haptophore Gruppe ist, die die Verankerung bedingt. Den körperfremden Substanzen fehlt eine solche Einzelgruppe, und die Gesetze ihrer Verteilung im Organismus sind abhängig von der kombinierten Wirkung der einzelnen Komponenten Will man Organtherapie in diesem Sinne treiben, so wird man zuerst solche Körperklassen aufzusuchen haben, die zu einem bestimmten Organ eine besondere Verwandtschaft haben“ (*Ehrlich*, 1898, *Leyden-Festschr.* Bd. I, 1902).

Daß im Reagenzglas mit größter Leichtigkeit eine „Parasitotropie“ erzielt und mit chemischen Mitteln (Desinfizientien) Krankheitserreger abgetötet werden können, war seit langem bekannt. Die ganze Schwierigkeit des Problems enthüllte sich aber bei der inneren Desinfektion, bei dem Versuch, auch im Tierkörper durch Desinfizientien eine Wirkung zu erzielen. Hier zeigte sich, daß schon viel geringere Dosen, als zur Abtötung der Mikroorganismen nötig sind, das Tier zu töten — mit anderen Worten: daß die Giftigkeit dieser chemischen Mittel für den Tierkörper bedeutend größer ist als für den Parasiten.

Zur Lösung des schwierigen Problems kam nun aber Ehrlich der geniale Gedanke zu Hilfe, welcher sich wie „ein roter Faden“ von Anfang an durch seine gesamten Arbeiten hinzieht: „*Corpora non agunt nisi fixata*.“ Es mußten chemische Substanzen zu finden sein, die chemische Aviditäten zu den Parasitenrezeptoren haben und sich mit ihnen binden, denen aber eine Avidität zu den Organrezeptoren fehlt. Daß derartige Bindungen von chemischen Stoffen an tierische Zellen möglich sind, zeigten die früheren Untersuchungen Ehrlichs über die Verteilung gewisser Vitalfarbstoffe im Organismus. So fand er, daß alle stark sauren Farbstoffe die Gehirnschsubstanz nicht färben, im Gegensatz zu gewissen basischen Farbstoffen, von denen ein Teil zu den Fetten, die ja dem Lecithin und Myelin nahe stehen, Affinität hat. Die Ursache der tinkto-

riellen Eigenschaft basischer Farbstoffe für das Gehirn liegt darin, daß „das alkalische Blut die Farbbasen gleichsam in Freiheit setzt, so daß sie nunmehr von den Fettsubstanzen leicht aufgenommen werden können. Die Farbsäure wird dagegen von den Alkalien des Blutes fest gebunden und ist daher nicht mehr disponibel“ (*Ehrlich, Biolog. Therapie* 1907, vergl. auch: „Zur therapeutischen Bedeutung der substituierenden Schwefelsäuregruppe“, *Therapeut. Monatshefte* 1887).

„Besonders interessant ist in dieser Beziehung das Methylenblau, das eine besondere Verwandtschaft zu den lebenden Nervenfasern besitzt, so daß man an einem frisch ausgeschnittenen Stückchen Gewebe die Verteilung des Farbstoffes bis in ihre feinsten Verästelungen verfolgen kann.“ Dasselbe Bild läßt sich auch am lebenden Tiere (Würmer, Froschembryonen) demonstrieren, bei denen die Anlagen des Nervensystems als feine blaue Ringe mit regelmäßigen Ausläufern festzustellen sind. *Ehrlich* sieht die Methylenblaureaktion als eine allgemeine Eigenschaft der Achsenzylindersubstanz an und hält den S-Gehalt des Methylenblaus für ein die Färbung wesentlich bestimmendes Moment. Die ungleichmäßige Färbung einzelner Nerven beruht auf dem wechselnden Grad der Sauerstoffsättigung sowie auf ihrer chemischen Reaktion. Nur die alkalisch reagierenden und mit O gesättigten Nerven können die Färbung annehmen. Im Hinblick auf die Versuche mit Alizarinblau, das nur sauer reagierende Fasern färbt, glaubt *Ehrlich*, daß im Nervensystem „je nach dem Orte und der Funktion eine vieltönige Abstufung der Alkaleszenzgrade stattfindet, die im Verein mit den Veränderungen der O-Sättigung darüber entscheidet, ob und welche Körper in bestimmten Territorien des Nervensystems aufgenommen werden können“ (*Deutsche med. Wochenschr.* 1886).

Im Gegensatz hierzu hat das Neutralrot nur Avidität zu den Zellgranula. „So habe ich neurotrope, lipotrope und polytrope Farbstoffe unterschieden, je nachdem sie sich im lebenden Organismus . . . speichern“ (*Ehrlich, Dtsch. Ch. Gesellschaft* 1908).

Wie nun also das Methylenblau ganz bestimmte neurotrope Eigenschaften hat, das Neutralrot eine Avidität zu den Zellgranula aufweist, so mußten im Protoplasma der Parasiten ebenfalls Gruppierungen — Chemozeptoren — vorhanden sein, die sich an gewisse Gruppierungen chemischer Substanzen bilden. So erscheint denn die alte Auffassung des *Paracelsus*, daß die Arzneimittel wie „*Spicula*“ an den Organen haften, durch die *Ehrlich*schen Anschauungen in neuem Lichte.

Wie *Ehrlich* nun den von ihm vorgezeichneten Weg der Chemotherapie geschritten ist, wie es ihm durch das genaue Studium der Arzneifeuchtigkeit der Parasiten gelungen ist, ein „therapeutisches Sieb“ zu schaffen, mit Hilfe dessen er

bestimmte chemische Gruppierungen ausschalten oder heranziehen konnte, würde hier zu weit führen. — Wir wenden uns seinen Forschungen über diejenigen Substanzen zu, die bisher die größte, praktische Bedeutung erlangt haben, die

Arsenverbindungen.

Die Tätigkeit *Ehrlich*s ging hier vom Atoxyl aus. Die ersten (unpublizierten) Versuche, die *Ehrlich* mit diesem Präparat anstellte, gehen bis auf das Jahr 1902 zurück, als er *Shiga* beauftragte, das Atoxyl sowohl im Misch- als auch Heilversuch bei Trypanosomiasis zu studieren. Da die Resultate wegen der, wie sich später zeigte, relativ großen Atoxylfestigkeit des verwendeten Stammes nicht befriedigend waren, nahm er die Versuche erst 1905 wieder auf, als *Thomas* bei einem anderen Stamm bessere Wirkung des Atoxyls beschrieben hatte und begann nun das methodische Studium der organischen As-Verbindungen in ihrer Wirkung auf Trypanosomen.

Inzwischen hatten außer *Thomas* auch *Ayres Kopke*, *Broden* und *Rodhain*, *R. Koch* das Atoxyl bei verschiedenen Trypanosomenkrankheiten, auch der Schlafkrankheit, praktisch erprobt und 1907 veröffentlichten, unabhängig von *Ehrlich*, *Uhlenhuth* und seine Mitarbeiter ihre eingehenden Versuche über die Wirkung des Atoxyls bei Trypanosomen und Hühnerspirillen. — Aber für alle diese Forscher war das Atoxyl ein zufällig in den Versuch genommenes Arsenpräparat, und keiner wird sich wohl klar gemacht, vielleicht nicht einmal die Frage aufgeworfen haben, weshalb das arsenhaltige Atoxyl so anders sich verhielt wie die arsenige Säure, und keiner suchte demnach nach Arsenpräparaten anderer Struktur, als sich herausstellte, daß das Atoxyl hochtoxische Eigenschaften, besonders auf den Optikus, habe. So dauerte es denn nicht lange, bis diese therapeutischen Bestrebungen an einen toten Punkt gelangt waren. Denn einerseits war eine weitere praktische Anwendung des Präparats wegen der Erblindungsgefahr ausgeschlossen, andererseits bestand für eine Herabminderung der Toxizität keine Aussicht, da das Atoxyl als Metaarsensäureanilid galt und daher als chemisch schwer veränderbar angesehen werden mußte. — Keiner auch dachte daran, daß eben von der chemischen Struktur des arsenhaltigen Komplexes die therapeutische Wirksamkeit wie die Giftigkeit für den Organismus abhinge. Diesen Grundgedanken erfaßt und in die Tat umgesetzt zu haben, ist das alleinige Verdienst *Ehrlich*s.

Der erste Schritt auf diesem Wege war, daß *Ehrlich* und *Bertheim* zeigten, daß die bisherige Auffassung von der chemischen Konstitution des Atoxyls eine falsche war, daß es sich vielmehr um ein Aminoderivat der Phenylarsensäure handelte, das chemisch leicht variierbar war und das je nach Belieben toxischer oder ungiftiger gemacht werden konnte. An zahlreichen, an trypanosomen-

infizierten Mäusen geprüften Präparaten konnte gezeigt werden, daß z. B. die Einführung der Schwefelsäuregruppe hochtoxische Substanzen lieferte, daß aber durch Einführung des Essigsäureesters Verbindungen hergestellt werden können, die viel energischer Trypanosomen abtöteten, dabei aber viel weniger giftig waren als die Ausgangssubstanz, das Atoxyl. Auf diese Weise gelangte Ehrlich zunächst zum acetyl-paramido-phenyl-arsensauren Na, dem Arsacetin.

Da aber auch eine, wenn auch weit seltenere Wirkung des Arsacetins auf den Optikus festgestellt werden mußte, so war auch dieses Präparat für die menschliche Praxis nicht geeignet.

Nun ergab sich bei der Prüfung des Atoxyls und Arsacetins die auffallende Tatsache, daß im Tierkörper schon ganz geringe Mengen der betreffenden Substanz sich wirksam gegen Trypanosomen erweisen, während die Parasiten *in vitro* selbst in 1 bis 2 proz. Lösungen nicht beeinflusst wurden. Da also somit eine direkte Wirkung der Substanzen im Organismus nicht angenommen werden konnte, eine indirekte aber etwa auf dem Umwege über eine „Stimulierung“ der Körperschutzkräfte oder einem Zerfall in Anilin und Arsen nicht nachzuweisen war, folgerte Ehrlich, daß der Organismus durch seine reduzierenden Eigenschaften aus der Phenylarsensäure mit dem 5-wertigen Arsenrest die phenylarsenige Säure mit dem 3-wertigen Arsenrest forme. Diese Vermutung lag nahe, da sich z. B. auch nach der Einführung der Kakodylsäure mit 5-wertigem As im Körper das penetrant riechende und sehr toxische Kakodyloxyd mit einem 3-wertigen Arsenrest bildet.

Zum Beweise der Richtigkeit dieser Anschauung stellte nun Ehrlich aus dem Atoxyl das Reduktionsprodukt Paraaminophenylarsenoxyl her und zeigte, daß dieses Präparat auch *in vitro* noch in einer Verdünnung von 1:1 Million Trypanosomen abtötet, während, wie gesagt, das Atoxyl dies noch nicht einmal in 1 proz. Lösung vermag. — Aus diesen Verhältnissen mußte sich gemäß den Ehrlichschen Vorstellungen ergeben, daß diejenigen Protoplasmagruppen des Parasiten, welche chemische Affinitäten zum As besitzen, die sogenannten Arsenozeporen, — nicht das 5-wertige, sondern nur das dreiwertige, noch ungesättigte Affinitäten besitzende As verankern können. Mit Hilfe des „therapeutischen Siebes“ der Arsenfestigkeit ging nun Ehrlich daran, Verbindungen mit 3-wertigem Arsenrest zu studieren und stellte eine Substanz her, die noch imstande war, auch einen atoxylfesten Stamm zu beeinflussen, das mit einem Essigsäurerest ausgestattete *Arsenophenylglycin* (das sogenannte „418“).

Diese Substanz leistete, wie Ehrlich und Roehl fanden, bei dourinekranken Tieren so Ausgezeichnetes, daß es selbst bei fast sterbenden Tieren gelang, mit einer Injektion Heilung herbeizuführen.

In langwierigen Versuchen über Arzneifestigkeit stellte nun Ehrlich weiter fest, daß die Parasiten z. B. das Arsenophenylglycin nicht nur mit ihrem Arsenozepor, sondern mit einer weiteren zum Essigsäurerest Affinität zeigenden Gruppierung verankern, mit einem Azetikozeptor. Es ergab sich daraus die für die weitere Forschungsrichtung äußerst wichtige Anschauung, daß der Arzneistoff nicht nur von einer einzelnen Gruppierung, sondern gleichzeitig von verschiedenen verankert werden kann. „Der Arzneistoff wird gewissermaßen in seinen verschiedenen Gruppierungen von besonderen Fängern des Protoplasmas gefesselt, gleichwie ein Schmetterling, dessen einzelne Teile mit verschiedenen Nadeln fixiert werden. Genau wie der Schmetterling erst am Rumpf und dann sukzessive an den Flügeln aufgespannt wird, gilt dies auch von den komplizierter gebauten Arzneisubstanzen.“ Es mußte also eine spezifische Therapie dadurch erstrebt werden, daß „wir für jeden Parasiten bestimmte verankernde und ihm gewissermaßen eigenartige Nebengruppierungen ausfindig machen, die bestimmte Reste packen und so eine spezifische Verankerung ermöglichen“. Während eine solche Nebengruppierung für die Trypanosomen der Azetikozeptor darstellte, zeigte sich nun, daß für die Spirochätenerkrankungen insbesondere die Hydroxylgruppen in Betracht kommen, die sich in der Parastellung zum 3-wertigen As befinden (Arsenophenol).

Genau so wie bei der Einführung des Essigsäurerestes in das Atoxyl, so zeigte sich jetzt, daß durch die Einführung der Amidogruppe in das Arsenophenol sowohl die Giftigkeit herabgesetzt, also die Organotropie vermindert, als auch die Parasitotropie, die Wirksamkeit gegen die Spirochäten erhöht werden kann, und es entstand auf diese Weise auf dem Wege vom „418“ zum „606“ das Dioxidyamidoarsenobenzol, das Salvarsan. Hier fungiert also die Amidophenyl-Gruppe als Anker, als „Spikulum“, mit dem sich das Arzneimittel an den Parasiten ansetzt („haptophore“ Gruppe); die Arsengruppe löst die Giftwirkung auf die Erreger aus („toxophore“ Gruppe) und der Benzolrest wirkt gewissermaßen als Träger und Bindeglied, das die deletäre Wirkung auf die Haftgruppe vermittelt. Ehrlich vergleicht dies treffend mit einem Giftpfeil, bei dem die Spitze die Haftgruppe, der Schaft das Bindeglied und das am Schaft angebrachte Pfeilgift die Giftgruppe darstellen würde. — So hatte denn Ehrlich das

Salvarsan

in Händen und übergab es 1910 der medizinischen Welt.

Mit dieser Substanz (siehe meine Ausführungen in der „Hygiene“ 1912, Nr. 23/24) gelingt es, im Tierkörper durch eine einzige Einspritzung das betreffende Tier zu heilen. Sie stellt also im Tierkörper ein ideales Präparat dar, und es ließ

sich erwarten, daß sich das Präparat auch in der *menschlichen* Heilkunde bewährte. Bisher ist das Salvarsan in Hunderttausenden von Fällen angewendet worden, und wir können uns schon heute ein Urteil darüber bilden, was das Präparat leistet und leisten kann, wenn man auch etwas Definitives erst nach Jahren wird sagen können. Heute kann man mit Sicherheit behaupten — und ich darf mich dabei auf eine eigene Erfahrung von vielen Tausenden Einspritzungen stützen —, daß das Salvarsan das Ideal der Behandlung, also jene Wirkung, die es im Tierkörper ausüben kann, beim Menschen, vielleicht abgesehen von wenigen Ausnahmen, nicht leistet. Es gelingt mit einer oder einigen Einspritzungen in weitaus den meisten Fällen nicht, die Syphilis definitiv zu heilen. *Dagegen steht fest, daß das Präparat an Intensität und Schnelligkeit der Wirkung dem Quecksilber entschieden überlegen ist.* Es würde viel zu weit führen, wenn ich diese Behauptung an der Hand von Beweisen erläutern wollte. Es stützen sich diese Beweise nicht nur auf die klinischen Beobachtungen, sondern auch auf genaue Untersuchungen, die von den verschiedensten Seiten über die Einwirkung des Salvarsans auf Spirochäten und Blutreaktion gemacht worden sind. Der große Vorteil, den wir also durch die Entdeckung des Salvarsans haben, ist der, daß wir jetzt *außer* dem bisher *allein* zur Verfügung stehenden Quecksilber ein *intensiveres zweites Heilmittel* besitzen, also zwei Heilmittel, die sich eventuell ersetzen oder noch besser gegenseitig unterstützen können.

Wie steht es nun aber, wenn die große Wirksamkeit des Salvarsans auf die Parasiten *ganz sicher feststeht*, mit der zweiten, ebenso wichtigen Frage der Organotropie, der *Einwirkung auf den Körper*? Anfangs hegte man die Befürchtung, daß das Salvarsan, wie manche andere Arsenpräparate, eine schädigende Wirkung auf die Nerven, besonders gewisse Gehirnnerven, ausüben könnte. Einzelne Erfahrungen schienen in diesem Sinne zu sprechen. Jetzt aber hat man erkannt, und es ist das mit wenigen Ausnahmen die allgemeine Ansicht, daß *das Salvarsan ein verhältnismäßig harmloses Mittel ist*, daß Schädigungen von Nerven *nicht* hervorgerufen werden und daß jene Fälle, in denen Taubheit oder Schädigungen des Sehnerven beobachtet worden sind, nicht durch das Salvarsan bedingt wurden, sondern durch *syphilitische* Erscheinungen an den Nerven, die entstehen können, wenn zu *wenig* Salvarsan gegeben wird. Der beste Beweis, daß die Schädigung der Hirnnerven nicht durch das Salvarsan, sondern durch syphilitische Prozesse erfolgen kann, geht daraus hervor, daß solche Fälle *geheilt* werden können, wenn man *weiter Salvarsan*, und zwar in höheren Dosen gibt. Also von einer besonderen Gefährlichkeit des Salvarsans kann heute nicht mehr gesprochen werden. Natürlich ist und bleibt das Salvarsan, wie schließlich jedes wirksame Medikament, ein für den menschlichen

Organismus nicht gleichgültiger Stoff, und man muß verlangen, daß derjenige, der es anwendet, damit umzugehen versteht. Ist das aber der Fall, dann ist das Präparat ungefährlicher als das Quecksilber, bei dem übrigens üble Zufälle — richtige Anwendung und Vorsicht vorausgesetzt — ebenfalls zu den größten Seltenheiten gehören. Die einzige Schwierigkeit bestand nun darin, das Präparat dem menschlichen Körper einzuführen, denn wenn man die Einspritzungen in der gleichen Weise wie beim Quecksilber ausführt, d. h. in den Muskel oder unter die Haut, so stößt man auf Schwierigkeiten. Die beste Methode nun ist die, das Mittel *direkt* in die Blutbahn einzuführen. Die früher häufig beobachteten Fieberscheinungen und der Seekrankheit ähnliche Symptome sind jetzt viel geringer geworden, seitdem, besonders durch die Arbeiten *Wechselmanns*, technische Vervollkommnungen bei den Einspritzungen erzielt worden sind.

Der modernen Syphilisbehandlung stehen heute also durch die geniale Entdeckung *Ehrlichs* zwei und, wie ich noch einmal hervorhebe, bei richtiger Anwendung *enorm wirksame und ungefährliche Waffen* zur Verfügung, das *Quecksilber* und das *Salvarsan*.

Wenn ich nun kurz skizzieren soll, wie die moderne Syphilisbehandlung ungefähr verläuft, so darf ich sagen, die Syphilis ist bei sorgfältiger Behandlung *eine heilbare Krankheit*. Allerdings besteht ein wesentlicher Unterschied zwischen *frischen* Fällen, die relativ *schnell* geheilt werden können, und *älteren*, bei denen die Heilung *länger dauert*. Die Syphilisbehandlung muß im Gegensatz zu früher möglichst zeitig einsetzen, sobald durch Spirochätennachweis oder Blutreaktion die Diagnose gesichert ist. Es gelingt in solchen Fällen häufig, *durch wenige Einspritzungen von Salvarsan*, besonders wenn man gleichzeitig oder nachher Einspritzungen von Quecksilber gibt, eine *Dauerheilung* zu erzielen. So haben wir und andere nach 1 oder 2 Kuren schon *wirkliche Dauerheilungen* gesehen. Allerdings muß das Blut solcher Patienten dann noch längere Zeit und mehrfach kontrolliert werden, um vor etwaigen Rückfällen sicher zu sein.

Für ältere Fälle kommen immer mehrere Kuren in Zwischenräumen in Betracht, die aber heute nicht mehr tastend und ungewiß vorgenommen werden, sondern für die jedesmal die Blutuntersuchung bestimmend ist. Auch hier empfiehlt es sich, wenn nicht bestimmte Gegenanzeigen bestehen, beide Waffen gleichzeitig zu führen, und zwar Einspritzungen von Salvarsan in die Blutbahn und Einspritzungen von Quecksilber, am besten mit den sogenannten unlöslichen Salzen, in die Muskulatur.

Diese Ausführungen dürften den Beweis erbracht haben, daß die medizinische Wissenschaft gerade auf dem Gebiete der Erkenntnis und Behandlung der Syphilis in den letzten Jahren erstaunliche Fortschritte gemacht hat. Spiro-

chätennachweis und Blutuntersuchung sind von unschätzbarem Nutzen nicht nur für den Einzelfall, sondern auch für die allgemeine Bedeutung der Syphilis als Volkskrankheit geworden. *Besonders aber im Salvarsan hat uns Ehrlich in bewundernswerter, langwieriger und methodischer Forscherarbeit eine neue Waffe zur Abtötung der Syphiliserreger geschmiedet und somit einen sicheren Weg zur Heilung der Syphilis gebahnt.* Durch diese Entdeckung hat die Erkenntnis über die Gefahren, die die Syphilis dem einzelnen und dem Volkskörper bringen kann, unendlich gewonnen und die Krankheit auch vieles von ihrem unheimlichen Charakter verloren. Die Heilung der Syphilis ist heute eine viel sichere und schnellere geworden, wenn auch das Ideal, das Ehrlich vorgeschwebt hat, durch eine *einzig*e Injektion eine endgültige Heilung zu erzielen, *noch nicht* erreicht worden ist. Hoffen wir, daß das bisher errichtete Gebäude mit der Erreichung auch dieses Zieles baldigst gekrönt wird. Möge auch die Entdeckung jenes *Idealpräparates* demjenigen gelingen, der unermüdlich weiter arbeitet, *dem die Syphilisforschung schon so außerordentliches zu danken hat: Paul Ehrlich!*

Zur Salvarsanfrage.

Von Marineoberstabsarzt Dr. Gennerich, Kiel.

Dieser Tage durchleiste die Tagespresse die überraschende Kunde, daß ein Berliner Polizeiarzt namens *Dreuw* dem Reichsgesundheitsamt eine Denkschrift überreicht habe, um ein Reichsverbot gegen Salvarsan zu erwirken, und zwar mit dem Hinweis, daß das Mittel vor ausreichender Erprobung in den Verkehr gelangt sei, und sich später als ein Mittel entpuppt habe, das Leben und Gesundheit des Patienten auf das Schwerste gefährde. Dr. *Dreuw* hat ferner einen Berichtstatter dahin informiert, daß die Unglücksfälle nach Salvarsan nicht etwa auf falscher Anwendung beruhten, sondern auch bei einwandfreier Applikation zutage träten. Neben ca. 275 Todesfällen sei eine große Anzahl von Erblindungen, Lähmungen und Taubheit als Folge von Salvarsanbehandlung bekannt geworden. Alle diese Störungen seien auf den enormen Arsengehalt des Präparates zurückzuführen, das mehr als das Zehnfache der für Arsen maßgebenden Dosis betrage. Ein derart gefährliches Mittel müsse aber, selbst wenn es in andern Fällen Heilung biete, von der Bildfläche verschwinden, um so mehr wenn wegen der ungenügenden Erprobung nicht einmal eine Heilwirkung feststehe. Seine Ansichten würden geteilt von der Straßburger Hautklinik.

Es ist nicht das erste Mal, daß Nachrichten über die Wirksamkeit des Salvarsans in ausgiebigem Maße in die Presse gelangen. Im Anfange

der Salvarsanära wurden bekanntlich außerordentlich gute Erfolge über die Heilwirkung des Ehrlich-Hata 606 berichtet, Beobachtungen, welche sich aus der außerordentlich günstigen Einwirkung des Präparates auf die sichtbaren Erscheinungen der Syphilis ergaben. Es zeigte sich aber sehr bald, zunächst aus den Nachprüfungen mittels der Wassermannschen Serumreaktion, später auch aus der Wiederkehr klinischer Erscheinungen, daß sich die ursprünglichen Erwartungen, die sich bei der Erprobung des Mittels im Tierexperiment ergeben hatten, bei Anwendung einzelner Salvarsaninjektionen nicht verwirklichen ließen. Bereits hierdurch wurde das Interesse zu der neuen Behandlung erheblich eingeengt. Es entstanden überdies aber dem Salvarsan noch heftige Gegner, sobald es sich bei der weiteren Anwendung des Präparates gezeigt hatte, daß Störungen zutage traten, welche man bei der früher üblichen Behandlungsmethode nur wenig oder gar nicht gesehen hatte und sobald ferner die Technik der Behandlung in ein bis dahin therapeutisch nur wenig ausgenutztes Gebiet, nämlich in das der intravenösen Einverleibung, übergriff.

Es bedurfte natürlich geraumer Zeit, um die Leistungsfähigkeit der neuen Behandlungsmethode kennen zu lernen, und um auch ein Urteil zu gewinnen über die Herkunft ungünstiger Nebenerscheinungen und über die Möglichkeit, ihnen zu begegnen. Es wäre aber zweifellos ein Unrecht von Ehrlich gewesen, wenn er die Freigabe des Heilmittels noch länger verzögert hätte. Man hätte dadurch eine unendlich große Zahl von Syphiliskranken von den großen Segnungen der Behandlungsmethode ausschalten müssen.

Ohne Salvarsan wären jedenfalls bei uns eine ganze Anzahl von Fällen mit schwerer nervöser Syphilis und Gefäßsyphilis und auch mehrere Fälle der sogenannten bösartigen Syphilis, welche auf Quecksilber alle nicht mehr reagierten und sich in einer trostlosen Verfassung befanden, einem sicheren Tode in kürzester Frist ausgeliefert gewesen.

Welche Ziele die Gegner der Salvarsanbehandlung mit ihren Angriffen verfolgen, ist uns nicht recht verständlich, weil wir von den Ursachen der Vergiftungsvorgänge und auch von der Leistungsfähigkeit der neuen Behandlung ganz andere Beobachtungen besitzen, als sie auf der gegnerischen Seite geltend gemacht werden.

Vor allem haben wir hinsichtlich der Vergiftungserscheinungen die Erfahrung gemacht, daß sie auf Unvollkommenheiten in der Behandlung zurückzuführen sind, die man bei ausreichender Erfahrung auf dem Gebiet der neuen Therapie gänzlich ausschließen oder auf ein belangloses Minimum zurückführen kann.

Es muß jedoch unter allen Umständen den Gegnern der Salvarsanbehandlung das Recht eingeräumt werden, ihre ungünstigen Behandlungserfolge durch medizinische Fachzeitschriften ärztlichen Kreisen zugänglich zu machen. Es dürfte

sich wohl jede Zeitschrift hierzu verstehen, so lange die Autoren objektiv bleiben und auch den Anschein einer persönlichen Polemik vermeiden.

Die bei uns übliche kombinierte Salvarsanbehandlung verläuft heute in derart reaktionslosen Bahnen, daß seit vielen Monaten auch nicht die geringste Störung mehr beobachtet wurde.

Es hat sich ferner mit der zunehmenden Erkenntnis von der Wirkungsweise des Salvarsans bei uns allmählich ein Behandlungsplan für die einzelnen Syphilisstadien herausgebildet, welcher uns jetzt in 95 % der Fälle einen einwandfreien Verlauf gebracht hat. Auf die Bedeutung dieser Tatsache wollen wir unten noch in Kürze eingehen.

An sich ist die Einverleibung einer intravenösen Salvarsaninjektion keineswegs als eine besondere Leistung anzusehen.

Wie aber 2 Welten verschieden, so kann sich auch die Technik der Zubereitung der Salvarsanlösung und die Ausgestaltung des einzelnen Behandlungsplanes in der Hand des einzelnen Therapeuten verschieden gestalten.

In diesem Sinne ist die Salvarsanbehandlung eine ärztliche Kunst, die jedoch bei der nötigen Fortbildung jedem einzelnen zugänglich ist.

Leider war es von vornherein nicht unter allen Umständen möglich, die Gefährzonen der Behandlung mit absoluter Sicherheit auszuschalten, besonders wenn das vorhandene Syphilisstadium eine recht gründliche Behandlung erforderte. Dazu war uns, wie bereits oben angedeutet, das Gebiet einer ausgedehnten intravenösen Behandlung, wie auch das der modernen Chemotherapie zunächst noch zu fremd.

Es kann daher m. E. dem Ansehen eines tüchtigen Arztes keineswegs schaden, wenn er bei den Fortschritten der Technik der Erkenntnis Raum gibt, daß nach den Unglücksfällen der ursprünglich üblichen Behandlungsweise technische Unzulänglichkeiten, sei es Fehler der Salvarsanlösung oder sei es individuelle Überdosierung, maßgebend gewesen sind.

Auch bei uns ist der Ausbau der Therapie nicht ohne Wehen vor sich gegangen. Wir haben unter reichlich 1200 Fällen nur 2 Todesfälle beobachtet, von denen jedoch nur einer direkt mit der Salvarsananwendung im Zusammenhange steht. In diesem Falle waren wir bei der Neuaufnahme der Neosalvarsanbehandlung einem von anderer Seite empfohlenen Behandlungsplane gefolgt.

Nach den bisherigen Beobachtungen war jedenfalls die Mortalität nach Salvarsan die gleiche, wie früher bei der alleinigen Quecksilberbehandlung.

Wir haben jedoch die Überzeugung gewonnen, daß wir bei der heutigen Entwicklung der Technik und bei dem jetzigen Stande unserer Erfahrungen durchaus in der Lage sind, auch die geringsten Behandlungsstörungen zu vermeiden.

Wie mühsam aber der Fortschritt war, wieviel Unruhe und Sorge der allmähliche Ausbau der Behandlung verursacht hat, kann nur der ermessen, der an ihr aktiven Anteil genommen und zugleich auf das Ziel einer ausreichenden Behandlung in allen Fällen hingearbeitet hat.

Die Dreuwischen Mitteilungen fallen aber heute in eine Zeit hinein, wo sich fast alle größeren Behandlungsstätten die Fortschritte der Salvarsanbehandlung zu eigen gemacht haben und auf dem Boden einer reaktionslosen Behandlung operieren können. Es gibt für gewöhnlich nur Fiebersteigerung auf die erste Salvarsaninjektion in unvorbehandelten ganz frischen Fällen, was aber für die weitere Fortführung der Behandlung belanglos ist.

Der Schaden der Dreuwischen Nachrichten in der Tagespresse liegt zunächst in einer Beunruhigung des Publikums.

Aber auch manche Veröffentlichungen in der Fachpresse stiften dadurch Schaden, daß sie über die Giftigkeit des Salvarsans jammern und alle Ratschläge, die hinsichtlich der Verbesserung der Technik und zur Durchführung einer gemäßigten und individuellen Dosierung gegeben werden, als verderbliche Versuche und Täuschungsmanöver hinstellen, um über die Giftigkeit des Salvarsans hinwegzukommen.

Daß bei einer mangelhaften Behandlungstechnik außer zahlreichen Störungen auch sehr mangelhafte Resultate herauskommen, bedarf keiner Ausführung.

Eine ausreichende Behandlung ist bei einem derartigen Vorgehen absolut ausgeschlossen.

Über die Bedeutung der Behandlungserfolge nach Salvarsanbehandlung kann man natürlich nur ein Urteil abgeben, wenn man auf Grund von Dauerbeobachtungen, wozu sich unser Krankmaterial bei der Marine wegen ihrer zahlreichen Kapitulanten besonders gut eignet, in der Lage ist, über die Wirksamkeit der früher üblichen Quecksilberbehandlung sich zu äußern und sich überhaupt über das Verhalten der syphilitischen Infektion unter den Einflüssen der verschiedensten Behandlungsweisen auskennt.

Die Angaben *Dreuw*s, daß die Syphilis bei seinen Prostituierten durch 1—2 Quecksilberkuren ausgeheilt sei, was er durch Befragen dieser Personen festgestellt habe, wird in Fachkreisen nur allgemeinem Kopfschütteln begegnen.

Wir müssen uns jedenfalls in jeder Beziehung dem *Neißer*schen Standpunkte anschließen, welcher 6—8 planmäßig intermittierende Quecksilberkuren im Verlaufe von 4—5 Jahren fordert.

Die Dreuwischen Angaben, daß eine Syphilis in 2—3 Jahren für gewöhnlich ausheilt, müssen wir unbedingt als unrichtig zurückweisen. Sie können nur dadurch zustande kommen, daß *Dreuw* die Späterscheinungen der Syphilis nicht mehr zu sehen bekommt, die erst eintreten, wenn die Prostituierte längst nicht mehr ihrem Gewerbe nachzugehen imstande ist und mit syphilitischen Ver-

änderungen am Herzen, an den Gefäßen, am Zentralnervensystem oder an anderen Organen in ganz andere ärztliche Hände gelangt, als die des Dermatologen.

Um die Häufigkeit einzelner Folgezustände der Syphilis zu erwähnen, möchte ich nur eine kürzlich erschienene Arbeit von Marinestabsarzt *Ahrens* erwähnen, der in den letzten 10 Jahren allein 96 Fälle (wobei die Statistik noch als unvollkommen bezeichnet wird) von Gehirnerweichung bei der Marine gezählt hat, für die höchstens 1200 Syphilisfälle in Frage kommen. Gehirnsyphilis und Rückenmarksschwindsucht und syphilitische Gefäßerkrankungen des Gehirns sind aber wohl kaum viel seltener. Ich habe allein in den letzten Jahren wenigstens 100 Fälle der verschiedensten Stadien von Hirn- und Rückenmarkssyphilis mit Salvarsan behandelt, über die ich bereits zum Teil berichtet habe. Alle diese Krankheitszustände kommen aber bekanntermaßen meist dann erst zur ärztlichen Diagnose, wenn der erste Therapeut der frischen Syphilis des einzelnen Individuums dieses längst aus den Augen verloren hat.

Die modernen Anschauungen von dem Verlauf der Syphilis haben unter einer ausgiebigen Anwendung der serologischen Nachbeobachtung und Liquorkontrolle ein wesentlich anderes Aussehen als früher gewonnen. Vor allem wissen wir heute, daß das Ausbleiben von syphilitischen Krankheitserscheinungen in den ersten Jahren der Syphilis mit einer Heilung des Leidens auch nicht das geringste zu tun hat.

Gerade diejenigen Syphilisfälle, welche wegen Fehlens von Erscheinungen sehr milde oder gar nicht behandelt worden sind, stellen das bei weitem größere Kontingent der Spätsyphilisfälle. Bereits 1908—1910 konnten wir bei planmäßiger intermittierender Quecksilberbehandlung nachweisen, daß die positive Serumreaktion gleich schwer bei Luesfällen zu beseitigen war, gleichgültig ob sichtbare Erscheinungen bestanden oder fehlten.

Der Grund für das Auftreten syphilitischer Erscheinungen liegt überhaupt lediglich im Rückgang der syphilitischen Allgemeindurchseuchung des Organismus. Es ist dabei einerlei, ob dieser Rückgang durch spezifische Behandlung oder im Spätstadium der Syphilis durch die sich um das 3.—5. Jahr der Erkrankung allmählich entwickelnden spezifischen Immunvorgänge des Organismus zustande kommt. Die Krankheitserreger haben stets das Bestreben, das verlorene Terrain wieder zu gewinnen, dabei kommt es zu Erscheinungen.

Auf der andern Seite besteht für eine wenig oder gar nicht behandelte Syphilis gar kein Grund zu neuen Schüben und Erscheinungen; der ubiquitäre Charakter des Leidens besteht fort und schützt daher vor der Wiederkehr sichtlicher neuer Ausbreitungszeichen der Syphilis.

Hierauf beruhen auch die Erfolge der Kurfuscher, denn es gehört in einer großen Anzahl

von Syphilisfällen eben nichts dazu, um sie von vornherein in einen verborgenen Verlauf ihres Leidens hineinzudrängen.

Besondere Verlaufseigentümlichkeiten der Syphilis werden ferner noch diktiert von einer frühzeitigen Immunkörperbildung, bei der die Art des Virus eine gewisse Rolle spielt, und schließlich auch von dem Grade der Schädigung, den eventuell die Krankheitserreger bei guten Kuren erfahren.

Nur die Form der rückfälligen syphilitischen Erscheinungen ist verschieden, je nachdem die Einschränkung der Erreger durch die Therapie in den frischeren Stadien oder durch die Immunvorgänge im Spätstadium verursacht worden ist.

Im ersten Falle kommt es noch zu den gewöhnlichen, meist harmlosen, aber sehr leicht ansteckenden Sekundärerkrankungen, weil dem Erreger das verlorene Terrain noch zugänglich ist, im zweiten Falle bleibt es aber bei umschriebenen Herdsymptomen, weil die vom Organismus selbst gebildeten Immunvorgänge gegen neue Allgemeinausbreitungen eine ziemlich festgefügte Schranke bilden. Die Immunvorgänge des Körpers also sind es, die dem dritten Stadium der Syphilis ihr besonderes Gepräge geben. Die Erscheinungen dieses Stadiums sind aber gerade dadurch so besonders bösartig und hartnäckig (virulent), weil den Erregern der Weg zu der gutartigen Allgemeinausbreitung durch die Immunvorgänge verlegt wird.

Die Dreuw'schen Angaben sind daher zu einer verhängnisvollen Irreführung des Publikums geeignet, weil sie bei diesem den Eindruck erwecken können, als ob die von *Dreuw* angegebene Quecksilberbehandlung instande wäre, die Patienten von ihrer Syphilis zu befreien.

Derartigen Behauptungen müssen wir jedenfalls ein ganz energisches Veto entgegensetzen, denn unsere Erfahrungen erweisen unzweifelhaft, daß das Gros derart behandelter Fälle einem sehr trüben Schicksal entgegensieht.

Auf der soeben erörterten biologischen Basis wird es verständlich, weshalb früher so viele Autoren bei einer häufigen Quecksilberbehandlung über vermehrte Krankheitsrückfälle berichten; es wird uns aber vollends klar, weshalb heute besonders bei einer oberflächlichen Salvarsanbehandlung von einigen Autoren über eine Zunahme der Krankheitsrückfälle berichtet wird. *Ravaut* bezeichnet sie häufiger als bei der Quecksilberbehandlung, er sah sie zu 80 % im ersten Jahre.

Auch können wir bei dieser Gelegenheit ein Wort über die Entstehung der nervösen Störungen und Lähmungen nach Salvarsan einflechten.

Durch die leichte Einschränkung der syphilitischen Allgemeindurchseuchung des Organismus durch Salvarsan, was sich durch den schnellen, im Anfang der Salvarsanbehandlung so wundersam erscheinenden Rückgang der klinischen Erscheinungen und die beschleunigte Einwirkung auf die positive SR kundtat, wird in extremster Weise

bei frischer Syphilis die Grundlage zur Rückfallbildung erzeugt. Die frische Allgemeinausbreitung ist einmal noch leicht zugänglich, andererseits fehlen bei mäßiger Behandlung irgendwelche Entwicklungshemmungen.

Es ist nun für jedermann leicht verständlich, daß die Rückfallbildung in erster Linie von den wenig oder gar nicht geschädigten Infektionsherden ausgehen muß. Diese befinden sich aber in allererster Linie in der Gehirn- und Rückenmarksflüssigkeit, wo das Salvarsan nachgewiesenermaßen am allerwenigsten hingelangt. Auf die in anatomischen Verhältnissen beruhende verschlechterte Diffusionsfähigkeit des Salvarsans in die Hirnflüssigkeit will ich hier aber nicht näher eingehen. Daß aber Hindernisse für ein von der Blutbahn aus wirkendes Arzneimittel vorhanden sind, wird man leicht ermessen können, wenn man sich der dickflüssigen Beschaffenheit des Blutes und der rein wässerigen Eigenschaft der Hirnflüssigkeit erinnert.

Die heftige Neuentwicklung der kräftig erhaltenen Spirochätenherde in der Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit ist nun die Ursache einer syphilitischen Hirnhautentzündung, die sich in erster Linie auf die durch die Hirnhaut hindurchgehenden Hirnnerven überträgt; daher also die Lähmungs- und Ausfallerscheinungen an so wichtigen nervösen Organen wie Auge und Ohr.

Wir haben diese Störungen an Seh- und Gehörnerven bei unserer Behandlung überhaupt nie gesehen. Nur einmal zeigte sich im Anfange unserer Therapie eine vorübergehende Lähmung an einem Gesichtsnerven (facialis), die aber bei sofortiger energischer Salvarsanbehandlung wieder zurückging, so daß der Fall dienstfähig entlassen werden konnte.

Wenn diese schweren Lähmungen, wie *Dreuw* angibt, auf die arsenschädigende Wirkung des Salvarsans zurückgeführt werden müßten, so wären doch wohl bei kräftigerer Behandlung, wie wir sie ausgeübt haben, diese Lähmungserscheinungen in erster Linie zu erwarten gewesen.

Genau wie hier die Dreuwschen Angaben nicht mit unseren Erfahrungen in Einklang zu bringen sind, so ist es auch dasselbe mit der angeblichen Ursache der Arsenintoxikation nach Salvarsanbehandlung.

Daß es sich bei den Vergiftungserscheinungen nach Salvarsananwendung um Arsenwirkungen handelt, wird schwerlich von *Ehrlich* selbst, noch von den Anhängern der Salvarsanbehandlung irgendwie bezweifelt. Eine reine Arsenwirkung liegt allerdings nicht vor, weil es noch in keinem einzigen Falle nach einer Salvarsanintoxikation zu Störungen am Sehnerven oder anderen Nerven gekommen ist.

Es ist aber ein gewaltiger Unterschied, ob das Salvarsan an sich bei sachgemäßer Anwendung arsenotoxische Eigenschaften besitzt, oder ob diese erst durch Umstände wachgerufen werden, die wir zu vermeiden gelernt haben.

Nach unseren Beobachtungen ist es nun ganz zweifellos, daß das Salvarsan an sich, d. h. in unveränderter Konstitution keine Arsenwirkungen hervorruft. Sie beruhen vielmehr auf einer Zersetzung des Salvarsans.

Dank der intensiven und außerordentlich aufopfernden Arbeit einer ganzen Anzahl von Autoren, die sich um die Klärung der Salvarsantodesfälle verdient gemacht haben (*Wechselmann, Emery, Scholtz, Hoffmann, Dreyfuß, Zieler, Marschalko, Schreiber* u. a.) sind wir schon seit längerer Zeit in der glücklichen Lage, die beiden Entwicklungsgänge der Salvarsanzersetzung und damit der Intoxikationen scharf unterscheiden zu können. In einem Falle erfolgt die Zersetzung des Salvarsans im Glasgefäß noch vor der Injektion, im 2. Falle durch Überschreitung der erträglichen Dosis.

Die chemische Veränderung des Salvarsans im Glasgefäß geschieht einmal durch Oxydation mit dem Luftsauerstoff und zweitens durch das Vorhandensein fremder Bestandteile in der Salvarsanflüssigkeit. Es handelt sich um Kupfer, Blei und Silikate, sie gelangen in die Flüssigkeit hinein durch Gebrauch eines unzweckmäßigen Destillierapparates und die Verwendung schlechter Glassorten. Das Neosalvarsan ist von ihnen am stärksten bedroht. Diese Art der Intoxikation setzt prompt ein.

Ist indessen eine Überdosierung oder eine Anhäufung von Salvarsan infolge eines zu kleinen Injektionsintervalles erfolgt, so setzen die stürmischen Vergiftungserscheinungen gewöhnlich erst nach mehrtägiger Pause je nach der Größe der Überdosierung ein. Es ist dies ein ungemein charakteristischer Befund. Die Nieren sind stets nur zur Ausscheidung einer bestimmten, aber je nach der vorausgehenden Inanspruchnahme wechselnden Menge von Salvarsan befähigt. Infolge zu hoher Dosierung verbleibt daher ein Quantum Salvarsan im Kreislauf, bzw. im Körper, ohne rechtzeitig zur Ausscheidung gelangen zu können. Zu einer Funktionsverminderung der Nieren hinsichtlich der Salvarsanausstoßung gehört aber nicht regelmäßig auch eine sonstige qualitative oder quantitative Funktionseinschränkung.

Das im Kreislauf nachgewiesenermaßen zurückgehaltene Salvarsan unterliegt aber natürlich den oxydierenden Einflüssen der Sauerstoffträger des Blutes, so daß es schließlich zu einer Zersetzung kommt, bei der die Arsenkomponente des Salvarsans frei wird und dann imstande ist, ihre schädlichen Eigenschaften zu entwickeln.

Die Ausscheidungsbedingungen für Salvarsan sind besonders geschädigt, wenn organische Verunreinigungen der Injektionsflüssigkeit beigegeben sind. Diese Vermeidung des organischen Wasserfehlers ist absolut gleichbedeutend und ebenso wichtig, als die bekannte Gegenanzeige gegen Salvarsanbehandlung, die im Vorhandensein akut fieberhafter Komplikationen liegt, und sei es auch nur in einer frischen Hodenentzündung.

Auf besonders vorsichtige Dosierung bei gewissen Formen der nervösen Syphilis brauche ich hier nicht einzugehen.

Es lag mir daran, hier den Entstehungsgang der Salvarsanstörungen klarzustellen und zu zeigen, daß es heute in erster Linie an uns selbst, d. h. dem Therapeuten liegt, wenn wir die Grundlage für Salvarsanintoxikationen schaffen.

Die von namhaften Autoren festgelegten Ursachen der Salvarsanersetzungen dürfen nicht in den Wind geschlagen und in unverantwortlicher Weise mißkreditiert werden.

Wer vor allem die Bedeutung der Wasserfehler nicht anerkennt, wird niemals in der Lage sein, das in den einzelnen Syphilisfällen notwendige Behandlungsmaß anzuwenden.

Besonders bei schwangeren Frauen bevorzuge ich heute die alleinige Neosalvarsanbehandlung als die mildeste Form der Syphilisbehandlung. Trotzdem jede einzelne Kur auf 6 Injektionen gebracht wird, habe ich bei mehr als 24 Frauen noch nie eine Störung gesehen, geschweige denn eine Unterbrechung der Gravidität.

Wie ich schon bereits oben bemerkte, können wir bei sachgemäßer Leitung der Kur wohl immer auf eine ungestörte und aussichtsvolle Therapie rechnen.

Auf die individuelle Anpassung der einzelnen Kur an dem einzelnen Organismus, auf die genaueste Beobachtung des Patienten während der Behandlung kann ich hier natürlich nur hinweisen.

Dreuw wird indessen mit seiner Forderung, daß die Salvarsandosierung der Arsenmaximaldosis angepaßt werde, bei uns nur wenig Verständnis finden, weil wir ein derartiges minimales Quantum (0,003—0,0045 Neosalvarsan) zu einer direkten Einverleibung in den Rückenmarkskanal benutzen. Wir haben damit bei schwerer nervöser Syphilis mehr erreicht, als durch 5—7 Salvarsankuren à 6 Injektionen in 1½ bis 2 Jahren. Bei annähernd 70 Behandlungen haben wir damit keine besondere Störung gesehen.

Wenn das Salvarsan selbst ein so schweres Nervengift wäre, als es *Dreuw* und andere Salvarsangegner behaupten, so müßte doch bei dieser direkten Rückenmarksbehandlung das Schlimmste passieren.

Aber im Gegenteil, wir sehen eine gute therapeutische Beeinflussung aller Formen von nervöser Syphilis mit Ausnahme der allerschwersten, woselbst diese neue Behandlung nicht mehr imstande ist, die zerstörte Substanz wieder herzustellen.

Die Erfolge dieser Behandlung werfen aber nochmals ein Streiflicht auf unsere obigen Erörterungen über die bevorzugte Entwicklung der nervösen Syphilis nach unzureichender Salvarsanbehandlung. Wir wiesen darauf hin, daß das Salvarsan bei einer oberflächlichen Behandlung nicht genügend in die Rückenmarksflüssigkeit gelangt und daher die dortige Infektion nur unzureichend

oder gar nicht schädigte. Es war dies die Ursache, daß die Infektionsherde der Hirn- und Rückenmarksflüssigkeit bei der Rückfallbildung sich am schnellsten entwickelten und zu schweren nervösen Störungen Veranlassung gaben.

Die gleiche Unzugänglichkeit der Rückenmarksflüssigkeit für Salvarsan begegnet uns nun auch wieder im fortgeschrittenen Stadium der nervösen Syphilis. Es ist daher als ein großer Fortschritt zu begrüßen, daß wir heute gelernt haben, den Umweg der Behandlung über die Blutbahn bei Hirn- und Rückenmarkssyphilis zu vermeiden und diese Krankheitszustände direkt anzufassen. Der erste, der diesen Weg als aussichtsreich erkannte und versuchte, war bekanntlich *Wechselmann*.

Die Erfolge der Salvarsanbehandlung lassen sich am Krankenmaterial der Marine besonders gut verfolgen, weil wir seit Jahren eine dienstlich geregelte Fortbeobachtung unserer Syphilisfälle besitzen. Ihre Einführung erwies sich als notwendig, nicht nur um den vermehrten Übertragungsgefahren bei dem engen Zusammenleben an Bord zu begegnen, sondern auch im Interesse der Kranken selbst, um eine gründliche Ausheilung des Leidens zu erwirken.

Unsere Behandlungsergebnisse in den ersten 3 Jahren der Salvarsanbehandlung, d. h. bis Anfang März 1913, kommen in der umstehenden Tabelle auf Seite 268 zum Ausdruck.

Die näheren Ausführungen zu dieser Tabelle finden sich in der in diesen Tagen erscheinenden neuesten Nummer der *Münchener Medizinischen Wochenschrift*.

Die berichteten Resultate zeigten sich bei einer fortlaufenden Kontrolle in klinischer Hinsicht, sowie bezüglich des völlig normalen Verhaltens der Wassermannschen Serumreaktion und der Rückenmarksflüssigkeit.

Die Steigerung der Erfolge erklärt sich aus der fortlaufenden Verbesserung der Behandlung, nicht aber aus der kürzeren Beobachtungszeit der Fälle aus dem letzten Berichtsjahre 1912/13.

Daß es sich ferner bei den einwandfrei verlaufenden Fällen zweifellos um eine Ausheilung des Leidens handelt, das beweisen unzweifelhaft nachstehende Beobachtungen.

1. Sind alle Fälle, die wieder klinische Erscheinungen oder positive Wassermannsche Reaktion bekamen, noch im 1. Beobachtungsjahre rückfällig geworden. Das gleiche sahen wir ja auch bei der mäßigen Salvarsanbehandlung *Ravauts*, der in über 80 % der Fälle klinische Erscheinungen noch im 1. Jahre wiederkehren sah.

2. Zeigen 90 % aller Syphilisrückfälle nach Salvarsanbehandlung im frischen Stadium Veränderungen der Rückenmarksflüssigkeit, die in unseren Fällen fehlen, trotz mehrfacher Untersuchung in einjährigen Zeitabständen. Es ist damit auch eine syphilitische Späterkrankung am Nervensystem auszuschließen.

Berichts- zeitraum	Frische Syphilisfälle						Ältere Syphilisfälle mit sekundären Erscheinungen			Ältere Syphilisfälle mit tertiären Erscheinungen			Syphilisfälle ohne sichtliche Erscheinungen		
	Noch ohne Allge- meinerscheinungen			Bereits mit Allge- meinerscheinungen											
	Gesamt- zahl	Ohne Rückfall	Mit Rückfall	Gesamt- zahl	Ohne Rückfall	Mit Rückfall	Gesamt- zahl	Ohne Rückfall	Mit Rückfall	Gesamt- zahl	Ohne Rückfall	Mit Rückfall	Gesamt- zahl	Ohne Rückfall	Mit Rückfall
Juli 1910 — März 1911 } absol. Zahl Prozentsatz	39 5 Reinfektionen	34 87 $\frac{0}{100}$	5 13 $\frac{0}{100}$	38 52,6 $\frac{0}{100}$	20 47,4 $\frac{0}{100}$	18 47,4 $\frac{0}{100}$	8 25 $\frac{0}{100}$	2 25 $\frac{0}{100}$	6 75 $\frac{0}{100}$	9 55 $\frac{0}{100}$	5 45 $\frac{0}{100}$	4 45 $\frac{0}{100}$	20 55 $\frac{0}{100}$	12 45 $\frac{0}{100}$	8 45 $\frac{0}{100}$
März 1911 — März 1912 } absol. Zahl Prozentsatz	73 7 Reinfektionen	65 89 $\frac{0}{100}$	8 11 $\frac{0}{100}$	78 87 $\frac{0}{100}$	67 87 $\frac{0}{100}$	10 13 $\frac{0}{100}$	17 70 $\frac{0}{100}$	12 70 $\frac{0}{100}$	5 30 $\frac{0}{100}$	12 92 $\frac{0}{100}$	11 92 $\frac{0}{100}$	1 8 $\frac{0}{100}$	32 87,5 $\frac{0}{100}$	28 87,5 $\frac{0}{100}$	4 12,5 $\frac{0}{100}$
März 1912 — März 1913 } absol. Zahl Prozentsatz	92 1 Reinfektion	89 97 $\frac{0}{100}$	3 3 $\frac{0}{100}$	70 94 $\frac{0}{100}$	66 94 $\frac{0}{100}$	4 6 $\frac{0}{100}$	11 90 $\frac{0}{100}$	10 90 $\frac{0}{100}$	1 10 $\frac{0}{100}$	8 100 $\frac{0}{100}$	8 100 $\frac{0}{100}$	—	43 98 $\frac{0}{100}$	42 98 $\frac{0}{100}$	1 2 $\frac{0}{100}$

3. Ist in 17 Fällen, die bis über 3 Jahre hin einen völlig einwandfreien Verlauf nach Abschluß der Behandlung aufgewiesen haben, die weder klinisch, noch im Verhalten ihrer Serumreaktion, noch in der Rückenmarksflüssigkeit einen Anhalt für das Fortbestehen der syphilitischen Erkrankung darboten, eine Wiederansteckung mit frischer Syphilis erfolgt, die sich in gleicher Weise entwickelte, als ob die Fälle niemals mit Syphilis infiziert gewesen wären. Es ist dies ein noch nie dagewesener Vorgang, wie er in den vielen Jahren der alleinigen Quecksilberbehandlung nur in einem Falle nach sehr ausgiebigen Kuren von uns beobachtet worden ist.

4. Sind nach Abschluß der Behandlung nie Fehlgeburten beobachtet worden. Es ist bereits jetzt eine größere Anzahl gesunder Kinder vorhanden mit einem Alter bis zu 3 Jahren.

Wir befinden uns auch in völliger Übereinstimmung mit den Ansichten *Neißers*, welcher nach einem derart langen einwandfreien Verlauf der Syphilisfälle in klinischer und serologischer Hinsicht und in der Rückenmarksflüssigkeit eine völlige Ausheilung der Syphilis als zweifellos bezeichnet hat.

Die berichteten Erfolge der Salvarsanbehandlung sind ein glänzender Beweis für die außerordentlichen Heilkräfte dieser modernen Syphilisbehandlung. Sie übertreffen besonders noch dadurch alle Beobachtungen über die Erfolge der früheren üblichen Behandlungsmethoden, weil sie in so enorm kurzer Zeit erreicht werden konnten.

Auch der Fernerstehende wird und muß es empfinden, daß wir mit dem Ausbau der Salvarsanbehandlung an einem bedeutsamen Wende-

punkte in der Syphilistherapie, wie in der Geschichte der Syphilis überhaupt angelangt sind, und daß wir dem Erfinder des Salvarsans für alle Zeiten unseren größten Dank schuldig sind.

Müssen wir es nicht als einen ganz naturgemäßen Vorgang betrachten, daß der Entwicklungsgang einer so enorm wirksamen Behandlung, als die wir die Salvarsanbehandlung kennen gelernt haben, nicht ohne einige Opfer vor sich gehen konnte?

Ich bezweifle zwar sehr, daß die Dreuwischen Angaben über die Zahl der Todesfälle, die in der Tat dem Salvarsan selbst zur Last fallen, zutreffend sind, ich muß aber nach unseren Erfahrungen über die Leistungsfähigkeit der Methode vor der Öffentlichkeit feststellen, daß die Anzahl der unglücklichen Ausgänge gegenüber den Segnungen der Behandlung, die sich bei uns an mehr als 1200 Fällen fortlaufend offenbaren, überhaupt nicht ins Gewicht fällt.

Daß wir ferner bei der Marine in der Lage waren, unseren Patienten die Vorteile der Salvarsanbehandlung zukommen zu lassen, verdanken wir allein der weitschauenden Fürsorge und Unterstützung unserer Medizinalbehörde, welche einer Schöpfung *Ehrlichs* unbedingtes Vertrauen entgegenbrachte.

Paul Ehrlich als Chemiker.

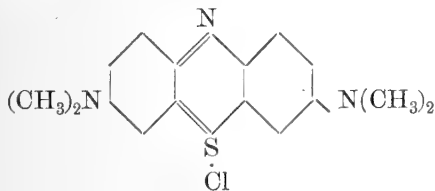
Von Dr. L. Benda, Frankfurt a. M.

„Corpora non agunt nisi fixata.“ Wie einfach klingen diese Worte, die *Ehrlich* zum Grundsatz seiner chemotherapeutischen Studien gemacht

hat. „Nur Körper, die fixiert werden, wirken; nur Stoffe, die Verwandtschaft, Affinität, haben zu bestimmten Zellen, können sie beeinflussen, nur Substanzen, die von einem Parasiten angezogen, festgehalten, *verankert* werden, können ihn abtöten.“ Aber so selbstverständlich dieser theoretische Gedanke auch erscheinen mag, so schwierig gestaltete sich seine Übertragung auf die praktische Therapie, und nur einem Manne, der in sich den hervorragenden Biologen mit dem *chemischen* Forscher vereinigt, konnte sie gelingen.

Von „Beruf“ Mediziner, ist Paul Ehrlich als Chemiker Autodidakt; aber mancher Schulchemiker dürfte ihn beneiden um sein „chemisches Gefühl“, um seine Kenntnisse der chemischen Literatur und besonders um sein umfassendes Wissen auf dem Gebiete der organischen Farbstoffe. Es ist kein Zufall, daß Ehrlich gerade den färbenden Stoffen von jeher sein besonderes Interesse geschenkt hat. Die Farbstoffe — das sah er voraus — würden ihm leuchtende Wegweiser sein auf dem dunklen Pfade, den er beschreiten mußte, um sein Ziel, die Vernichtung krankheits-erregender Mikroorganismen, zu erreichen.

Ehrlich wurde auf diesen Weg hingewiesen durch die färberischen Studien, die er zunächst am lebenden Gewebe gemacht hatte. Er injizierte Lösungen von einheitlichen Farbstoffen und von Gemischen und verfolgte sowohl makroskopisch wie mikroskopisch deren Verteilung im Gewebe. Dabei fand er, daß die Farbstoffe je nach ihren chemischen Eigenschaften, also auch je nach ihrer Konstitution, nur zu ganz bestimmten Zellen oder Zellbestandteilen Affinität haben; so konnte er beispielsweise mittels des Metylenblaus



das, wie er entdeckt hatte, besondere Verwandtschaft zur lebenden Nervensubstanz besitzt (Neurotropie), am Tier *intra vitam* Achsenzyylinder und Ganglienzellen färben, was zu wertvollen Aufschlüssen über den feineren Bau der nervösen Zentralorgane geführt hat¹⁾.

Wir können diese Versuche, die, neben der Einführung anderer „vitaler“ Farbstoffe, wie z. B. Neutralrot, grundlegend für die *Chemie der Elektivfärbungen, die farbenanalytische Methodik*, geworden sind, nur andeuten.

Hatte er nun einmal festgestellt, welche Zellen von einem bestimmten Farbstoffe angefärbt wurden, ob es die Zellen eines Parasiten, ob die eines lebenswichtigen Organs seien, ob der Farbstoff *parasitotrop* oder *organotrop*, ob er beides und welches in überwiegendem Maße war,

dann wendete Ehrlich das, was ihn der Farbstoff gelehrt hatte, auf *nicht* färbende Substanzen an. Zeigte z. B. ein Farbstoff eine besondere Affinität zur Trypanosomenzelle, hatte er sie intensiv angefärbt, dann konnte Ehrlich aus der ihm bekannten chemischen Zusammensetzung dieses Farbstoffes mit einiger Wahrscheinlichkeit folgern, welche Atomgruppen nötig seien, um eine Substanz überhaupt an die Trypanosomenzelle heranzubringen. Er war also für die weitere Untersuchung nicht mehr auf Farbstoffe angewiesen, sondern konnte nun auch mit ungefärbten Substanzen, die aber ebenfalls die charakteristischen Atomgruppen enthalten mußten, arbeiten.

Damit war der erste Teil der Arbeit geleistet, man hatte *zielen gelernt*; die zweite Aufgabe bestand darin, das Geschoß, den *Pfeil*, zu *vergiften*, d. h. die Substanz, die Affinität zu dem Trypanosomenkörper besitzt, nun außerdem mit solchen Atomgruppen auszustatten, die sie zu einer *parasitentötenden*, in unserem Beispiel zu einer trypanoziden machen.

War endlich durch systematisches, mühevolles Ausprobieren eine derartige Verbindung aufgefunden, so galt es weiterhin, diesen Grundtypus durch mannigfache, chemische Veränderung zu verbessern, um dem Ideal des Chemotherapeuten: *eine Substanz aufzubauen, die nur parasitotrop ist, ohne den Organismus des Wirtes zu schädigen*, möglichst nahe zu kommen.

Wir sagen: „möglichst nahe“, denn ganz erreichen kann der Chemiker dieses Ideal leider nicht; auch hier bleibt die Natur die Meisterin; sie läßt — bei manchen Infektionskrankheiten — im kranken Organismus Schutzstoffe, Gegengifte entstehen, die nur dem Krankheitserreger, nicht aber dem Kranken selbst verhängnisvoll werden, und die wir ja heute in der Serumtherapie in ausgedehntestem Maße als Heil- und Vorbeugungsmittel verwenden. — In vielen Fällen aber, so bei gewissen durch Protozoen verursachten Infektionen (Malaria, Schlafkrankheit) und bei Spirillosen, wie Syphilis, Framboësie, Rückfallfieber usw., ist die Serumtherapie bisher nicht anwendbar, hier muß die *Chemotherapie* eingreifen, und da es keine Chemikalien gibt, noch geben kann, die den Krankheitserreger vernichten und dabei *absolut indifferent* gegenüber dem Kranken sind, so muß der Chemotherapeut sich damit zufrieden geben, Substanzen herzustellen, die mit maximaler Parasitotropie eine minimale Organotropie verbinden.

Es muß für jede wirksame Substanz die Heildosis in bezug auf die betreffende Infektionsart und die toxische Dosis in bezug auf die betreffende Tierspezies festgestellt werden. Je kleiner die für die Heilung nötige Menge im Vergleiche zu der von dem Patienten gerade noch ertragenen Menge einer Substanz, je kleiner also der Quotient:

$$\frac{\text{Dosis curativa}}{\text{Dosis tolerata}} = \frac{d c}{d t}$$

¹⁾ Vgl. A. C. Hof, Färberische Studien an Gefäßbündeln. Abhandl. der Senckenberg. Naturforsch. Gesellschaft. Frankfurt a. M. 1913.

ist, desto wertvoller ist das Mittel für die Bekämpfung der betreffenden Infektion.

Ganz besondere, nicht vorherzusehende Schwierigkeiten bot bei diesen Untersuchungen die von *Ehrlich* beobachtete merkwürdige Erscheinung, daß gewisse, als wirksam erkannte Verbindungen sich den Krankheitserregern gegenüber ganz anders verhielten, wenn man sie *in vitro*, im Reagenzglas, mit ihnen zusammenbrachte, statt sie dem infizierten Organismus einzuverleiben. So zeigte *Ehrlich*, daß das Atoxyl (ein Derivat der Phenylarsinsäure, wie wir weiter unten sehen werden) im Reagenzglas kaum auf Trypanosomen einwirkt, trotzdem es ein mit diesen Parasiten infiziertes Tier davon befreit.

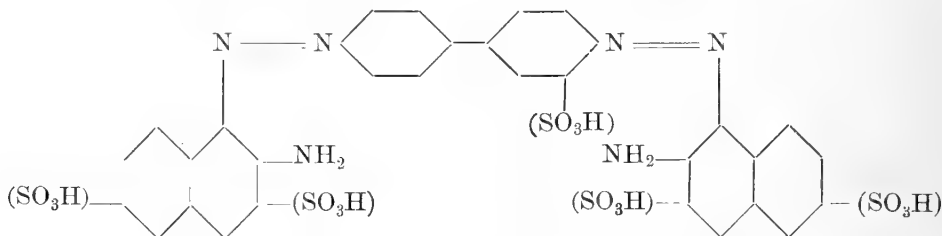
Ehrlich löste das Rätsel; er bewies, daß das Atoxyl und eine große Zahl anderer Verbindungen im und durch den Organismus zunächst chemisch verändert, und zwar reduziert werden müsse, um überhaupt trypanozid zu wirken.

Da nun aber verschiedene Tierspezies, und ja selbst die verschiedenen Individuen der gleichen Tierspezies, ein verschieden starkes Reduktionsvermögen aufweisen, so müssen ganz verschiedene Dosen des betreffenden Heilmittels für verschiedene Patienten nötig bzw. ausreichend sein.

Ehrlich umschiffte diese Klippe, die eine einheitliche Dosierung unmöglich zu machen drohte, in genialer Weise dadurch, daß er sich von der

vor von *Triphenylmethanfarbstoffen* (Fuchsin, Tryparosan, Methylviolett) sowie von *Arsenikalien* (Atoxyl usw.) abgetötet werden und vice versa, wird an anderer Stelle berichtet werden, ebenso auch über die *Kombinationstherapie*¹⁾, eine Therapie, welche bezweckt, den Krankheitserreger gleichzeitig mit mehreren verschiedenartig wirkenden Heilmitteln anzugreifen, ihn also gleichsam von verschiedenen Seiten zu fassen.

Wir haben gesehen, daß die Farbstoffe für *Ehrlich* in erster Linie die Rolle von Pfadfindern zu spielen hatten, sei es, um die Struktur von Geweben zu enthüllen, sei es, um aktive Atomgruppen aufzusuchen, usf. Unter den Tausenden von *Ehrlich* untersuchten färbenden Substanzen, die ihm z. T. von der Industrie zur Verfügung gestellt worden waren, die er zum anderen Teil, im Verein mit seinen Chemikern, nach seinen Grundsätzen aufbaute, waren aber auch manche, die als solche selbst schon therapeutisch wertvolle Eigenschaften aufwiesen. So fand er, daß das Methylenblau eine ausgesprochene Heilwirkung gegenüber bestimmten Formen der Malaria besitzt, daß eine einzige Injektion von *Trypanrot*, einem auf *Ehrlichs* Veranlassung von A. v. Weinberg und C. Ullmann aus Benzidinmonosulfosäure und β -Naphthylamindisulfosäure R dargestellten Tetr-azofarbstoff folgender Formel:



Reduktionsarbeit des Organismus unabhängig machte. Er nahm sie ihm ab, indem er sie selbst im Laboratorium ausführte und sodann dem Kranken das fertige Reduktionsprodukt von konstanter Heilkraft zur Verfügung stellte. Er hielt so aus verschiedenen Arsinsäuren Produkte von enormer trypanozider und spirillozider Kraft. Bei der Besprechung des *Salvarsans* soll Näheres hierüber gesagt werden.

Über ein anderes interessantes, und für die praktische Therapie hochbedeutsames Phänomen, die *spezifische* Arzneifestigkeit, die Gewöhnung der Krankheitserreger¹⁾ an parasitenfeindliche Stoffe, also z. B. der Trypanosomen an Trypanrot oder Fuchsin oder Atoxyl in der Weise, daß sie durch ganz bestimmte Methoden, z. B. gegen Trypanrot (einen Azofarbstoff) unempfindlich gemacht werden können und dann auch gegen andere *Azofarbstoffe* „fest“ sind, dagegen nach wie

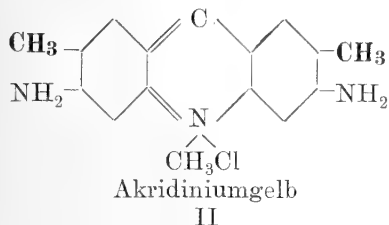
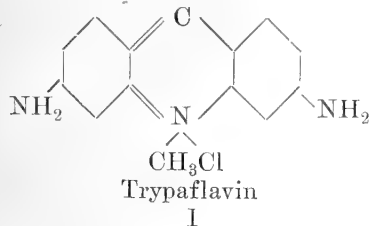
genügt, um ein mit Trypanosomen schwer infiziertes Tier dauernd davon zu befreien, daß auch Triphenylmethanfarbstoffe, besonders ein chloriertes Rosanilinderivat (Tryparosan) und Akridine (Trypaflavin) intensive trypanozide Wirkung entfalten.

Bei der Untersuchung der Triphenylmethanfarbstoffe, zu denen bekanntlich Malachitgrün, Methylviolett, Kristallviolett, Fuchsin (salzsaures Rosanilin) u. v. a. gehören, stellte sich heraus, daß die *Methylgruppe* (CH_3) den therapeutischen Effekt *herabsetzt*, *Chlor* dagegen ihn steigert. Mit dem Kristallviolett (*Hexamethylpararosanilin*) wurden weniger gute Resultate erzielt, als mit dem Fuchsin, das nur *eine einzige Methylgruppe* enthält (und zwar im Kern). — Das Fuchsin wieder wurde übertroffen von dem — *methylfreien* — Parafuchsin; das weitaus günstigste Resultat aber wurde erreicht bei Anwendung eines *chlorhaltigen, methylfreien* Pararosanilinderivates, des oben erwähnten Tryparosans.

¹⁾ *Ehrlich* hat diese Entdeckung anlässlich seiner Trypanosomenstudien gemacht.

¹⁾ S. den Aufsatz über Chemotherapie.

Ganz analog verhielten sich Akridinfarbstoffe; so ergab das 3 . 6 . Diamin-10-methylakridiniumchlorid (von *Ehrlich* mit dem Namen *Trypaflavin* belegt) (Formel I) einen dreimal höheren Heileffekt, als das Akridiniumgelb (II), das zwei Methylgruppen (im Kern) *mehr* enthält:

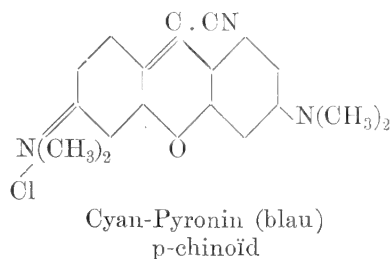
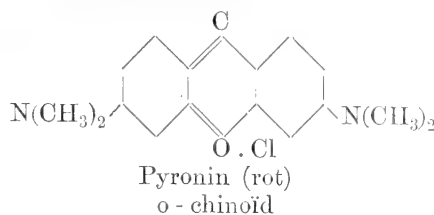


Die Methylgruppe wirkt also *dystherapeutisch*, das Chlor aber *eutherapeutisch* und die gleiche, zuerst bei den *Farbstoffen* erkannte Gesetzmäßigkeit zeigte sich dann auch bei *nicht* färbenden Substanzen: die homologen (im Kern methylierten) *Atoxyle* sind schlechter als das Atoxyl, bestimmte methylhaltige Salvarsan-derivate weniger gut als das — methylfreie — Salvarsan selbst. Auch die Nitrogruppe (NO_2) wirkt im allgemeinen verschlechternd, die Sulfo- (SO_3H) und die Carboxyl- (COOH) Gruppe haben gewöhnlich einen abschwächenden Einfluß auf die Heilkraft einer Substanz.

Um die Wirksamkeit von bereits als therapeutisch brauchbar erkannten Farbstoffen zu erhöhen, führte *Ehrlich* physiologisch aktive Gruppen, wie den Cyan- (CN), den Arsinsäure- (AsO_3H_2), den Arsenoxydrest (AsO) sowie die *Arsenogruppe* in sie ein. Er und seine Mitarbeiter stellten so eine große Reihe cyan- und arsenhaltiger Triphenylmethan-, Akridin-, Azin-, Phtalein-, Azofarbstoffe usw. her. Bei dieser Gelegenheit wurden manche auch für den *Chemiker* interessante Beobachtungen gemacht, so zeigten die Cyanderivate von Akridin- und Pyroninfarbstoffen einen ganz besonders merkwürdigen Farbumschlag gegenüber den cyanfreien Ausgangsstoffen.

Aus dem *gelben* Trypaflavin wurde ein leuchtend *rotes* Cyantrypaflavin, aus dem homologen Akridiniumorange wurde ein *violetter* Cyanfarbstoff erhalten, und das *rote* Pyronin ging beim „Cyanieren“ in ein *grünblaues* Cyanpyronin über. Der enorme Farbumschlag läßt sich wohl nur durch die Annahme einer Umlagerung der ortho-chinoïden in die para-chinoïde Bindung erklären; wir müssen uns darauf beschränken, hier die entsprechenden Formeln von Pyronin und Cyan-

pyronin wiederzugeben, ohne auf die Einzelheiten dieser Untersuchung einzugehen.



Auf der Bildung von Farbstoffen ist auch die von *Ehrlich* aufgefundene Reaktion, die diazotierte Sulfanilsäure („*Ehrlichs* Reagens“) mit gewissen Harnbestandteilen liefert, begründet; ebenso die Färbung, die normaler, besonders stark aber der Harn von Phthisikern und Typhuskranken mit p-Dimethylaminobenzaldehyd



gibt.

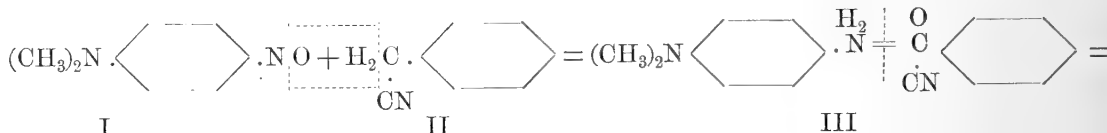
Den genannten Aldehyd benutzte *Ehrlich* auch, um gewisse Gewebe, z. B. Knorpel, zu differenzieren. Das Perichondrium wird intensiv rotviolett gefärbt, während Knorpelgewebe und das umgebende Binde- und Fettgewebe farblos bleiben. War das Präparat vorher mit Formaldehyd ($\text{H} \cdot \text{CHO}$) gehärtet, dann bleibt die Reaktion aus, weil die betreffende Atomgruppe des Perichondriums bei dem Härteprozeß bereits durch den Aldehydrest des Formaldehyds gebunden wird, so daß der Dimethylaminobenzaldehyd eine besetzte Stelle vorfindet, also nicht mehr reagieren kann.

Die Schlüsse, die *Ehrlich* aus diesen physiologisch-chemischen Untersuchungen zog, haben indirekt auch der reinen Chemie Nutzen gebracht; denn sie gaben Veranlassung zu einer chemischen Bearbeitung des Dimethylaminobenzaldehyds und seiner Derivate durch *Franz Sachs* und seine Schüler. — Aus der Fülle von chemischen Arbeiten, die *Ehrlich* gemeinsam mit dem genannten Forscher ausgeführt hat, und die dann noch von letzterem auf weite Gebiete ausgedehnt worden sind, möchten wir hier ferner die Untersuchungen über die Kondensation von Nitroverbindungen mit Methylenderivaten herausgreifen; es bilden sich *Azomethine*, deren Charakteristikum die Atomgruppe

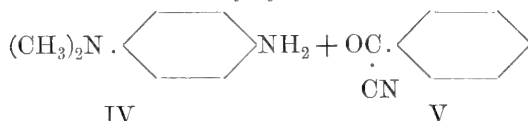


ist. Diese Gruppe ist ähnlich wie die Azogruppe — $\text{N} : \text{N}$ — ein Chromophor.

Bei der Einwirkung von Säuren werden die Azomethine leicht gespalten. Ein Beispiel möge die Bildung und Spaltung dieser interessanten Körperklasse veranschaulichen. Aus Paranitrosodimethylanilin I und Benzoylcyanid II entsteht ein Azomethin der Formel III:



Läßt man nun auf die Verbindung III Mineralsäure einwirken, so zerfällt sie im Sinne der punktierten Linie glatt in Dimethyl-p-phenylen-diamin IV und Benzoylcyanid V:



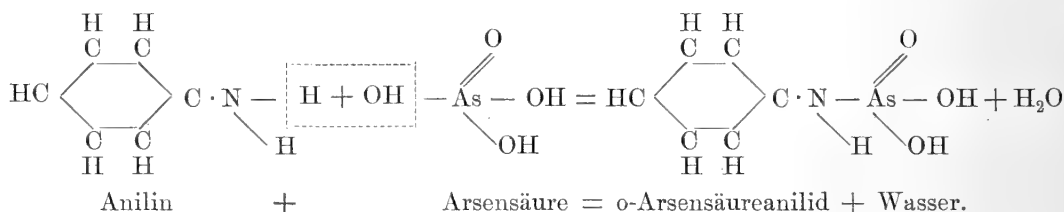
Die CH₂-Gruppe des Benzoylcyanids ist somit in eine CO-Gruppe (Benzoylcyanid) übergeführt worden. Wir haben hier also eine Reaktion, mit deren Hilfe es gelingt, aus Methylenkörpern Keto-

sind, dennoch manches auch für sie wertvolle Resultat, manche neue interessante Substanz zutage gefördert haben.

Ganz hervorragende Bedeutung, sowohl für den Chemiker, als auch für den Mediziner haben aber Ehrlichs und seiner Mitarbeiter Untersuchun-

gen über aromatische Arsenverbindungen gewonnen, weshalb ihnen eine etwas eingehendere Besprechung gewidmet sei.

Der französische Chemiker Béchamp erhielt vor 50 Jahren durch Erhitzen von Arsensäure mit Anilin auf 190—200° eine farblose kristallisierte Substanz, die er für ein „Arsensäureanilid“ hielt, entstanden dadurch, daß eines der Aminowasserstoffatome des Anilins durch den Arsensäurerest ersetzt worden war, nach folgender Gleichung:



verbindungen darzustellen. Franz Sachs setzte die Forschungen selbständig fort und hat denn auch auf diesem Wege eine große Anzahl bisher unbekannter oder schwer zugänglicher CO-Verbindungen dargestellt; aus methyl-(CH₃)-haltigen Substanzen erhielt er in manchen Fällen ganz analog Aldehyde.

Die zahlreichen aus dem Ehrlichschen Laboratorium stammenden Untersuchungen über Pyrazolonderivate (Pröscher, Bechhold, F. Sachs), dann die zum Teil chemisch und physiologisch wichtigen Kondensationsprodukte aus 1.2-Naphtochinon-4-sulfosäure mit den verschiedensten Aminen¹⁾ und sauren Methylenverbindungen (Herter) können wir hier nur streifen, ebenso, wie wir es uns versagen müssen, auf die interessanten Arbeiten von Ehrlich und Alfred Einhorn über Cocainderivate des näheren einzugehen.

Es ist unmöglich, in dem engen Rahmen dieses Aufsatzes auch nur einen ungefähren Begriff zu geben von der Fülle der chemischen Arbeiten, die direkt oder indirekt Ehrlich ihre Entstehung verdanken und die, wenn sie auch nicht für die Zwecke der reinen Chemie unternommen worden

Ein derartiges Anilid war für die Fachge-nossen ohne Interesse. Ein Säureanilid ist im allgemeinen nicht geeignet, in andere neue Verbindungen übergeführt zu werden; durch hydrolysierende Agentien, wie Alkalien, Säuren, wird es in seine Komponenten, im vorliegenden Falle also Anilin + Arsensäure zurückverwandelt. Die Chemiker schenkten daher der Béchampschen Verbindung keine weitere Beachtung, da sie die ihr von ihrem Entdecker zugesprochene Konstitution eines Arsensäureanilids ohne weiteres für richtig hielten.

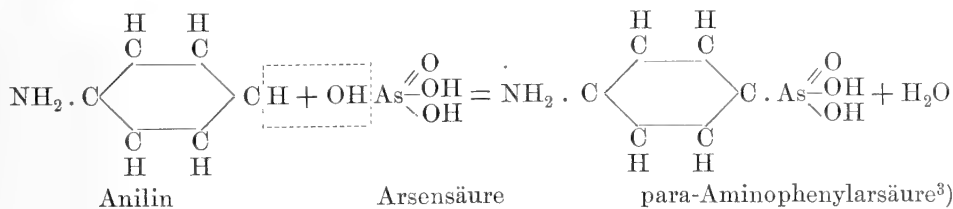
Vierzig Jahre später brachten die Vereinigten Chemischen Werke Charlottenburg ein neues Arsenpräparat unter dem Namen „Atoxyl (Meta-Arsensäureanilid)“ in den Handel. Das Präparat war nach F. Blumenthals toxikologischer Untersuchung vierzigmal weniger giftig als die arsenige Säure (daher die Bezeichnung a-toxyl) und wurde von ihm und anderen Forschern als stärkendes Mittel bei Anämien, Chlorose sowie für die Behandlung von gewissen Hautkrankheiten, chronischen Ekzemen usw. (Lassar, Schild u. a.) empfohlen. Ehrlich untersuchte es im Jahre 1903, gemeinschaftlich mit Shiga gelegentlich seiner Trypanosomenstudien, setzte aber seine Versuche zunächst nicht fort, da das Atoxyl im Reagenzglas die Parasiten

¹⁾ Vgl. hierzu auch Böniger (Berichte 27, 25 (1894).

nicht abtötete¹⁾. — Dagegen fanden *Thomas* und *Breinl* 1905, daß das Präparat im *Tierversuch* eine deutliche Wirkung auf Trypanosomen ausübe; und *Ehrlich* nahm daraufhin sofort das Studium des Atoxyls wieder auf, indem er sich die Aufgabe stellte, neue ähnliche Präparate von größerer Wirksamkeit und geringerer Giftigkeit (das Atoxyl erwies sich nicht so harmlos, wie sein Name es erwarten lassen sollte) aufzufinden. Inzwischen hatte *Koch* das Atoxyl im großen Stile für die Behandlung der Schlafkrankheit angewandt und *Uhlenhuth*, *Gross* und *Bickel* stellten später die Wirksamkeit des Präparates auch bei — experimenteller — Hühnerspirillose fest. Das Verhalten des Atoxyls, seine Beständigkeit gegen Säuren und Alkalien²⁾ ließ *Ehrlich* die bisher angenommene Formel eines Arsensäureanilids als sehr zweifelhaft erscheinen und als er dann außerdem noch nachweisen konnte, daß das Atoxyl sich wie ein primäres Amin verhalte, sich insbesondere diazotieren, acylieren sowie mit β -naphthochinon-sulfosaurem Natron zu einem roten Kondensationsprodukt vereinigen lasse, unternahm er es, gemeinschaftlich mit *A. Bertheim* die wahre Natur des Atoxyls aufzuklären. Die beiden Forscher stellten nun die überraschende und für die weitere Entwicklung der Arsenchemie grundlegende Tatsache fest, daß das Atoxyl das Natriumsalz einer aromatischen Arsinsäure, und zwar der

Para-Aminophenylarsinsäure,

daß ferner diese Säure identisch mit dem *Béchampschen* sogen. *Arsensäureanilid* ist, und daß also beim Erhitzen von Arsensäure mit Anilin nicht ein Amino-Wasserstoffatom (s. o.), sondern ein Kern-Wasserstoffatom des Anilins durch den Rest $\text{AsO}(\text{OH})_2$ ersetzt wird. Es bildet sich möglicherweise zwar zunächst vorübergehend das Anilid, jedoch „wandert“ beim Erhitzen der Arsensäurerest in den Kern.



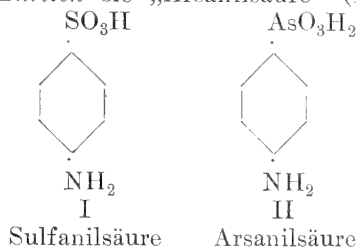
Ganz ähnlich also wie beim Erhitzen von schwefelsaurem Anilin die para-amino-phenyl-sulfonsäure (Sulfanilsäure) (I) sich bildet, so

¹⁾ Es stellte sich übrigens später heraus, daß der für diesen Versuch verwendete Trypanosomenstamm atoxylfest war.

²⁾ Es zeigte sich, daß die Verbindung mit conc. Salzsäure, 30 proz. Schwefelsäure, Alkalien usw. erhitzt werden könne, ohne sich zu zersetzen.

³⁾ Die Muttersubstanz der p-Aminophenylarsinsäure, die Phenylarsinsäure $\text{C}_6\text{H}_5(\text{AsO}_3\text{H}_2)$, ist von *A. Michaelis* anlässlich seiner klassischen Untersuchungen über aromatische Arsenverbindungen auf einem prinzipiell verschiedenen Wege dargestellt worden.

entsteht beim Erhitzen von arsensaurem Anilin die para-amino-phenylarsinsäure (II) und da diese letztere nicht nur in ihrer Bildungsweise, sondern auch in ihrem chemischen Verhalten weitgehende Analogie mit der Sulfanilsäure zeigt, nannte *Ehrlich* sie „Arsanilsäure“ (II).

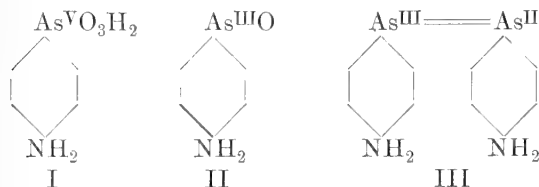


Nun waren mit einem Schlage die mysteriösen Eigenschaften des Atoxyls (die Haftfestigkeit des Arsens, die *relativ* geringe Giftigkeit usw.) erklärt; nun war aber auch der Synthese neuer Arsenverbindungen Tür und Tor geöffnet. Die Aminogruppe konnte in verschiedener Weise umgeformt, sie konnte durch andere Gruppen ersetzt werden; in den Benzolrest konnten weitere Substituenten eingeführt werden, und *Ehrlich* stellte denn auch gemeinschaftlich mit seinen Chemikern eine außerordentlich große Zahl der verschiedenartigsten Arsinsäuren her. — Trotzdem wesentliche therapeutische Fortschritte gegenüber dem Atoxyl erzielt wurden (so war beispielsweise schon das Arsacetin, ein acetyliertes Atoxyl, im Tierversuch weit weniger giftig und viel wirksamer), gab *Ehrlich* sich dennoch mit den gewonnenen Resultaten noch nicht zufrieden. Wie wir oben schon erwähnten, hatten seine Reagenzglasversuche ihm gezeigt, daß das Atoxyl als solches in vitro fast gar keine trypanoziden Eigenschaften besitze, sondern daß es, nur wenn dem infizierten Organismus einverleibt, die Trypanosomen vernichte. Andererseits war *Ehrlich* durch frühere Untersuchungen über das „Sauerstoffbedürfnis des Organismus“ zu der Anschauung gelangt, daß

nicht die Verbindungen des fünfwertigen Arsens, also nicht Derivate der Arsensäure (H_3AsO_4), die intensive trypanozide Wirkung haben könnten, sondern, daß vielmehr Abkömmlinge des dreiwertigen Arsens verwendet werden müßten, um eine maximale Heilwirkung zu erzielen.

Das Experiment zeigte *Ehrlich*, daß er mit dieser Anschauung den Nagel auf den Kopf getroffen hatte. Er ließ die Reduktionsprodukte der Arsanilsäure (I), nämlich das para-amino-phenylarsenoxyd (II) und das para-para-Diaminoarsenobenzol (III) herstellen und die biologische Untersuchung ergab, daß diese Reduktionsprodukte (die

also dreiwertiges Arsen enthalten), in einer Verdünnung von 1:100 000 (Verbindung III) und 1:1 000 000 (Verbindung II) im Reagenzglas die Trypanosomen abtöten, unter Bedingungen, unter denen 0,5 prozentige Atoxylösungen (Arsanilsäure) überhaupt nicht einwirkten. — Das dem p-Aminophenylarsenoxyd nahestehende p-oxyphenylarsenoxyd vernichtete die Trypanosomen im



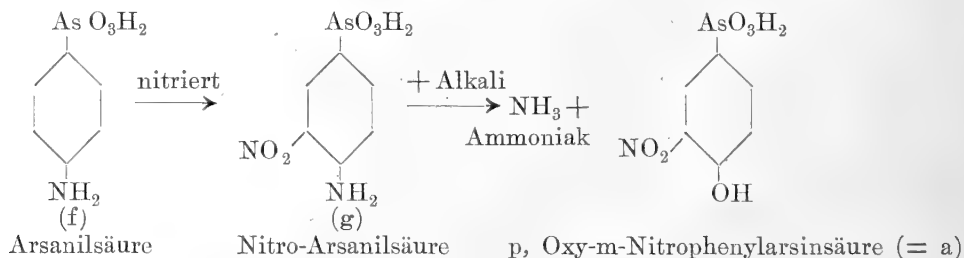
I Arsanilsäure II p-Aminophenylarsenoxyd III p, p, Diaminoarsenobenzol¹⁾

Reagenzglase sogar noch in einer Verdünnung von 1:10 000 000!!

Damit war der Weg gefunden, der zu neuen, intensiv wirkenden Arsenpräparaten führen mußte. Die Farbstoffstudien hatten Ehrlich ja früher schon gelehrt, welcher Atomgruppen es bedürfte, um eine Substanz an den Parasiten heranzubringen. Die Amino-(NH₂-) und die Oxy-(OH-) Gruppe hatten sich als besonders geeignet hierfür erwiesen; es handelte sich also jetzt darum, möglichst viele Arsenoxyd- und Arsenverbindungen herzustellen, die außer dem dreiwertigen Arsen noch Amino- und Hydroxylgruppen in verschiedenster Zahl und Anordnung enthalten und dann mußte für jede einzelne dieser Substanzen der Quotient $\frac{d c}{d t}$ bestimmt werden.

Es zeigte sich bald, daß die Arsenverbindungen den Arsenoxydverbindungen *therapeutisch* überlegen seien; obwohl nämlich ihre parasitentötende Kraft geringer ist, liegt doch der Quotient $\frac{d c}{d t}$ bei ihnen günstiger als bei den Arsenoxyden, da letztere sie an Toxizität um das Vielfache übertreffen.

So wurde Schritt für Schritt das Salvarsan auf-

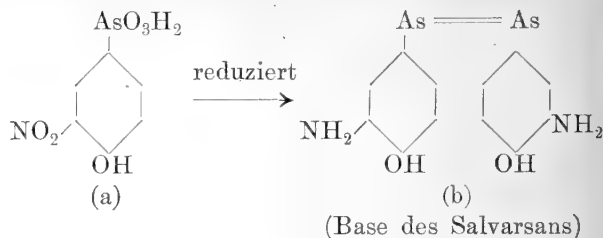


gebaut, dessen Synthese wir nun kurz skizzieren wollen.

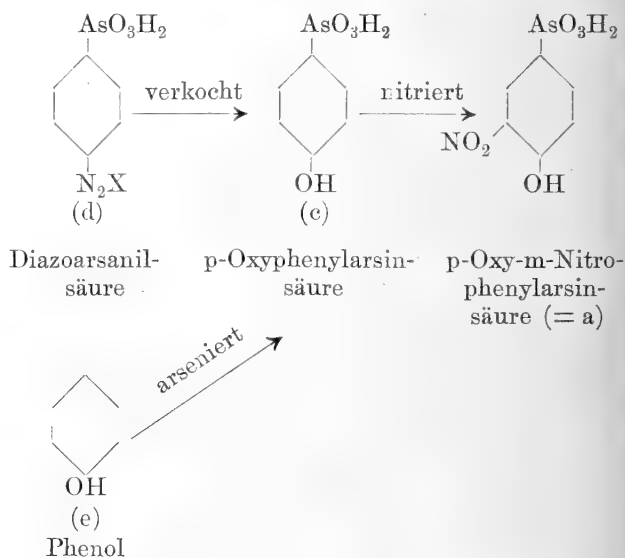
Das Dichlorhydrat des p, p',-Dioxy-m, m',-diamino-Arsenobenzols (b), Salvarsan genannt,

¹⁾ Die Muttersubstanzen dieser Reduktionsprodukte, das Phenylarsenoxyd und das Arsenobenzol waren bereits von A. Michaelis und seinen Schülern dargestellt worden (vgl. Fußnote S. 273).

wird gewonnen, indem man die p-oxy-m-Nitrophenylarsinsäure (a) unter bestimmten Bedingungen reduziert:



Um das Ausgangsmaterial (a) herzustellen, kann man entweder p-Oxyphenylarsinsäure (c) nitrieren, die ihrerseits durch Verkochen diazotierter Arsanilsäure (d) oder durch Arsenieren von Phenol (e) erhalten werden kann,

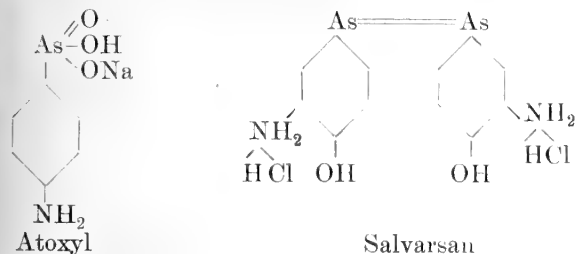


oder aber, man nitriert, auf einem Umweg, dessen Einzelheiten hier nicht angeführt werden können, die Arsanilsäure (f) und erhitzt die entstehende Nitroarsanilsäure (g) mit Alkalilauge, wobei unter Ammoniakabspaltung ebenfalls p-oxy-m-Nitrophenylarsinsäure (= a) gebildet wird:

Alle diese Reaktionen, die sich auf dem Papier ja recht einfach ausnehmen, mußten erst in mühevollen Untersuchungen durch Ehrlich und seine Mitarbeiter studiert und ausgearbeitet werden, bevor ein praktisch brauchbares Resultat erzielt werden konnte.

Der Weg von der Arsanilsäure bis zum Salvarsan war ein langer und dornenvoller und die

von chemisch ungenügend unterrichteten Forschern irrtümlich gehegte Meinung, daß das arsanilsaure Natrium (das Atoxyl) dem Salvarsan chemisch verwandt oder nahestehend sei, wird schon durch die Formeln dieser Verbindungen, die wir hier nebeneinander stellen,



gründlich widerlegt. Ein Blick darauf zeigt dem Chemiker, daß die beiden Substanzen *nichts* miteinander gemeinsam haben, als daß sie beide aromatische Arsenverbindungen sind.

Für die systematische Durchführung seiner chemotherapeutischen Arsenforschungen, die von der Aufklärung der Atoxylkonstitution ihren Ausgang nehmen und auf ihr fußen, in der Synthese des Salvarsans aber ihren einstweiligen Höhepunkt erreicht haben, muß nicht allein die Therapie, es muß auch die *chemische* Wissenschaft *Ehrlich* Dank zollen; denn neue Verbindungen in großer Zahl, interessante Reaktionen sind aufgefunden, die von *A. Michaelis* glanzvoll inaugurierte Chemie der aromatischen Arsenverbindungen ist ausgebaut und der Weg zur Auffindung weiterer wichtiger Präparate ist geebnet worden.

Das von *Ehrlich* aus Salvarsan und Formaldehydsulfoxylat hergestellte Neo-Salvarsan bedeutet in mancher Hinsicht bereits einen Fortschritt auf diesem Gebiete; vielversprechend sind auch Versuche mit einer Metallverbindung des Salvarsans ausgefallen, die *Ehrlich* und *Karrer* neuerdings gefunden haben.

Auch hier sehen wir also, daß die chemischen Arbeiten *Ehrlichs* — wenn auch in erster Linie der Lösung *medizinischer* Probleme gewidmet —, dennoch auch der *reinen* Chemie bleibenden Nutzen gebracht haben. Und selbst die Großindustrie, in hohem Grade besonders die Industrie der organischen Farbstoffe dankt ihm manche wertvolle Anregung. Wir dürfen hier daran erinnern, daß die Entdeckung der prächtigen Rhodamine, einer an Schönheit der Nuance noch heute unübertroffenen Farbstoffgruppe, mittelbar auf einen Gedanken *Ehrlichs* zurückzuführen ist⁴⁾.

Das Bild, das wir von dem Chemiker *Ehrlich* entworfen haben, wäre unvollständig, würden wir nicht auch seine persönlichen Eigenschaften, die ihn zum Naturforscher kat' exochen stempeln, mit einem Worte streifen.

Nur ein Mann, der — gleichzeitig Chemiker und Mediziner — eine ungewöhnliche Auffassungs-

und Beobachtungsgabe mit einer fast beispiellosen Zähigkeit in der Überwindung experimenteller Schwierigkeiten und einem unverwüstlichen, über alle Enttäuschungen hinweghelfenden Optimismus verbindet, konnte leisten, was *Paul Ehrlich* vollbracht hat.

Und die an Suggestion grenzende Einwirkung auf seine Mitarbeiter, sein anfeuerndes Beispiel geben die Erklärung für das freudige, fruchtbare und alle Teile befriedigende Zusammenarbeiten, das für die Ehrlichsche Schule kennzeichnend ist.

Über Immunität.

Von Prof. Dr. Martin Jacoby, Berlin.

Wenn man den Punkt festlegen will, der nach allen Richtungen hin *Ehrlichs* Forscherarbeit innerhalb des weiten Gebietes der Biologie kennzeichnet, so scheint mir am charakteristischsten sein so erfolgreiches Bestreben, die Probleme der Biologie auf solche der organischen Chemie zurückzuführen und sie mit chemischen Fragestellungen und Methoden zu bearbeiten. Diesen Eindruck gewinnt man auch, wenn man im speziellen *Ehrlichs* Leistungen auf dem Gebiete der Immunitätslehre zu würdigen versucht. *Ehrlichs* Immunitätsarbeiten beginnen im unmittelbaren Anschluß an die Entdeckung des Diphtherie-Antitoxins. *Ehrlich* erkannte sofort, daß das Zustandekommen hoher Immunitätsgrade und die Entstehung von Antitoxin im Organismus wohl kaum auf die Bakteriengifte beschränkt sein würde. In den Pflanzengiften Ricin und Abrin fand *Ehrlich* Substanzen, welche ganz so wie die Bakterientoxine imstande sind, im Organismus Antitoxine zu bilden. Schon bei diesen im Jahre 1891 erschienenen Studien gelang es ihm, exakte naturwissenschaftliche Methoden und sogar den Anfang einer mathematischen Behandlung bei den Immunitätsphänomenen in Anwendung zu bringen. So wurde genau der zeitliche Verlauf des Auftretens der Immunität und der Antikörperbildung verfolgt, und die quantitativen Beziehungen zwischen Toxin und Antitoxin wurden eingehend gewürdigt. Von biologisch weittragender Bedeutung war die Erkenntnis, daß eine sehr ausgesprochene Spezifität der Antitoxinbildung besteht, indem die Antikörper gegen das Ricin nicht auf das in seinen Wirkungen ihm so nahe verwandte Abrin einwirken. Auch das Phänomen, daß man durch lokale Einwirkung eines Toxins auf ein begrenztes Körpergebiet zunächst eine lokale Immunität hervorrufen kann, wurde bereits damals von *Ehrlich* entdeckt. Das Auge ist nämlich gegen Abrin äußerst empfindlich. Wenn nun *Ehrlich* ganz allmählich, mit harmlosen Dosen anfangend, steigende Mengen Abrins in das eine Auge brachte, so wurde zunächst das behandelte Auge immun. An diese lokale Immunität schließt sich dann später das Antitoxinauftreten im Blute und die allgemeine Immunität an, und erst jetzt

⁴⁾ Vgl. *H. Caro*, „Entwicklung der Teerfarbenindustrie“ (Ber. der D. chem. Ges. 25, R. 1087).

wird auch das andere Auge immun. In diese erste Periode der Ehrlichschen Immunitätsforschung gehören auch höchst interessante Versuche über die Vererbung der Immunität. Wenn eine Mäuse-mutter gegen Abrin immunisiert worden ist, so geht ihre Immunität auf die Jungen über, aber nicht vom Vater auf die Kinder. Ehrlich prüfte nun, ob die Mutter auf den Embryo direkt die Immunität überträgt oder ob erst die Säugung die Immunität übermittelt. Es zeigte sich, daß die zweite Möglichkeit die tatsächlichen Verhältnisse wiedergibt. Besonders demonstrabel lehrte das eine sinnreiche Versuchsanordnung, der sogenannte Ammenversuch. *Ehrlich* ließ die Jungen einer immunen Maus durch eine normale Mäusermutter stillen und legte ihr dafür die Jungen der anderen Mutter an. Es ergab sich, daß die Jungen, welche die Milch der immunen Amme erhalten hatten, immun wurden, die mit gewöhnlicher Milch gesäugten Kinder der immunen Mutter keine Immunität erwarben. Es machte auch keine Schwierigkeiten, den höchst einfachen Mechanismus dieser Immunisierung aufzuklären. Die Milch enthält nämlich Antikörper, welche auf diesem Wege vom mütterlichen in den kindlichen Organismus gelangen. Diese Beobachtungen haben später weittragende Bedeutung für medizinische Fragen erlangt. Denn sie erklären, daß säugende Kinder ganz anders auf dem Wege der Nahrungsaufnahme biologisch beeinflussbar sind als Erwachsene. Der Übertritt der Antitoxine in die Milch gab Ehrlich auch wiederum die erwünschte Gelegenheit, in exakter Weise das Auftreten der Antikörper und ihr quantitatives Verhalten zu studieren.

Diese frühzeitige Erkenntnis der Bedeutung der quantitativen Seite des Antitoxinproblems hat sich als äußerst fruchtbringend für Fragen von größter praktischer Bedeutung erwiesen. Ohne *Ehrlichs* quantitatives Vorgehen wäre es nicht möglich gewesen, die Serumtherapie gegen Diphtherie in die medizinische Praxis einzuführen. Die in Deutschland geltende Prüfungsordnung des Diphtherieheilsersums und aller ähnlichen Heilmittel ist vollkommen *Ehrlichs* Werk und basiert auf seinen Immunitätsforschungen. Vor *Ehrlich* hatte man den Antitoxinwert eines Serums lediglich im Tierversuch geprüft, indem man feststellte, ob man durch Vorbehandlung mit dem Serum ein Versuchstier von der nachfolgenden Toxinvergiftung retten könnte. Demgegenüber erdachte *Ehrlich* eine Methode der Serumprüfung, welche dem chemischen Titrierverfahren nachgebildet war. Im Glase mischt man eine bestimmte Toxinmenge mit verschiedenen Antitoxinquantitäten und ermittelt die geringste Menge Serum, welche zur Neutralisation notwendig ist. Die Neutralisation oder Entgiftung des Toxins wird dann natürlich im Tierversuch geprüft. Aber das Tier hat hier nur die Rolle des Indikators, die zu beobachtende Reaktion vollzieht sich durchaus im Reagenzglase. Die betreffenden Studien *Ehrlichs* erinnern in ihrer Methodik und Fragestellung sehr an die

Arbeiten, welche etwa von der physikalischen Reichsanstalt zur Einführung von neuen Maßeinheiten und Eichungsverfahren durchgeführt werden. Es mußten Normaltoxine definiert werden und für ihre sehr diffizile Konservierung und die Garantierung ihrer Unveränderlichkeit gesorgt werden. Die Anwendung von Antitoxineinheiten ermöglichte eine allgemeine Verständigung und einen Vergleich von Serumproben, die an den verschiedensten Produktionsorten gewonnen waren.

Neben diesen praktischen Erfolgen hatten aber die Antitoxinstudien auch eine ganz erhebliche theoretische Bedeutung. Die sorgfältige quantitative Analyse der Reaktionsverhältnisse zwischen Toxin und Antitoxin ergab nämlich sichere Anhaltspunkte dafür, daß zwischen beiden Faktoren eine chemische Bindung stattfindet und machte es wahrscheinlich, daß neben dem eigentlichen Toxin mit dem Antitoxin reagierende Toxin-derivate existieren, welche etwa so wie die Eiweißspaltprodukte sich zum Eiweißmolekül verhalten. Bekanntlich hat die Deutung dieser Versuche später zu sehr bemerkenswerten Diskussionen mit *Arrhenius* und *Madsen* geführt, welche die Versuche *Ehrlichs* mit physikalisch-chemischer Methodik wieder aufnahmen. Es muß aber hier betont werden, daß die Fundamente der ganzen Immunochemie von *Ehrlich* stammen und sich als durchaus tragfähig erwiesen haben. Daran ändert sich auch nichts, wenn etwa einzelne Spezialannahmen durch den Fortschritt der experimentellen Erfahrung sich vereinfachen lassen.

Gleichzeitig mit diesen Untersuchungen über die Wertbestimmung des Diphtherieheilsersums veröffentlichte *Ehrlich* auch seine Seitenketten-theorie. Es ist allgemein bekannt, welche Fülle von Anregungen aus dieser Konzeption sich ableiteten und wie sie jahrelang die Kreise der Biologen und Mediziner in Spannung gehalten hat. So neuartig *Ehrlichs* Gedankengang auch war und so vielseitig die Erwägungen, die sich an seine Theorie angeschlossen haben, so einfach ist sie, und so leicht ist es, ihr Wesen darzulegen. *Ehrlich* versucht die Frage zu klären, warum eine große Anzahl von Substanzen nach ihrer Einführung in den Organismus Antikörper bilden, eine andere große Gruppe von Substanzen im gleichen Organismus das nicht vermag. Vorweg muß genommen werden, um dem heutigen Stande der Forschung Rechnung zu tragen, daß die ganze Theorie direkt nur für Stoffe Geltung hat und auf Stoffe angewandt werden darf, welche überhaupt in irgendeinem Organismus Antikörper bilden können, Substanzen, die man unter dem Gruppennamen „Antigene“ zusammenfaßt. Wenn man nun einem bestimmten Versuchstier, etwa einem Kaninchen, eine größere Anzahl Antigene zuführt, so bemerkt man, daß nur gegen einen Teil der Antigene Antikörper entstehen. Worauf beruht nun diese Auslese? Nach *Ehrlich* auf dem chemischen Bau des Protoplasmas der tierischen Zellen. Dieses Protoplasma ist so konstituiert, daß es nur mit ganz bestimmten, che-

mischen Stoffen reagieren kann. Das ist eine durchaus notwendige Annahme. Denn ohne sie würde man auch nicht verstehen können, warum immer nur ein Teil der Substanzen der Außenwelt, wenn sie dem Protoplasma zugeführt werden, Reaktionen auslösen, andere nicht. Für jede Substanz, jeden Teil der Welt existiert ja die übrige Welt nur soweit, wie zwischen beiden eine Reaktion möglich ist und so ist es natürlich auch mit dem Protoplasma. Die Konstitution im Protoplasma, welche nun ihm die Reaktionsfähigkeit mit einer bestimmten Substanz verleiht, nennt *Ehrlich* den Rezeptor des Protoplasmas oder der Zelle für die betreffende Substanz. Zunächst muß man natürlich begrifflich für jede Substanz einen eigenen Rezeptor annehmen. Doch ist dadurch selbstverständlich nicht ausgeschlossen, daß sich eine Reihe von Rezeptoren als identisch herausstellen können, etwa wie wenn eine Reihe von Basen chemisch mit demselben H-Atom reagieren. Auch wäre es verkehrt, sich vorzustellen, daß getrennte Rezeptoren scharf getrennte chemische Moleküle sein müßten, vielmehr wird natürlich in ein- und demselben Molekül das Vorhandensein irgend einer Nebengruppe, z. B. eines Hydroxyls oder einer Aminogruppe, das Molekül als Rezeptor für Substanz A. charakterisieren, eine Nitrogruppe wieder dasselbe Molekül zum Rezeptor für Substanz B. stempeln.

Ehrlich nimmt an, daß die Antigene mit den Rezeptoren in Reaktion treten und stellt theoretisch als biologisches Gesetz die Annahme auf, daß die Inanspruchnahme von Rezeptoren die schaffenden und neubildenden Faktoren der Zellen anreizt, gerade die beanspruchten Rezeptoren neu und im Übermaße zu bilden. Nun ist es eine durchweg gültige Beobachtung, daß die Zellen der Organe im allgemeinen abnorm stark produzierte Zellprodukte in die Blutbahn abgeben und so gelangen dann nach *Ehrlich* die im Übermaße produzierten Rezeptoren in das Blut und imponieren hier als Antikörper. Die Spezifität der Antikörperbildung und Antikörperwirkung wäre also auf die einleitenden spezifischen Rezeptorenreaktionen zurückgeführt. Rezeptor und Antitoxin sind nach *Ehrlich* wesengleich. Mag jemand durch diese Theorie auch zu einer kritischen Betrachtung sich veranlaßt sehen, jeder wird zugeben müssen, daß ihre Existenz ebenso durch die Erläuterungen ihrer Anhänger wie durch die Bedenken ihrer Gegner dem Fortschritt biologischer Erkenntnis sehr gedient hat, und daß ihre großzügige Einfachheit äußerst reizvoll ist.

Wir haben gesehen, daß *Ehrlich* schon in seinen Studien über das Diphtherietoxin und Antitoxin von dem Bestreben geleitet war, die Reaktionen möglichst außerhalb des Tierkörpers zu beobachten. Denn nur so ist es möglich, chemische Beobachtungen zu machen. In dieser Richtung gelang ihm nun 1897 ein weiterer, sehr erheblicher Schritt. *Kobert* und seine Schüler hatten gefunden, daß das Ricin und die ihm ver-

wandten Gifte außer ihrer allgemeinen Giftwirkung auch sehr giftig auf die isolierten Blutzellen wirken. *Ehrlich* zeigte nun, daß auch diese Giftwirkung durch das Antitoxinserum neutralisiert wird. Damit war die Möglichkeit gegeben, im Reagenzglas unter völliger Ausschaltung des lebenden Gesamtorganismus die Wirkungsweise der Antitoxine zu studieren. Als dann bald darauf *Bordet* seine bedeutsamen Untersuchungen über die Blutkörperchen schädigenden Substanzen veröffentlichte, welche sich namentlich im Serum von Tieren nach der Einspritzung von Blut finden, begann *Ehrlich* zusammen mit *Morgenroth* und *Sachs* eine große Versuchsserie über diese Hämolytine. Es würde hier zu weit führen, auf Einzelheiten einzugehen. Hervorgehoben sei nur, daß *Ehrlich* auch hier sich bemühte, mit den Vorstellungen der chemischen Konstitutionslehre die Probleme zu meistern und präzise Annahmen über die Beziehungen zwischen dem Zellrezeptor und den aktiven Serumstoffen zu machen. Die von ihm vorgeschlagenen Namen für die Serumstoffe „Amboceptor und Komplement“ haben sich in Deutschland allgemein eingebürgert. *Kyes* und *Sachs* fanden in *Ehrlichs* Laboratorium, daß bei der Hämolyse durch Schlangengift das Lecithin eine interessante Rolle spielt. Anscheinend enthält, wie aus den Beobachtungen von *Manwaring*, der in Frankfurt unter Leitung von *Sachs* arbeitete, hervorgeht, das Sekret der Giftdrüsen der Kobra ein Enzym, welches aus dem Lecithin sehr intensiv wirksame Hämolytine abzuspalten vermag.

Von biologischem Interesse bei diesen Hämolysestudien war es auch wiederum, daß eine Reihe von Erfahrungen über die Spezifität der Immunitätsphänomene und über ihre Grenzen gesammelt wurden. In engste Fühlung mit physiologischen Erscheinungen trat die Immunitätslehre durch die in *Ehrlichs* Laboratorium von *Morgenroth* entdeckte Antigennatur der Fermente und die Spezifität der Antifermente.

Im letzten Jahrzehnt hat *Ehrlich* sich anderen Hauptfragen der Medizin zugewandt, aber auch die jetzt von ihm bearbeiteten Gebiete, die experimentelle Geschwulstlehre und die Chemotherapie, gaben ihm Gelegenheit zu Entdeckungen, die für die Immunitätsforschung von grundlegender Bedeutung sind. Aus der Geschwulstlehre erwähne ich nur die praktisch so wichtige Methode der Virulenzsteigerung von Geschwülsten durch immer wieder vorgenommene Transplantation, ein Phänomen, welches das Geschwulstvirus ganz mit den pathogenen Bakterien in eine Reihe stellt. Ferner erinnern wir uns der merkwürdigen Tatsache der Panimmunität, daß nämlich die experimentelle Immunisierung gegen eine Geschwulstart zugleich gegen eine Reihe anderer Geschwulsttypen immunisiert. Endlich sei darauf hingewiesen, daß *Ehrlich* bei der Geschwulstimmunität einen neuen Typus der Immunität aufgestellt hat, die Athrepsie. Hiermit bezeichnet *Ehrlich* die Immunität, welche ein Organismus gegenüber

einem schädlichen Agens wie eine Geschwulst dadurch besitzt, daß es nicht die notwendigen Nährstoffe zu seiner Entwicklung vorfindet.

Die chemotherapeutischen Arbeiten *Ehrlichs*, die doch in erster Linie praktischen Zwecken dienten, führten in der Feststellung der experimentellen Arzneifestigkeit pathogener Mikroorganismen zu einer neuen Entdeckung von allgemeinstem biologischen Interesse. *Ehrlich* fand, daß Trypanosomen und andere pathogene Einzellige durch die Einwirkung von Giften so verändert werden, daß zahlreiche Generationen von Zellen, die von vorher giftempfindlichen Zellen abstammen, nunmehr völlig giftfest werden. Die Tatsache ist höchst bemerkenswert, ganz gleichgültig, ob hier eine Auslese oder eine wirkliche Vererbung erworbener Eigenschaften vorliegt. *Ehrlich* ist auch in dieser Frage mit seiner biochemischen Methodik bereits weiter vorgedrungen, als es dem zeitigen Stande der chemischen Forschung entspricht. Es stellte sich nämlich heraus, daß im allgemeinen die Arzneifestigkeit spezifisch ist; aber in je einer Gruppe finden sich merkwürdigerweise Substanzen zusammen, deren chemische oder physikalische Zusammengehörigkeit erst eine fortgeschrittenere Chemie und Physik uns erläutern wird.

Überblicken wir nun die Ehrlichschen Immunitätsarbeiten in ihrer Gesamtheit, so sehen wir, daß seine Entdeckungen ihn in die erste Reihe der großen Immunitätsforscher stellen. Mit Bewunderung erkennen wir, daß sich sein Anteil an der Immunitätsforschung durchaus organisch in das große Gebäude einfügt, welches die bisherige Gesamtleistung des hervorragenden Biologen kennzeichnet.

Paul Ehrlichs Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung.

Von Prof. Dr. Carl Lewin, Berlin.

Aller Fortschritt in dem verwickelten und komplizierten Problem der bösartigen Geschwülste, den wir den letzten 10 Jahren verdanken, ist der Arbeit mit den übertragbaren Tiergeschwülsten, der experimentellen Krebsforschung, zu verdanken. Sie hat uns eine Reihe von Fragestellungen gegeben, deren Beantwortung nicht nur von allgemein theoretischem Interesse ist. Sie hat uns vor allem die Möglichkeit geschaffen, an die Bekämpfung dieser Krankheiten mit den Methoden heranzugehen, deren sich die Medizin bei den Infektionskrankheiten mit so außerordentlichem Erfolge bedient. Es ist darum eine Pflicht der Dankbarkeit, wenn wir heute dem Manne huldigen, dessen Arbeiten die Grundlage geschaffen haben für alle Fortschritte, welche die Lehre von der Krebskrankheit durch die bedeutsamen Ergebnisse der experimentellen Krebsforschung gemacht hat. Dieser Mann ist *Paul Ehrlich*. Er war es, der zuerst den Grundgedanken der ganzen modernen Krebsforschung in

eindringlicher und klarer Weise formulierte, den Gedanken, die Methoden der Bakteriologie auf die experimentelle Krebsforschung zu übertragen, *die Krebszellen systematisch wie einen Mikroorganismus zu behandeln und das geimpfte Tier gleichsam als Nährboden zu betrachten*. Um diesem Prinzip die nötige Festigkeit und die erforderliche Ausgestaltung zu schaffen, war es aber nötig, möglichst vielseitige Erfahrungen an den allerverschiedensten Tiergeschwülsten zu sammeln. In dieser Erkenntnis hat *Ehrlich* die wissenschaftliche Krebsforschung am Tiermaterial auf jenen Großbetrieb eingestellt, der jetzt allgemein in allen Laboratorien für Krebsforschung durchgeführt ist. Denn nur die Arbeit mit einer großen Menge der allerverschiedensten Geschwülste und ihre Überimpfung auf möglichst viele Tiere konnte und kann auch heute noch unsere Kenntnisse vom Wesen der malignen Tumoren aus unsicheren, vielgestaltigen und vieldeutigen Einzelbeobachtungen heraus zu einem klaren und übersichtlichen Gesamtbilde vereinigen. Auf diese Weise war es denn auch möglich, daß *Ehrlichs* Mitarbeiter *Apolant* uns das wissenschaftliche Rüstzeug gegeben hat, das den Wert der tierexperimentellen Forschung für die Lehre von der Krebskrankheit des Menschen überhaupt erst sicherte. Es war der an dem großen Material des von *Ehrlich* geleiteten Frankfurter Institutes geführte Nachweis, daß alle die in ihrem Bau und anatomischen Verhalten so vielgestaltigen Geschwülste der Maus im wesentlichen einen einheitlichen Typus darstellen, daß sie echte Krebsgeschwülste sind, die von den Zellen der Brustdrüse ausgehen und daß somit diese Tiergeschwülste ein getreues Analogon der menschlichen Krebsgeschwülste darstellen. Diese jetzt zum Allgemeingut der Pathologie gewordene Erkenntnis hat der experimentellen Erforschung der bösartigen Geschwülste der Tiere jene Bedeutung geschaffen, die sie für die Lehre von der Krebskrankheit des Menschen theoretisch wie praktisch unumstritten besitzt. Soweit das Tierexperiment überhaupt Rückschlüsse auf die Verhältnisse beim Menschen gestattet, dürfen wir heute dank diesen Feststellungen *Apolants* aus den Beobachtungen am Tiermaterial auf gleiche oder ähnliche Vorgänge auch bei dem rätselvollen Prozesse der menschlichen Krebskrankheit schließen.

Der Gedanke *Ehrlichs*, die Methodik der bakteriologischen Forschung auf die Arbeit mit diesen als echte Carcinome nunmehr erkannten Mäusetumoren anzuwenden, führte alsbald zu der weittragenden Feststellung, daß es gelingt, durch die Übertragung der Geschwulst von einem Tier auf das andere durch mehrere Generationen hindurch die Bösartigkeit der Geschwulst zu steigern. Rein theoretisch schon war diese Feststellung von der höchsten Bedeutung. Denn gegenüber den Pathologen, welche den Übergang normaler Körperzellen zu bösartigen Zellen leugneten und den malignen Zellen eine ihnen

schon von Natur innewohnende Abartung ihrer biologischen Eigenschaften zugeschrieben, war es von Wichtigkeit, daß sich diese Zellen in ihrer Biologie bei der Verimpfung änderten, daß sie von einer Tierpassage zur andern bösartiger wurden. Der Schluß liegt nahe, daß dann auch der Übergang von Gutartigkeit zu Bösartigkeit, also von der normalen zur bösartigen Zelle, ein während des Lebens des Organismus allmählich sich entwickelnder ist, daß sich also die bösartige Geschwulst aus vorher normalen Körperzellen im Laufe der Jahre bildet. Für die Arbeit mit den bösartigen Tiergeschwülsten aber war diese Feststellung *Ehrlichs* von größter Wichtigkeit. Denn es hatte sich bei der Verimpfung zahlreicher spontan entstandener Mäusetumoren gezeigt, daß nur ein relativ kleiner Teil der geimpften Tiere mit der Bildung einer Impfgeschwulst reagierte. Eine erfolgversprechende Arbeit aber konnte nur geleistet werden, wenn Geschwulststämme zur Verfügung stehen, deren Impfausbeute erheblich größer ist. Nur so konnten z. B. überhaupt Immunisierungsversuche angestellt werden, wo Unterschiede von nur 10—20 % Impfausbeute kaum ins Gewicht fallen und daher bei Tumoren, die an sich nur 10—20 % Impfausbeute geben, ein Arbeiten mit Immunisierungsversuchen ausgeschlossen ist. Die Entdeckung der Virulenzsteigerung der Tumors durch die Tierpassage ist daher für unsere Arbeiten mit bösartigen Geschwülsten eine fundamentale Feststellung geworden. Ebenso wie in der bakteriologischen Technik, um die Virulenz einer Kultur zu steigern, die öftere Wiederholung einer Impfung von Tier auf Tier oder auf geeignete Nährböden notwendig ist, genau so suchte *Ehrlich* aus einer Serie geimpfter Tiere die am schnellsten wuchernden Tumoren aus und impfte sie nach sorgfältiger Entfernung der nekrotischen Teile weiter. Durch das gleiche Verfahren bei allen folgenden Impfungen konnten so enorme Virulenzsteigerungen bis zu 100 % Impfausbeute erzielt werden.

Ein weiterer Befund *Ehrlichs* ist für die Frage der Ätiologie der Tumoren von Wichtigkeit geworden. Es ist die mit *Apolant* zusammen festgestellte Tatsache, daß ein Carcinom im Laufe der Impfung durch mehrere Generationen zur Bildung eines Sarkoms Veranlassung gab. Es war das die erste im Experiment gelungene Erzeugung einer bösartigen Geschwulst. *Ehrlich* hat diese Sarkomentstehung so gedeutet, daß er annahm, bei besonders disponierten Individuen könne das Bindegewebe durch einen von den geimpften Carcinomzellen ausgehenden Reiz zu einer bösartigen Wucherung gereizt werden, gerade so wie manche Menschen auf eine Wunde mit der Bildung von Keloidgewebe und nicht, wie gewöhnlich, mit einer normalen Narbenbildung reagieren. Von welcher Bedeutung dieser Befund, der in der Folge auch von anderen Forschern vielfach bestätigt wurde, für die Frage der ersten Entstehung einer malignen Geschwulst

ist, liegt klar auf der Hand. Wie auch immer die Erklärung ausfiel, ob man chemische oder parasitäre Reize als die Ursache der Sarkombildung ansah, immer mußte die Tatsache, daß vorher normale Bindegewebszellen zu bösartigen Zellen, also zu Sarkomzellen, umgewandelt werden können, gegen alle die Theorien sprechen, welche die Entstehung der malignen Geschwülste auf angeborene Entwicklungsstörungen zurückführen. Der *Ehrlich-Apolantsche* Befund war eine experimentelle Stütze jener Anschauung, die von *Hauser*, v. *Hansemann*, *Beneke*, *Orth* u. a. vertreten wird, wonach die Krebsentstehung zurückzuführen ist auf tiefgehende biologische Umwandlungen normaler Körperzellen durch chronische Reize chemischer oder physikalischer Natur.

Die planmäßige Beobachtung möglichst zahlreicher Geschwulststämme verschiedener Art und differenter Struktur, so wie sie *Ehrlich* in seinem Institut durchführte, ermöglichte auch das Studium theoretischer wie praktischer Fragen von wesentlicher Bedeutung. Sehe ich von den Immunisierungsversuchen ab, auf die ich später zu sprechen komme, so sind es hauptsächlich die Fragen der Resistenz von Tumorzellen gegen schädliche Einflüsse, die Erzeugung von Mischtumoren sowie ihre Zerlegung in die einzelnen Bestandteile und endlich die biologischen Beziehungen der Tumorzellen zu den Gefäßen, die *Ehrlich* in Angriff nahm. Die Frage der Beeinflussung maligner Zellen durch chemische und thermische Reize war schon von *Jensen* und *L. Loeb* in ihrer Bedeutung für allgemein biologische wie rein praktisch immunisatorische Beziehungen erkannt und studiert worden. Während für die Einwirkung der Wärme auf Carcinome und Sarkome die von *Jensen* und *Loeb* erhobenen Befunde bestätigt werden konnten, konnte *Ehrlich* andererseits nachweisen, daß die Grenze für die Einwirkung niedriger Temperaturen noch erheblich niedriger liegt, als *Jensen* und *Loeb* annahmen. *Ehrlich* beobachtete wiederholt, daß Temperaturen von 25—30° unter Null auf die Tumorzellen ohne schädigenden Einfluß für die Übertragbarkeit blieben, und in einem Falle wurde sogar ein Carcinom weiter geimpft, das volle zwei Jahre im Eisspind bei 8—10° unter Null aufbewahrt worden war, ohne daß dazu beim Auftauen besondere Vorsichtsmaßregeln ergriffen worden wären. Für die Zellen einer bösartigen Knorpelgeschwulst erwiesen sich auch die Grenzen der Konservierbarkeit nach oben erheblich gesteigert. Denn während Carcinom- und Sarkomzellen durch einstündige Erwärmung bei 50° bestimmt abgetötet werden, konnte bei den Zellen des malignen Chondroms nach gleicher Wärmeeinwirkung doch noch Wachstum konstatiert werden. Andererseits war dieses Wachstum auch noch nachzuweisen, wenn das Chondrom drei Tage hindurch der Temperatur der flüssigen Luft ausgesetzt wurde. Die zweite wichtige und interessante Frage, der *Ehrlich* experimentell

nähertrat, war die Möglichkeit der künstlichen Synthese von Mischgeschwülsten. Durch Mischungen von Carcinom- und Sarkomzellen konnten leicht Tumoren erzeugt werden, welche dem Bilde der von *v. Hansemann* als Carcinoma sarcomatodes bezeichneten, relativ selten bei Menschen vorkommenden Tumorart entsprechen. Dagegen war es nicht möglich, aus Chondrom und Carcinom oder Sarkom eine Mischgeschwulst zu erzeugen, weil diese zu Mischungen verwendeten verschiedenen Geschwülste sowohl in ihrer Vitalität wie in der Proliferationsenergie ihrer Zellen zu erheblich variierten. Wie verhalten sich nun diese Mischtumoren gegenüber schädlichen Einflüssen? Bei der bereits erwähnten Entstehung des Sarkoms nach einer Impfung mit Carcinom bildete sich stets zuerst eine Mischgeschwulst vom Typus des Carcinoma sarcomatodes. Dann verschwand der carcinomatöse Anteil allmählich und es blieb ein reines Sarkom übrig. Mit Recht folgerte *Ehrlich* daraus, daß die Wachstumsenergie der Sarkomzellen eine größere ist als die des Carcinoms. Diese offenkundige Verschiedenheit in der Vitalität der Tumoren machte es *Ehrlich* wahrscheinlich, daß auch durch Temperatureinflüsse leichter die Carcinom- als die Sarkomzellen beeinflussbar seien. *Haaland* konnte das in der Tat im Ehrlichschen Institut nachweisen. Durch geeignete Erhitzung des Tumorbreis konnte er bei einem Mischtumor, der sich längere Zeit als solcher erhielt, wiederholt die Bildung reiner Sarkome nach der Weiterimpfung beobachten. Indessen war im Widerspruch mit diesem Befunde auch die Bildung reiner Carcinome nach der Erhitzung des Tumorbreis zu konstatieren. Diese Tatsache erläutert *Ehrlich* durch ein bakteriologisches Beispiel. Wenn wir in einem Bakterienmischgemisch die einzelnen Formen voneinander trennen wollen, so stellen wir Verdünnungen dar, die, in geeigneter Form auf Platten gegossen, den einzelnen Bakterien die Möglichkeit isolierter Auskeimung gewähren. Was hier durch Verdünnung bezweckt wird, leistet bei der Mischgeschwulst die Erwärmung. Die Mehrzahl aller Zellen geht zugrunde und aus den übrig bleibenden Keimen können sich beide Arten von malignen Geschwülsten entwickeln. So kann hier und da einmal aus dem erwärmten Mischgeschwulstbrei auch ein zufällig übrig gebliebener Carcinomkeim sich bilden. *Ehrlich* sowohl als *Haaland* konnten in wiederholten Fällen die Komponenten der Mischgeschwulst durch Erwärmung wieder trennen und jeden einzelnen der Tumoren rein weiter züchten. Dabei zeigte sich der vorher sehr virulente Carcinomstamm durch die Erwärmung in seiner Vitalität geschädigt und auch seine Struktur zeigte mehr den Typus einer gutartigen Geschwulst von drüsigem Bau, während der ursprüngliche mehr diffuse und zellreiche Tumor erheblich bösartiger sich erwiesen hatte. Diese Feststellungen *Ehrlichs* fanden ihre Fortsetzung in dem Befunde

Apolants, daß bei künstlich immunisierten Tieren ein bösartiges Carcinom in der Form eines mehr gutartigen Drüsентumors, also als Adenom, sich entwickelte. Beobachtungen, welche auf die Frage des Übergangs gutartiger Wucherungen zu bösartigen Geschwülsten ein bezeichnendes Licht werfen und die Frage der biologischen Änderung der normalen zur malignen Zelle von einer neuen Seite beleuchten.

Bemerkenswert sind des weiteren die Befunde *Ehrlichs* über die Bedeutung des Gefäßsystems bei der Geschwulstentwicklung. In Bestätigung der Beobachtung von *Jensen*, *Bashford*, *L. Michaelis* u. a. fand auch *Ehrlich*, daß bei der Impfung des Tumors die Tumorzelle selbst nur weiterwächst, das zu ihrer Ernährung nötige Stützgewebe aber von dem geimpften Tiere geliefert wird. Er nimmt an, daß die Carcinom- und Sarkomzellen direkt chemotaktisch auf die bindegewebsbildenden Zellen des Wirbeltieres wirken und daß nur so ein Wachstum überhaupt zustande kommt. Während aber bei den überimpften Carcinomen und Sarkomen die Entwicklung von Gefäßen sehr spärlich ist, zeigte sich bei der überimpfbaren Knorpelgeschwulst, dem Chondrom, eine ausgesprochene Neigung zu Blutungen, die *Ehrlich* auf eine besondere chemotaktische Wirkung der Chondromzellen auf die Gefäße bildenden Zellen bezieht, wodurch es schon frühzeitig zu einer mächtigen Blutgefäßentwicklung und zu großen Blutungen im Tumor kommt. Diese mächtige Gefäßentwicklung blieb aber aus, wenn das Chondrom in die Bauchhöhle geimpft, ferner wenn die Chondromzellen durch Hitze oder Kälte in ihrer Vitalität geschädigt werden, oder endlich wenn man die Chondromzellen auf chondromimmune Tiere impft. Dann wachsen diese Chondrome ohne wesentliche Beteiligung des Gefäßsystems, die gefäßenlockende Wirkung der Chondromzelle ist verloren gegangen. Auch die Zellen der hämorrhagisch wachsenden Mäusecarcinome zeigen gefäßenlockende Wirkungen, die eine Ernährung des Tumors ermöglichen. Daß diese Wirkung aber sehr leicht geschädigt werden kann, erklärt nach *Ehrlich* die Tatsache, daß sich solche hämorrhagischen Tumoren sehr selten überimpfen lassen.

Alle diese Feststellungen und Befunde aber werden in ihrer Bedeutsamkeit weit übertroffen durch die Arbeiten *Ehrlichs* über die Immunitätsvorgänge bei den bösartigen Tumoren. Verdanken wir ihnen doch die Erkenntnis, daß es möglich ist, künstlich das Wachstum von bösartigen Geschwülsten zu verhindern, eine Erkenntnis, die von prinzipieller Bedeutung für die gesamte experimentelle Therapie der malignen Geschwülste geworden ist. Schon *Jensen* hatte in seiner ersten Mitteilung über künstliche Immunisierungsversuche beim Krebs der Mäuse berichtet. Aber er war über Einzelbeobachtungen nicht hinausgekommen. Erst die Übertragung bakteriologischer Arbeitsmethoden auf die experimentelle Krebsforschung, dieser Grundgedanke der Ehrlichschen Arbeit, hat auch hier zu bedeutsamen Fortschritten geführt.

Wir verdanken ihr die Tatsache, daß es gelingt, durch die Impfung von avirulentem Material ein Tier gegen bösartige Geschwülste von maximaler Virulenz zu schützen. Indem *Ehrlich* die Gesamtheit aller bei den Mäusen vorkommenden Brustdrüsgeschwülste von verschiedener Bösartigkeit mit Bakterienstämmen von verschiedener Virulenz verglich, benutzte er die hämorrhagischen Mäusetumoren, die sich als fast niemals transplantabel und damit von Natur avirulent erwiesen hatten, zu Schutzimpfungen gegen die nachfolgende Inokulation von virulenten Carcinomstämmen der Maus. Zwar hatte *Jensen* schon gezeigt, daß diejenigen Mäuse, welche bei einer ersten Impfung sich als immun erwiesen, auch gegen die wiederholte Impfung mit demselben Carcinomstamm unempfindlich sind. Aber das konnte auch auf einer angeborenen Unempfindlichkeit der Tiere beruhen. Indem *Ehrlich* zeigte, daß durch die Vorimpfung mit weniger virulentem Material auch gegen ein hochvirulentes Tumormaterial von 100 % Angangsziffer eine Immunität erzielt werden kann, lieferte er den Beweis, daß es sich bei diesen Vorgängen um eine *aktiv erworbene Immunität* handelt. Diese Immunisierungsversuche von *Ehrlich* haben ungemein befruchtend auf die gesamte Krebsforschung eingewirkt. Ließen sie doch die Möglichkeit des künstlichen Schutzes gegen die malignen Tumoren auch der Menschen als durchführbar erscheinen. Eine große Reihe von Arbeiten baut sich auf dieser von *Ehrlich* geschaffenen Grundlage auf. Sie haben besonders in neuerer Zeit zu Ansätzen geführt, welche auch für die Therapie der malignen Tumoren der Menschen wertvoll und nutzbringend erscheinen. Aber *Ehrlich* konnte auch zeigen, daß die künstlich geschaffene Immunität sich auf bösartige Geschwülste von anderem Bau und anderer Art bezieht. Die von ihm gefundene Tatsache der Panimmunität bedeutet, daß zwischen Carcinom und Sarkom, und in beschränkterem Grade sogar auch dem Chondrom gemeinsame immunisatorische Beziehungen bestehen, so daß die negative Vorimpfung mit der einen Tumorart auch einen Schutz gegen die nachfolgende Impfung mit einer anderen Tumorart nach sich zieht. Auch diese Tatsache hat zu vielfachen und ausgedehnten Versuchen über die Verwendung anders gearteten avirulenten Materials, z. B. von normalen Gewebszellen zu Immunisierungszwecken geführt, auf die hier einzugehen nicht der Platz ist.

Während *Ehrlich* mit diesen Versuchen die Grundlage für mehr praktische Ziele der experimentellen Krebsforschung geschaffen hat, ging er gleichzeitig dazu über, auch theoretisch die Bedingungen des Tumorwachstums zu studieren. Als das Ergebnis dieser Studien formulierte er die Lehre von der atreptischen Immunität, die er später nicht nur auf die Vorgänge beim Tumorwachstum beschränkte, sondern auch auf eine große Reihe von biologischen Erscheinungen anderer Art ausdehnte.

Die Lehre von der atreptischen Immunität be-

deutet, daß eine Immunität zustande kommen kann durch das Fehlen oder die Nichtdisponibilität eines notwendigen Nährstoffs. Als Grundlage für diese Lehre dienten zwei Reihen von Experimenten. Bei der Impfung eines Tumors der Maus auf die Ratte zeigte sich zunächst ein üppiges Wachstum des Tumors im Rattenorganismus. Nach ungefähr 8 Tagen aber geht der Mäusetumor im Rattenkörper zugrunde. Impft man aber den Tumor vor Ablauf dieser Zeit auf die Maus zurück, so wächst er hier in normaler Weise weiter, und wenn man ihn wiederum auf eine neue Ratte impft, so kommt es auch hier zu einem Wachstum. So konnten solche Zickzackimpfungen von Maus auf Ratte und wieder auf die Maus zurück beliebig oft wiederholt werden. Das geschilderte Experiment erklärt *Ehrlich* so, daß die Tumorzellen für ihr Wachstum eines bestimmten Stoffes bedürfen, der nur im Mäuseorganismus dauernd disponibel ist, in dem der Ratte dagegen nicht. Dieser Stoff X wird mit dem Mäusecarcinom auf die Ratte mit übertragen und damit ermöglicht er auch hier ein anfängliches Tumorstadium. Ist der Stoff X aber nach ungefähr 8 Tagen erschöpft, so gehen die Zellen zugrunde. Impft man sie aber wieder vor dem Ablauf dieser Zeit auf die Maus zurück, so beladen sie sich hier wieder mit neuem Vorrat des Stoffes X und können alsdann nach der Wiederimpfung auf die Ratte auch im Rattenorganismus von neuem wachsen. Das zweite zur Stütze dieser Theorie herangezogene Experiment ist die durch Doppelimpfungen von Tumoren herbeigeführte künstliche Metastasenbildung. *Ehrlich* hatte beobachtet, daß die Mäusetumoren im Gegensatz zu den menschlichen Geschwülsten relativ selten zur Bildung von Tochtergeschwülsten Veranlassung geben. Impfte er nun einen sehr virulenten Tumor auf eine Maus und alsdann nach einiger Zeit einen weniger virulenten Tumor auf dieselbe Maus, so wuchs der zweite Tumor nicht. Darin sah *Ehrlich* einen weiteren Beweis für das Bestehen einer atreptischen Immunität. Durch das Wachstum des ersten lebhaft wuchernden virulenten Tumors wird aller verfügbare Nährstoff „wie von tausend Mäulern“ aufgefressen, für den zweiten Tumor bleibt kein Nährstoff mehr übrig, er muß also zugrunde gehen. So erklärt sich auch nach *Ehrlich* das häufige Fehlen von Tochtergeschwülsten bei den bösartigen Mäusetumoren. Das Wachstum des primären Tumors verhindert die Entwicklung einer Tochtergeschwulst. Eine reiche Literatur ist im Anschluß an diese Lehre von der atreptischen Immunität entstanden. Bestätigungen und Widerspruch blieben nicht aus. *Ehrlich* hat den Grundgedanken dieser atreptischen Immunität immer wieder durch neue Experimente zu festigen gesucht und die Lehre von der Atrepsie schließlich auch auf die Wachstumsbedingungen bösartiger Tumoren überhaupt ausgedehnt. Durch sie will er die Erscheinungen der angeborenen Geschwulstimmunität überhaupt erklären. Wir wissen, daß diese angeborene Immunität erstens

bedingt sein kann durch die fremde Spezies des geimpften Tieres. Es gelingt nicht, oder nur selten, Tumoren von einer Tierart auf die andere zu übertragen, weil in der fremden Tierart der zur Entwicklung des Tumors nötige Wuchsstoff fehlt. Diese Tatsache erklärt der schon geschilderte Zickzackimpfungsversuch. Aber auch innerhalb derselben Spezies walteten Verschiedenheiten ob, die durch die verschiedene Rasse innerhalb derselben Spezies bedingt sind. Mäusetumoren von Mäusen einer bestimmten Rasse lassen sich bekanntlich nur schwer auf Mäuse anderer Rasse übertragen. Die Erklärung für diese Tatsache sieht *Ehrlich* ebenfalls in der atreptischen Immunität und er stützt diese Ansicht auf Beobachtungen bei Trypanosomen. Tötet man die Trypanosomen durch Injektion eines Arsenpräparats, so verschwinden die Trypanosomen im Blute und erst nach einigen Wochen tritt ein Rezidiv auf. Die Trypanosomen (B) des Rezidivs unterscheiden sich von denen der ersten Erkrankung (A) biologisch. Denn, wenn das Tier, das nach seiner Heilung gegen den Stamm A Antikörper entwickelt hat, so daß es gegen diesen immun ist, mit dem Stamm A von neuem geimpft wird, so geht diese Impfung nicht an. Wohl aber geht die Impfung mit dem Stamme B an. Heilt man ein solches mit B infiziertes Tier, so kann man es wieder mit einem Stamm C infizieren, und so konnte *Ehrlich* 10 verschiedene Trypanosomenstämme züchten, die sich in geschilderter Weise biologisch unterscheiden. Diese Tatsachen erklärt *Ehrlich* im Sinne seiner Seitenkettentheorie so: Die Trypanosomen haben bestimmte Rezeptoren zu ihrer Ernährung, Nutrizzeptoren. Wenn diese Nutrizzeptoren nur von einer einzigen Art wären, so müßte nach Vernichtung dieser Nutrizzeptoren durch Antikörper das Trypanosoma zugrunde gehen, es könnte sich also niemals ein Rezidiv bilden. Dem ist aber nicht so. Das Trypanosoma hat nämlich neben dem ausgebildeten Nutrizceptor A noch potentielle Anlagen zur Bildung neuer Nutrizzeptoren B, C usw., welche durch den Hungerreiz zur Ausbildung gelangen können, und so kann dasselbe Tier, das sich vorher mit dem Nutrizceptor A ernährt hat, sich nunmehr auch mit dem Nutrizceptor B ernähren. Diese Anschauungen überträgt nun *Ehrlich* auch auf die Krebszellen. Auch diese haben ausgebildete Nutrizzeptoren und daneben potentielle Anlagen neuer Nutrizzeptoren. Kommen sie unter Ernährungsbedingungen, die für die alten Nutrizzeptoren nicht zutreffen, so wird die Zelle sterben, wenn sie nicht imstande ist, die potentielle Anlage zu neuen Nutrizzeptoren zur Entwicklung zu bringen. Bringt sie diese zur Entwicklung, dann ist sie biologisch geändert und adaptiert sich erst in diesem Falle auf die fremde Rasse. Daher wachsen Mäusetumoren nur schlecht auf Mäusen anderer Rasse, weil ja die Bildung neuer Nutrizzeptoren erst notwendig ist, um die Zellen zum Anwachsen in dem fremden Organismus zu bringen.

Auch die individuelle Immunität innerhalb

derselben Rasse wird von *Ehrlich* auf die atreptische Immunität bezogen. Es wird also die natürliche Immunität der fremden Spezies durch das Fehlen des spezifischen Wuchsstoffs, die Immunität der fremden Rasse innerhalb derselben Spezies durch die Nichtadaptation der Rezeptoren auf die in der fremden Rasse gegebenen Nährstoffe erklärt, die erst durch die Bildung neuer Rezeptoren aus potentiellen Anlagen überwunden werden kann. Die Immunität der Individuen gleicher Rasse wird durch geringere Virulenz der Rezeptoren bzw. der Zellen für die vorhandenen Stoffe erklärt, die überwunden werden kann durch Bildung neuer Rezeptoren oder durch Steigerung der Virulenz der vorhandenen Rezeptoren. So ist einheitlich von *Ehrlich* als gemeinsames Prinzip aller dieser Vorgänge der natürlichen Immunität das atreptische Prinzip herangezogen worden.

Es ist ein stolzes Gebäude theoretisch und praktisch gleichwertiger Forschungen, das wir hier aufgerichtet sehen. Die Elastizität, die Frische und Energie des Schöpfers aller dieser von uns im einzelnen geschilderten Ergebnisse experimenteller Krebsstudien nötigt uns zur Bewunderung und Verehrung. Seine Arbeiten auf dem Gebiete der Krebsforschung stehen im Zusammenhang mit den Anschauungen, die *Ehrlich* in seinen Arbeiten auch auf anderen Gebieten der Medizin geleitet haben. Und wenn einst aus diesen zahllosen bedeutungsvollen Experimenten ein praktisches Ziel erblühen wird, wenn einst die gefürchtete Krebskrankheit in rationeller Weise Gegenstand einer erfolgreichen Therapie sein wird, dann wird die Menschheit in Dankbarkeit *Paul Ehrlichs*, des Pfadfinders der modernen Krebsforschung gedenken.

Zuschriften an die Herausgeber.

Paul Ehrlich auf dem Gymnasium.

„Herr Lehrer“, sagte zu mir *Ehrlichs* Großvater, ein angesehener Kaufmann, bemittelt und geistig regsam, „wie denken Sie über meinen Enkel Paul?“ „Ein braver Junge“, sagte ich, „lerneifrig, fleißig und achtsam.“ „Na, das glaube ich gern“, erwiderte er, „aber der andere Enkel, der Sohn meiner Tochter, der ist fähig, der ist begabt.“ Dieser Liebling seines Großvaters kam mir ein paar Jahre später in die Hände. Ein faules Bürschel, teilnahmslos, unempfindlich für gutes und für böses Wort. Inzwischen kam *Paul Ehrlich* von Klasse zu Klasse, immer einer der ersten, ein wahrer Lernkopf, wie das bedenkliche Wort lautet. Sein Vetter erreichte gerade noch die Berechtigung für den einjährigen Dienst. Dann verschwand er, ich hoffe, daß er sich im Leben besser bewährt hat. Nun kam *Ehrlich* in die Obersekunda, ich freute mich, daß er in den Jahren zuvor, in denen ich ihn nicht unterrichtet hatte, derselbe geblieben war. An Fleiß, Aufmerksamkeit und Wissen überragte er die meisten und, was ich immer an ihm geschätzt hatte, an Bescheidenheit vielleicht alle. Er wollte nicht glänzen und sich vordrängen, nicht andeuten, daß er besser Bescheid wisse, sondern ruhig saß er da und wartete, bis an ihn die Frage kam. Hatte er richtig geantwortet, blieb er

ebenso still und ruhig wie vorher. Ich wäre ganz mit ihm zufrieden gewesen, wenn ich nicht neben dem griechischen Unterricht auch den deutschen gehabt hätte. In diesem versagte er. Er schrieb Aufsätze, die wirklich nicht erquicklich zu lesen waren. Das hinderte mich nicht für seine Versetzung zu stimmen. Denn ich war der Ansicht und bin es auch heute noch, daß viele erst nach der Schulzeit einen Aufsatz schreiben lernen, manche erlernen es überhaupt nicht. Zu Ostern 1870 kam er in die Prima, damit verlor ich ihn als Schüler. Aber ich weiß, daß er in dieser letzten Klasse sich ebenso zeigte wie in der Obersekunda und er wäre wegen seines deutschen Aufsatzes gescheitert, wenn die Mitglieder der Prüfungskommission Pedanten gewesen wären, die am Buchstaben kleben, so aber gaben sie ihn frei. Als glücklicher Mulus verließ er Ostern 1872 das Magdalenäum in Breslau.

Er wird, dachte ich, wie seine Art ist, in seinem Fach gediegene Kenntnisse erwerben, daß er sich einmal einen großen Namen erwürbe, hätte ich nicht gedacht. Er war anders als sonst begabte Schüler sind. Ich habe elfjährige Untertertianer gehabt, bei denen blitzten die Geistesfunken, und ich habe mich nicht gewundert, daß sie kaum siebzehnjährig die Reifeprüfung wohl bestanden und daß sie jung Universitätslehrer geworden sind, Zierden ihres Standes, einer in diesem, ein anderer in jenem Fach. Die Entwicklung des menschlichen Geistes ist verschieden und dunkel. Manche Väter freilich und Lehrer erraten schon aus den Schreibübungen des Knaben und dem Aufsagen lateinischer oder griechischer Formen seine Geistesart und Zukunft. Aber sie sind falsche Propheten. Selbst bis zum Abiturium läßt sich über viele Schüler kein abschließendes Urteil fällen. Da besteht einer gerade noch die Prüfung, und manches Mitglied der Prüfungskommission stöhnt: „Der wird nur das geistige Proletariat vermehren“. Und wie hat er sich geirrt! Der Gezeichnete geht zur Universität und besteht nicht später als andere seine Fachprüfung und bewährt sich dann im Amt als tüchtigen Menschen. *Ehrlich* schien ein Lernkopf zu sein, bei durchschnittlichem Verstande und größter Gewissenhaftigkeit wohl befähigt aufzunehmen, aber nicht zu schaffen. Er ist viel mehr gewesen, und darum hat er sich und seiner Heimat Strehlen Ehre erworben und wird gefeiert im Inlande und Auslande. Vom Großvater hat er die geistige Regsamkeit, möge er auch seine zähe Lebenskraft haben. Dann liegt noch ein Menschenalter vor ihm zu fruchtbarer Arbeit. Das wünsche ich ihm aufrichtig.

Breslau, im Januar 1914.

Professor Rudolf Tardy.

Kleine Mitteilungen.

Tabes und Paralyse und ihre Behandlung. Erst um die Wende des 20. Jahrhunderts begannen einige Autoren die Rückenmarksschwindsucht und fortschreitende Gehirnerweichung als syphilitische Erkrankungen aufzufassen. In Frankreich war es besonders *Fournier*, in Deutschland *Erb*, die diesen Standpunkt vertraten. Die meisten Kliniker aber glaubten nur an einen indirekten Zusammenhang. So nahm z. B. *Kraepelin* eine Vergiftung des gesamten Organismus an, die er auf eine Änderung des Stoffwechsels zurückführte, die ihrerseits wieder durch die Syphilis bedingt sei; auch viele andere hielten eine sekundäre Giftwirkung für das Maßgebende. Und es bestehen auch zwischen der Syphilis des Zentralnervensystems einer-

seits und der Tabes und Paralyse andererseits Unterschiede, die schon früh zu dem Begriff der Meta- oder Parasyphilis geführt hatten. Aber je mehr man sich in das Studium dieser Krankheiten vertiefte, desto mehr fand man, daß die Grenze keine scharfe sei und daß alle Übergänge vorkommen. Die rein klinischen Beobachtungen ließen solche öfter erkennen; die Untersuchung der das Zentralnervensystem umspülenden Lumbalflüssigkeit zeigten zwischen den Veränderungen bei der Lues des Gehirns und Rückenmarks und der Tabes und Paralyse keine charakteristischen Unterschiede, die anatomischen Untersuchungen wiesen keine prinzipiellen Differenzen auf. Und als man durch die Wassermannsche Reaktion gelernt hatte, die Syphilis sicherer zu erkennen, fand man in einer überraschenden Zahl von Tabes- und Paralysefällen, die von einer syphilitischen Infektion nichts wußten, eine positive Reaktion im Blute; in der Lumbalflüssigkeit wurde diese Reaktion nach Einführung der Hauptmannschen Auswertungsmethode in 95—100 % positiv gefunden. Auch zeigten umfangreiche Statistiken, daß die Ehegatten in 62 % syphilitische Veränderungen erkennen ließen. So drängte alles dazu, die Spirochäten selbst bei der Tabes und Paralyse im Zentralnervensystem zu finden — und das gelang, nachdem viele es vergeblich versucht hatten, nach großen Mühen *Noguchi* im Jahre 1913. Nachdem er sie anfangs im fixierten Präparat gesehen hatte, glückte es ihm später, durch Hirnpunktion bei Paralyse lebende Spirochäten zu finden und Tiere damit zu infizieren. Damit ist, wenn auch noch nicht absolut eindeutig, so doch mit allergrößter Wahrscheinlichkeit der Beweis erbracht, daß die Tabes und Paralyse echt syphilitische Erkrankungen sind. So ist die Therapie heute auf eine sichere Basis gestellt. Man wandte früher eine rein symptomatische Behandlung an, unter der auch manche günstige Erfolge gesehen wurden — allerdings kommen auch spontan Remissionen vor, ja in ganz seltenen Fällen sind sogar Heilungen beobachtet. Man hatte auch schon spezifische Kuren mit Quecksilber und Jod versucht, und gerade aus ihrer Unwirksamkeit geschlossen, daß Tabes und Paralyse keine rein syphilitischen Erkrankungen seien. Nach der Entdeckung des Salvarsans begann man dann von neuem eine spezifische Behandlung zu versuchen. So haben *Leredde* in Paris und *G. L. Dreyfus* in Frankfurt a. M. an größerem Material Tabiker mit intravenösen Salvarsankuren kombiniert mit Quecksilber behandelt. In neuester Zeit haben *Swift* und *Moore* in Newyork den Patienten bald nach intravenöser Salvarsaninjektion entnommenes eigenes Blutserum in die Lumbalflüssigkeit injiziert und *Ravant* in Paris Neosalvarsan in geringen Mengen in den Lumbalsack eingeführt, um intensiver auf das Nervensystem einzuwirken. Und wenn auch die Beobachtungsdauer noch keine lange ist — wir haben das Salvarsan seit 1910 und die Tabes kann sich über ein ganzes Menschenalter erstrecken —, so kann man doch schon heute mit Sicherheit sagen, daß außerordentlich gute Erfolge auf diese Weise erzielt sind, wie sie früher nie beobachtet wurden. Die Behandlung der Paralyse wird erst in neuester Zeit versucht; auch hier scheinen die Erfolge günstig zu sein, sind aber nicht so einwandfrei wie bei der Tabes.

Grahe, Frankfurt a. M.

Salvarsankupfer. Das Salvarsan, das den Hauptvertreter der chemotherapeutischen Substanzen darstellt, hat *Ehrlich* sehr anschaulich mit einem Giftpfeile verglichen. Wie dieser aus Spitze und Schaft

besteht, die mit dem Gift bestrichen sind, so enthält das Salvarsan (Dioxydiamidoarsenobenzol) drei Gruppen: Die Orthoamidophenolgruppe ist die Spitze, die sich an die Parasiten verankert, die Benzolgruppe entspricht dem Schaft und die dreiwertige Arsengruppe stellt das eigentliche Parasitengift dar. Um die Wirkung des Salvarsans noch zu verstärken, hat *Ehrlich* versucht, dem Arsen noch andere Parasitengifte hinzuzufügen. So ist es ihm in Gemeinschaft mit Dr. *Karrer* gelungen, Salvarsankupfer herzustellen. Im Tierversuch weist dieses eine erhöhte Heilwirkung auf; es wirkt in dreifach geringerer Dosis als das Salvarsan. Die ersten Versuche am Menschen mit diesem neuen Mittel hat Dr. *G. Baermann* aus Petoeboek auf Sumatra vor kurzem veröffentlicht. Er hat das Präparat bei Framboesie, einer der Syphilis nahe verwandten Krankheit, verschiedenen Formen von Malaria, Amöbendysenterie (der tropischen Ruhr) und Lepra (Aussatz) angewandt. Dabei hat sich, soweit die kurze Beobachtungszeit ein Urteil gestattet, gezeigt, daß das Mittel auf die Framboesie noch stärker als das einfache Salvarsan wirkt; es hat, während das Salvarsan nur auf eine Form der Malaria (die Tertiana) einwirkt, auf alle Arten derselben einen günstigen, meist heilenden Einfluß ausgeübt; auch bei einem Fall Lepra, die bisher therapeutisch nicht beeinflussbar war, wurde eine günstige Wirkung erzielt. Nur die Dysenterie blieb unbeeinflusst. Inzwischen ist es Dr. *Karrer* gelungen, auch das in Wasser direkt lösliche Natriumsalz des Salvarsankupfers herzustellen. Dieses Kupfer-Salvarsan-Natrium wird gegenwärtig in Deutschland an verschiedenen Krankenhäusern in seiner Wirkung auf die Syphilis erprobt. In der Frankfurter Klinik sind damit bei tertiärer Syphilis sehr gute Resultate erzielt worden. Nach denselben Grundsätzen hat *Ehrlich* in neuester Zeit auch die Silberverbindung des Salvarsans dargestellt, über die aber Untersuchungen am Menschen noch nicht vorliegen.

Grahe, Frankfurt a. M.

Die Anwendungsweisen des Salvarsans. Das Salvarsan (Dioxydiamidoarsenobenzol) stellt als Phenol eine Säure und als Amin eine Base dar. Deshalb bildet es mit Natronlauge ein Natronsalz und mit Salzsäure ein Chlorhydrat. Als solches ist es in Wasser fast unlöslich, seine Salze hingegen sind leicht löslich. In den Handel gebracht wird es als Chlorhydrat in Röhren, die wegen der leichten Oxydation an der Luft mit Kohlensäure gefüllt sind. Anfänglich setzte man, um die Löslichkeit des Salvarsans zu beschleunigen, etwas Methyl- und später Äthylalkohol zu und fügte darauf Wasser hinzu. Diese Lösung wurde dann durch Zusatz von Natronlauge alkalisiert und intramuskulär eingespritzt. Bei dieser Anwendungsart aber traten heftige lokale Schmerzen, Infiltrate und Nekrosen auf und es zeigten sich sehr häufig Temperatursteigerungen bis 39,0°. Da man für die Allgemeinerscheinungen den Alkohol verantwortlich machte, so wurde dieser fortgelassen. Als auch danach die Temperatursteigerungen nicht fortfielen, glaubte man, das überschüssige Alkali anschuldigen zu müssen. Deshalb stumpfte man die ungebundene Natronlauge durch Essigsäure ab und injizierte die so gebildete Emulsion (sogenannte *Wechselmannsche* Aufschwemmung). Bei dieser Anwendungsart waren auch alle Nebenerscheinungen geringer. Da aber die Herstellung sehr mühsam war, so versuchte man eine Emulsion des Salvar-

sans in Fett oder Öl zu injizieren und erzielte auch damit ganz günstige Resultate. Auch die Injektion der einfachen Lösung in Wasser ohne Neutralisation wurde empfohlen; sie sollte auch am wirksamsten sein; aber durch den Tierversuch wurde eine viel höhere Giftigkeit dieser sauren Lösung nachgewiesen, so daß *Ehrlich* vor ihrer Anwendung warnte.

Da aber trotz aller Modifikationen immer wieder stärkere lokale Reizerscheinungen und Nekrosen auftraten, die auch bei subkutaner Applikation dieselben blieben, so ging man allmählich allgemeiner zur intravenösen Anwendungsart über, die einige Autoren schon von Anfang an angewandt hatten. Man ließ eine neutralisierte Salvarsanlösung in 200—250 ccm physiologischer Kochsalzlösung in eine Armvene einlaufen. Diese Methode war anfänglich auf Widerstand gestoßen, weil neben der schwierigeren Technik die Arsenausscheidung eine sehr schnelle war. Während nämlich bei der intramuskulären und subkutanen Applikation das Arsen 10—14 Tage retiniert wurde, hielt die Ausscheidung bei der intravenösen Infusion nur 3—4 Tage an. Auch traten fast regelmäßig äußerst heftige Allgemeinerscheinungen auf, die sich in Cyanose, Übelkeit, Erbrechen und hohen Temperatursteigerungen äußerten und manchmal mehrere Tage anhielten. Daher war es ein großer Fortschritt, als *Wechselmann* in der Beschaffenheit des destillierten Wassers die Ursache der Allgemeinerscheinungen aufdeckte. Das verwandte destillierte Wasser enthielt nämlich oft Millionen von Bakterienleibern. Da man später auch die Menge des eingeführten Kochsalzes mit anschuldigen zu müssen glaubte, so verwandte man nur frisch destilliertes sterilisiertes Wasser. In dieser Form wird das Salvarsan heute von den meisten Ärzten angewandt und die Erfolge damit sind recht gute; Allgemeinerscheinungen treten nicht mehr häufig auf. In neuerer Zeit hat man begonnen, durch stärkere Konzentration der Lösung, d. h. Injektion geringerer Flüssigkeitsmengen den Eingriff einfacher zu gestalten. So hat *Stern* auf Grund guter Erfahrungen mit Neosalvarsan auch Altsalvarsan in 10 ccm Wasser (= 5 % Lösung) injiziert. Aber bald danach berichtete *Zimmern* über üble Nebenwirkungen derartig konzentrierter Lösungen; er fand aber, daß das Arsen im Körper länger retiniert wird als bei der Infusion. *Finckh* in Tübingen und *Lube* in Braunschweig wieder berichteten Günstiges bei Anwendung von 50 ccm Lösung. An größerem Material hat *G. L. Dreyfus* in Frankfurt a. M. bei tertiärer Syphilis konzentrierte Injektionen einer 1 proz. Lösung (d. h. bis 0,4 g Salvarsan in 30 bis 40 ccm Wasser gelöst) gemacht und damit überaus günstige Resultate erzielt. Bei Anwendung eines nur aus Jenenser Glas und Platiniridium bestehenden Instrumentariums und Verwendung frisch hergestellten bidestillierten sterilen Wassers hat er nur in 6 % der Fälle Allgemeinerscheinungen, wie Erbrechen, Cyanose, Schüttelfrost, Temperatursteigerung beobachtet, während in allen übrigen die Injektion stets vollkommen reaktionslos vertragen wurde. Schädigungen, insonderheit der Nieren, traten bei tadelloser Technik nicht auf. So ist heute der Eingriff bei der Applikation des Salvarsans für den Patienten ein sehr geringer geworden und auch für den Arzt die Anwendung sehr vereinfacht, zumal in neuester Zeit *Ehrlich* das in Wasser direkt lösliche Natriumsalz des Salvarsans herstellt, das einfach in der mit Wasser gefüllten Spritze aufgelöst werden kann.

Grahe, Frankfurt a. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 12.

20. März 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. I. Von Dr. R. Seeliger, Charlottenburg. S. 285.

Die physikalischen Heilmittel in der inneren Medizin. Von Prof. Dr. H. Determann, Freiburg i. Br.-St. Blasien. S. 290.

Gehirn und Seele. Von Prof. Dr. H. G. Holle, Bremerhaven. S. 295.

Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika. Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W. S. 298.

Besprechungen. S. 303.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 307.

WILHELM ENGELMANN, Verlagsbuchhandlung, LEIPZIG und BERLIN

Soeben erschienen:

Arbeiten zur Entwicklungspsychologie. Herausgegeben von Felix Krueger, Halle. Band I, Heft 2: Volkelt, Über die Vorstellungen der Tiere. VI und 128 Seiten, gr. 8. (Ich bitte Prospekt zu verlangen.) M. 4.—

Gossner, Dr. phil., B., Privatdozent an der Universität München, **Kristallberechnung und Kristallzeichnung.** Ein Hilfsbuch der Kristallographie, mit Betonung der graphischen Verfahren, sowie der analytischen und zonalen Beziehungen. VIII und 128 Seiten. gr. 8. Mit 1 Tafel und 109 Abbildungen im Text. M. 8.—

Ferner gelangen in Kürze zur Ausgabe:

Kreutz, Dr., Stephan, Privatdozent a. d. Jagellonischen Universität Krakau, **Elemente der Theorie der Kristallstruktur.** Etwa 15 Bogen gr. 8. Mit 105 Textfiguren und 85 Stereogrammen. Etwa M. 7.—

Máday, Dr. Stefan von, k. u. k. Oberleutnant d. R., Assistent a. Physiologischen Institut der Univ. Prag, **Gibt es denkende Tiere?** Eine Entgegnung auf Kralls „Denkende Tiere“. Etwa 30 Bogen gr. 8. Broschiert etwa M. 9.—, in Leinen geb. etwa M. 10.—

Vorträge und Aufsätze über Entwicklungsmechanik der Organismen. Unter Mitwirkung von zahlreichen Gelehrten herausgegeben von Prof. Dr. Wilhelm Roux in Halle a. S. gr. 8. XX. Heft. Rohde, Dr. Emil, ord. Honorar-Prof. der Zoologie an der Universität Breslau, **Zelle und Gewebe in neuem Licht.** Etwa 8½ Bogen. Mit 41 Figuren im Text. Etwa M. 4.20.

Zeitschrift, Internationale, für physikalisch-chemische Biologie. Herausgegeben unter Mitarbeit von H. J. Hamburger (Groningen), V. Henri (Paris), J. Loeb (New York) von Prof. Dr. J. Traube in Charlottenburg. Preis eines Bands. von 6 Heften im Gesamtumfang von etwa 30—33 Druckbogen gr. 8 etwa M. 15.—

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

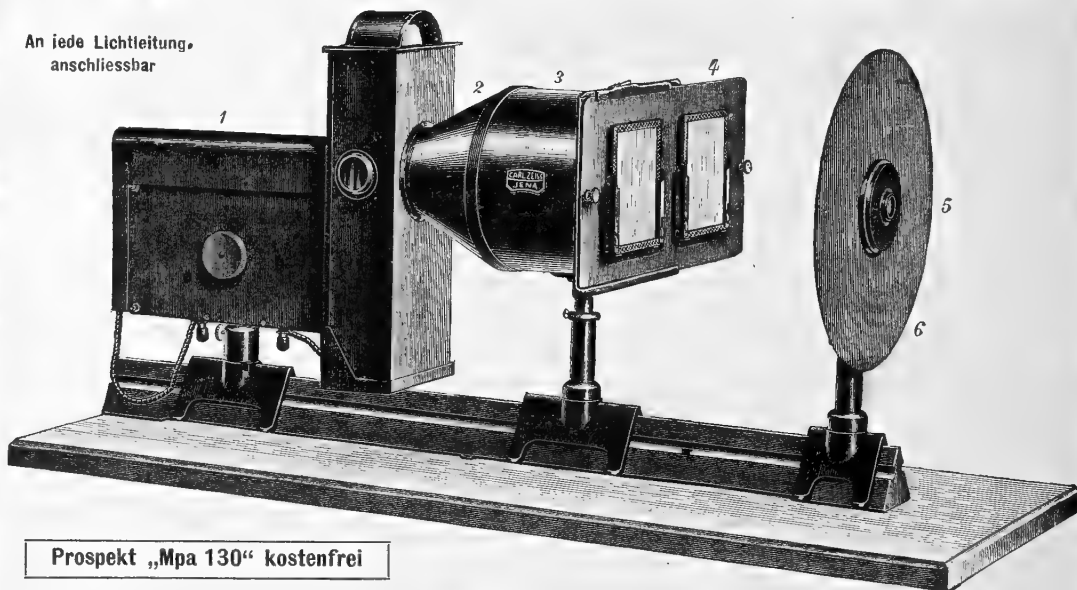
ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT

FÜR DIAPOSITIVE

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung,
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop, Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden ca. 230 Mark
8 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 M. Monatsrate oder 10 M. Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. I.

Von Dr. R. Seeliger, Charlottenburg.

Durch zwei in jüngster Zeit erschienene Arbeiten, eine theoretische von N. Bohr und eine experimentelle von J. Stark ist in der Physik die Frage nach der Entstehung der Spektrallinien und nach ihrer gesetzmäßigen Anordnung in den Serienspektren mit in den Vordergrund des Interesses gerückt worden. Seit langem schon beschäftigt sich die experimentelle und die theoretische Physik mit der Lösung dieser Probleme und manches ist auch durch die Anhäufung eines ungeheuren Beobachtungsmaterials und seine theoretische Bearbeitung sicherlich schon erreicht. Gerade auf die wichtigsten, prinzipiellsten Fragen aber müssen wir wohl auch heute noch — wenn wir ehrlich sein wollen — mit einem unzweideutigen „ignoramus“ antworten. Im folgenden möchte ich nun zur Begründung dessen zusammenfassend über die Schwierigkeiten berichten, die sich einer Beantwortung dieser Fragen auf Grund der sonst so erfolgreichen klassischen Elektrodynamik entgegenstellen und die darauf hindeuten scheinen, daß auch hier, ähnlich wie in der Theorie der schwarzen Strahlung und der spezifischen Wärme, neue und bisher ungewohnte Anschauungen und Prinzipien herangezogen werden müssen. Auch die Anwendung der neuesten Disziplin der theoretischen Physik, der von M. Planck begründeten Quantentheorie, hat hier, bis jetzt wenigstens, nur zu noch recht unvollkommenen und vereinzelt Fortschritten geführt, so daß unsere theoretischen Anschauungen über die Entstehung der Linienspektren strenge genommen sich aus lauter scheinbar unüberwindlichen Schwierigkeiten zusammensetzen; doch man mag sich damit trösten, daß der erste Schritt zur Lösung eines Problems in der Erkenntnis eben der im Wege stehenden Schwierigkeiten besteht.

Ich kann an dieser Stelle — es handelt sich letzten Endes um nichts Geringeres als die Erforschung der Konstitution und der Eigenschaften der materiellen Atome — natürlich weder eine lückenlose historische Darstellung der bestehenden Theorien noch eine im einzelnen ausgearbeitete mathematische Besprechung des scheinbar speziellen, in Wirklichkeit in die verschiedensten Teile der Physik übergreifenden Stoffes geben, sondern ich muß mich auf diejenigen Punkte beschränken, die m. E. für unser

spezielleres Problem von prinzipieller Bedeutung sind.

§ 1. Die Elemente senden im gas- oder dampfförmigen Zustand bekanntlich Spektren aus, die im Gegensatz zu den kontinuierlichen, wenig voneinander verschiedenen Spektren fester Körper, aus einzelnen, oft sehr zahlreichen scharfen Linien bestehen. Die Entstehung dieser Spektren — der Linienspektren —, die den einzelnen Elementen charakteristisch sind, haben wir nun im Gegensatz zu der der „schwarzen“ Strahlung und wohl auch der der genannten Spektren fester Körper, nicht in dem statistischen Zusammenwirken vieler an der Emission beteiligter Atome (oder Resonatoren) zu suchen, sondern sie den einzelnen Atomen als selbständigen Individuen zuzuschreiben; die große Zahl der in einer Lichtquelle an der Emission beteiligten Atome und ihre gegenseitige Einwirkung aufeinander zeigt sich außer in einer durch Superposition gesteigerten Intensität des emittierten Spektrums wohl nur in sekundären Effekten, wie z. B. in der durch die gegenseitigen Zusammenstöße bedingten Dämpfung (Lorentzsche Stoßdämpfung) und der dadurch mit bedingten endlichen Breite der einzelnen Linien oder in den bei hohen Drucken auftretenden Linienverschiebungen, die man auf eine direkte Einwirkung benachbarter Atome aufeinander zurückführen kann. Gleichviel, ob wir nun annehmen wollen, daß jedes Atom unter geeigneten Umständen zu gleicher Zeit das ganze Linienspektrum emittiert, oder daß ein Atom oder verschiedene in verschiedenen Zuständen nacheinander nur eine einzelne Linie oder Liniengruppe aussenden, jedenfalls sind wir nach allen Erfahrungen berechtigt, von einer „Eigenstrahlung“ des Atoms zu sprechen und anzunehmen, daß diese, unverändert und nicht verwischt durch statistische Mittelwertbildungen, in den Linienspektren in Erscheinung tritt. Aus dieser Auffassung ergibt sich unmittelbar, wie eng die Eigenschaften dieser Spektren mit denen des einzelnen Atoms selbst verknüpft sein werden und wie sie uns eine der wichtigsten und aussichtsreichsten Möglichkeiten eröffnen, uns über die noch immer rätselhafte Konstitution der Atome zu belehren.

§ 2. Zunächst wollen wir von der komplizierten Zusammensetzung eines Linienspektrums aus einer mehr oder minder großen Zahl von einzelnen Linien und von deren gesetzmäßiger Anordnung, wie sie in den Seriengesetzen zum Ausdruck kommt, ganz absehen und wollen uns, im weitesten Maß idealisierend, fragen, wie be-

schaffen ein Atom sein müßte, damit es überhaupt Spektrallinien, und im einfachsten Fall zunächst eine einzige, aussenden kann; wir werden sehen, daß schon bei dieser, im Rahmen des von unserem Atom zu Fordernden, denkbar einfachsten Fragestellung sich die größten Schwierigkeiten ergeben. Zunächst müssen wir dabei genauer festsetzen, was wir unter einer Spektrallinie verstehen bzw. welche Eigenschaften wir ihr, gestützt auf das bis jetzt vorliegende Beobachtungsmaterial, zuzuschreiben haben, da die populäre Bedingung für die Existenz einer Linie im ausgesandten Licht, nämlich die Lokalisierung der Energie in einem hinreichend schmalen Wellenlängen- bzw. Frequenzbereich, hier naturgemäß zu wenig präzise ist. Fassen wir die wesentlichsten Punkte, soweit sie für unsere Problemstellung in Betracht kommen, zusammen, so finden wir die folgenden fünf zu stellenden Forderungen (die später noch in quantitativer Hinsicht genauer gefaßt werden sollen):

1. Die ausgesandte Energie muß lokalisiert sein in einem durch die „wahre Breite“ der Linie bzw. durch Interferenzversuche bekannten, außerordentlich schmalen Frequenz bzw. Wellenlängenbereich.

2. Die Lage dieses Bereiches muß, soweit unsere Erfahrung bisher reicht, in hohem Maße unabhängig sein von der Art und der Intensität der Leuchterregung.

3. Die in diesem Frequenzbereich von einem Atom pro Sekunde ausgestrahlte Energie darf nicht unterhalb eines, wenigstens der Größenordnung nach aus direkten Messungen bekannten minimalen Wertes liegen.

4. Im magnetischen Feld (d. h. wenn die Lichtquelle sich in einem solchen Feld befindet) muß die Linie eine durch den Zeemaneffekt nach Art, Größe und Polarisationsverhältnissen gegebene Aufspaltung in mehrere Komponenten zeigen.

5. Eine ähnliche Aufspaltung muß nach den neuen Beobachtungen *Starks* auch im elektrischen Feld stattfinden.

Nach diesen Festsetzungen kehren wir nun zu unserer obigen Problemstellung zurück und wollen zunächst durch eine weitere Präzisierung bzw. Spezialisierung die gestellte Frage noch etwas genauer formulieren. Stellen wir uns auf den Boden der elektromagnetischen Lichttheorie, nach welcher das Licht als eine elektromagnetische Wellenstrahlung aufzufassen ist, so müssen wir auch der Strahlungsquelle (im Gegensatz zu den älteren elastischen Modellen) elektromagnetischen Charakter zuschreiben. Wir haben uns also nach der Natur eines geeigneten im Atom sitzenden Oszillators dieser Art zu fragen; andere hier nahe liegende interessante Fragen, wie die nach der Natur des Trägers und der Anregung (also z. B. ob der Oszillator in einem neutralen oder geladenen Atom sich befindet, ob die Anregung zum Leuchten bei einer Ionisation des Atoms statt-

findet usw.), mögen hierbei nicht diskutiert werden. Gehen wir nun weiter und schließen Oszillatoren von der Art schwingungsfähiger Leitergebilde, denen wohl nur eine rein phänomenologische Bedeutung zukäme, aus, so müssen wir uns auf Oszillatoren beschränken, welche aus bewegten Ladungselementen bestehen; und zwar muß diese Bewegung eine beschleunigte sein, denn nur dann findet nach der klassischen Elektrodynamik eine Ausstrahlung statt. Als solche Ladungselemente kommen ferner, wenigstens im Gebiet der optischen Frequenzen, nur die Elektronen in Betracht, doch soll auf die Schlüsse, die dazu geführt haben (Dispersionstheorie, magnetooptische Phänomene) hier nicht näher eingegangen werden. Wir sind so endlich dazu gelangt, unsere Fragestellung nunmehr in folgender Weise präzise zu formulieren: Wie bzw. unter dem Einfluß welcher Kräfte müssen Elektronen sich im Innern des Atoms bewegen, damit die von ihnen ausgesandte elektromagnetische Wellenstrahlung die oben gegebenen Eigenschaften der Spektrallinien hat?

§ 3. Die folgende Untersuchung können wir nun gemäß den beiden eben erwähnten Punkten in einen rein kinematischen und in einen dynamischen Teil spalten, von denen der erstere sich ohne Schwierigkeiten erledigen läßt. Wir wissen, daß ein Elektron dann und nur dann strahlt, wenn es sich beschleunigt bewegt, wobei allgemein unter Beschleunigung sowohl eine Änderung der Größe wie der Richtung der Geschwindigkeit zu verstehen ist; und zwar ist die von ihm in einer Sekunde ausgestrahlte Energie (in erg)

$$E = \frac{2}{3} \cdot \frac{e^2}{c^3} \cdot j^2 \cdot \frac{1}{R} \quad \dots \quad (1)$$

worin e die Ladung des Elektrons ($4,78 \cdot 10^{-10}$ c. g. s.-Einheiten), c die Lichtgeschwindigkeit ($3 \cdot 10^{10}$ cm/sec), R eine hier stets gleich 1 zu setzende Funktion der Geschwindigkeit und endlich j die (vektorielle) Beschleunigung ist. Da ferner für die Natur der Strahlung eines Elektrons in einem (genügend entfernten) Aufpunkt nur die Bewegungskomponente in einer zum Fahrstrahl Elektron — Aufpunkt senkrechten Ebene maßgebend ist und endlich die Strahlung eines Systems von Elektronen mit den Verrückungen ξ_i, η_i, ζ_i näherungsweise gleich ist der Strahlung eines Elektrons mit der äquivalenten Verrückung $x = \sum \xi_i \dots, z = \sum \zeta_i$, so übersieht man zusammenfassend unschwer, daß der rein kinematische Teil des Problems sich stets lösen läßt. Wir können so, allerdings ohne für die physikalische Erkenntnis viel gewonnen zu haben, Elektronenbewegungen konstruieren, welche den Forderungen 1 und 3 genügen; eine befriedigende Theorie aber werden wir erst dann erhalten, wenn wir diese rein kinematisch gegebenen Bewegungsformen nunmehr dynamisch dadurch erklären können, daß wir sie uns durch den Einfluß an-

gebbarer und physikalisch deutbarer Kräfte im Innern des Atoms hervorgerufen denken. Diese Kräfte werden einerseits dadurch näher bestimmt, daß durch ihr Zusammenwirken mit einem äußeren elektrischen oder magnetischen Feld die oben unter 4. und 5. genannten Linienaufspaltungen entstehen, andererseits dadurch — und das ist der schwierigste Punkt —, daß die Forderungen 1 und 2 erfüllt sind, die man in Analogie zu mechanischen Betrachtungen zusammenfassen kann in der Forderung nach einer hinreichend großen „Stabilität der Frequenzen“.

Auf die Besprechung komplizierterer Modelle, die aus einer Gleichgewichtsanordnung der Ruhe oder der Bewegung mehrerer Elektronen bestehen und bei denen die Emission der Spektrallinien auf Schwingungen dieser Elektronen um den Gleichgewichtszustand zurückgeführt sind, werden wir später bei den Seriengesetzen zurückkommen. Hier wollen wir uns beschränken auf den einfachsten Fall eines Elektrons, das sich periodisch, in geschlossener Bahn, bewegt; und zwar soll diese Bahn ein Kreis sein, wie er mit konstanter Geschwindigkeit unter dem Einfluß einer Zentralkraft durchlaufen wird; ein solches Elektron emittiert dann eine Strahlung von zeitlich einfach periodischem Verlauf, deren Periode gleich ist der Umlaufzeit des Elektrons. Es ist nun nicht schwer, sich Zentralkräfte zu konstruieren, die einer beliebigen Potenz des Radius r proportional sind; so erhält man in Analogie zu dem astronomischen Newtonschen Anziehungsgesetz eine Kraft proportional $1/r^2$, wenn man sich im Zentrum des Atoms eine positive Ladung von geringer Ausdehnung denkt (Rutherford'sches Modell), man erhält eine den aus der Elastizitätstheorie bekannten analoge Kraft proportional r , wenn man sich das Elektron in einer homogen mit positiver Ladung erfüllten Kugel (Modell von Thomson) bewegt denkt und kann dies, wie leicht zu sehen, durch eine geeignete Annahme über die Ladungsdichte als Funktion des Abstandes vom Mittelpunkt verallgemeinern. Auf die dem Thomson'schen Modell anhaftenden bedeutenden Schwierigkeiten kann hier der Kürze halber nicht näher eingegangen werden; jedenfalls stellt es, und das mag für unsere Zwecke genügen, eine Möglichkeit dar, ohne Aufgabe des Coulombschen Gesetzes für die einzelnen Ladungselemente wenigstens im Innern des Atoms sich eine in weiten Grenzen beliebige Zentralkraft zu konstruieren. Wir wollen nun hier etwas eingehender nur die zwei Fälle der „quasielastischen“ Kraft (prop. r) und der Newtonschen Kraft (prop. $1/r^2$) behandeln; jene, weil sie als bisherige Grundlage aller ähnlichen Betrachtungen (Magnetooptik, Dispersionstheorie usw.) diene, diese, weil sie uns als Repräsentant aller der anderen Kraftgesetze gelten kann, bei denen die Bewegungsgleichungen nicht mehr linear sind.

§ 4. Nehmen wir also als Modell ein Elektron mit der Ladung $-e$, das in einer positiven homo-

genen Kugel vom Radius ϱ und der Gesamtladung $+e$ in einem Kreis vom Radius r umläuft; für Umlaufzeiten entsprechend der Periode sichtbaren Lichtes finden wir für ϱ Werte von der Größenordnung 10^{-8} cm in Übereinstimmung mit anderweitigen Bestimmungen des Atomradius. Die nach der oben gegebenen Formel sekundlich ausgestrahlte Energie reicht ferner hin, um eine Spektrallinie von hinreichender Intensität zu liefern. Man findet ferner, daß die Umlaufzeit *unabhängig* ist von der Energie des Elektrons, und daraus ergibt sich, daß die Periode des ausgesandten Lichtes infolge des Energieverlustes durch die Ausstrahlung nicht geändert wird, daß es andererseits auch gleichgültig ist, mit welchem anfänglichen, durch die jeweiligen Erregungsbedingungen gegebenen Energieinhalt unser Elektron zu strahlen beginnt; ein derartig gebautes Atom besitzt also eine geradezu ideale „Stabilität der Frequenzen“, es erfüllt die beiden ersten der S. 286, Spalte 1 genannten Forderungen. Gerade dies ist nun die ausgezeichnete Eigenschaft der quasielastischen Bindung, die ihre mannigfache Verwendung in der Physik rechtfertigt, überall dort, wo es auf die Unabhängigkeit der Frequenzen von der Energie bzw. die Erfüllung des Superpositionsprinzips ankommt. Daß ferner dieses Atom auch den Zeemaneffekt, wenigstens für die normalen Triplets, richtig gibt, ist bekannt. Nun aber zeigt unser Modell weiter in einem äußeren elektrischen Feld keinerlei Änderung der ausgesandten Frequenz, sondern die Wirkung des Feldes beschränkt sich, wie dies bereits Voigt gezeigt hat, lediglich auf eine Verlegung des Zentrums der Kreisbahn; damit aber sind wir, wollen wir dem von Stark zunächst an Kanalstrahlen gefundenen Effekt allgemeine Gültigkeit zuschreiben, zu einer Ablehnung des quasielastischen Kraftgesetzes gezwungen.

Voigt hat nun bereits weiter gezeigt, daß man unter Zugrundelegung eines anderen als des linearen, quasielastischen Kraftgesetzes eine Aufspaltung der Spektrallinien im elektrischen Feld erwarten muß, und Schwarzschild hat kürzlich, veranlaßt durch die Beobachtungen von Stark, die Theorie für ein nach Newtons Gesetz gebundenes Elektron entwickelt.

Wir wollen auch hier den einfachsten Fall eines neutralen Atoms betrachten, bei dem ein Elektron mit der Ladung $-e$ um einen positiven Kern mit der Ladung $+e$ im Abstand r kreist. Man findet leicht für die Umlaufzeit T , die sekundlich ausgestrahlte Energie E und die kinetische Energie W des Elektrons (wenn man die konstanten Faktoren vereinigt):

$$a) \quad T = 3,94 \cdot 10^{-4} r^{3/2}$$

$$b) \quad E = 3,64 \cdot 10^{-34} \cdot \frac{1}{r^4}$$

$$c) \quad W = 11,5 \cdot 10^{-20} \cdot \frac{1}{r}$$

Es ist aus diesen Formeln sofort ersichtlich, daß für ein gegebenes T , d. h. also für eine bestimmte Spektrallinie, auch der Radius der Kreisbahn und somit E und W gegeben sind, und vor allem, daß hier im Gegensatz zu dem oben behandelten quasielastisch gebundenen Elektron, die Umlaufzeit T von r und also von der Energie abhängt. Dies hat, wie eine einfache Überlegung ergibt, zur Folge, daß die emittierte Linie, die übrigens von mehr als genügend großer Intensität sein würde, nicht scharf ist, sondern aus einem breiten Band besteht; es ist also hier die erste der S. 286, Spalte 1 gestellten Forderungen nicht erfüllt. Man kann nun diese Schwierigkeit vermeiden, wenn man eine, zunächst rein fiktive, Reduktion der Strahlung annimmt, und zwar kann man diese, wie sich zeigen läßt, stets so wählen, daß einerseits die Breite und Interferenzfähigkeit der Linie (etwa $0,005 \text{ A} \cdot E$ und 1 m Gangunterschied, zwei nach den neuesten Messungen wohl eher zu weit gehende Annahmen) den zu stellenden Forderungen genügen, andererseits aber immer noch genügend Energie ausgestrahlt wird (etwa $6 \cdot 10^{-9} \text{ Erg}$ nach Messungen an den D -Linien). Zur Deutung dieser Reduktion der Ausstrahlung ist man nun meines Erachtens nicht zu irgendwelchen kühnen Hypothesen, etwa der Annahme einer Ungültigkeit der Maxwell'schen Gleichungen für das Atominnere, gezwungen, sondern man kann sie erreichen, wenn man sich mehr als 1 Elektron in demselben Kreis bewegt denkt. Ich will hier nicht näher auf diesen Punkt eingehen, sondern zur Illustration lediglich die folgende kleine Tabelle geben, die nach einer für n äquidistant kreisende Elektronen von Thomson und Schott abgeleiteten Formel die Ausstrahlung in willkürlichen Einheiten angibt und die geforderte Reduktion der Ausstrahlung zeigt:

$n = \text{Anzahl der Teilchen}$	Geschwindigkeit	
	$= \frac{1}{10} \text{ Lichtgeschw.}$	$= \frac{1}{100} \text{ Lichtgeschw.}$
1	1	1
2	$9,6 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$
3	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-7}$
4	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$1,7 \cdot 10^{-10}$
5	$5,6 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-13}$
6	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-17}$

Mag man nun auch in dieser Weise genügende Schärfe der emittierten Linie erzwingen können, so bietet die Erfüllung der zweiten Forderung Schwierigkeiten, die sich nicht beheben lassen und die uns wohl zwingen, dieses Modell abzulehnen (wie man dies ja z. B. in der Magnetooptik und der Dispersionstheorie wegen Nichterfüllung des Superpositionsprinzips bereits a priori tun mußte). Aus den Gleichungen (a) und (c) (Seite 287, Spalte 2 entnimmt man, daß:

$$\frac{\delta T}{T} = \frac{\delta \lambda}{\lambda} = -\frac{3}{2} \frac{\delta W}{W}.$$

Damit nun die verschiedenen am Leuchten beteiligten Atome Linien ergeben, die alle innerhalb eines durch die beobachtete tatsächliche Linienbreite gegebenen Wellenlängenbereiches $\delta \lambda$ liegen, ist nach dieser Beziehung eine Übereinstimmung der Energien W der in diesen Atomen kreisenden Elektronen erforderlich, die gegeben ist durch die größte zwischen ihnen erlaubtermaßen bestehende

$$\text{Differenz } \delta W = \frac{2}{3} W \cdot \frac{d\lambda}{\lambda}.$$

Wählen wir z. B. $\lambda = 500 \mu\mu$ und setzen als Linienbreite (nach Elimination des Dopplereffektes, also gerechnet für ruhende Atome) den sicherlich viel zu hoch gegriffenen Wert $0,05 \text{ A}E$, so dürfte W für die einzelnen Atome um nicht mehr als etwa $10^{-5} W$, d. h. um etwa 10^{-16} Erg schwanken; es ist das etwa der hundertste Teil des Wertes der kinetischen Energie eines H_2 -Moleküls bei Zimmertemperatur oder gleich der Energie eines Elektrons von einer etwa $6 \cdot 10^{-5} \text{ Volt}$ entsprechenden Geschwindigkeit. Daß diese Bedingung erfüllt sei, daß also die kinetische Energie der in den verschiedenen Atomen sich bewegenden Elektronen mit einer derartigen Präzision bei jeder Anregung zum Leuchten stets denselben Anfangswert erhalte, ist nun physikalisch ohne weitere ad hoc gemachte Annahmen nicht zu verstehen; und damit sind wir gezwungen, auch die Annahme nach Newtons Gesetz sich frei bewegender Elektronen fallen zu lassen.

§ 5. Wir haben im vorhergehenden zunächst an zwei speziellen Beispielen die Unmöglichkeit erkannt, allen oben zusammengestellten fünf Forderungen gerecht zu werden; auch wenn wir nun komplizierte Systeme betrachten, bei denen die Elektronen um Gleichgewichtslagen Schwingungen entsprechend den ausgesandten Linien ausführen (wir werden auf solche Systeme später ausführlicher zurückkommen), ergeben sich dieselben Schwierigkeiten; entweder wir verzichten auf eine Erklärung des Vorganges der Anregung zum Leuchten bzw. des Starkeffektes, indem wir nur „kleine Schwingungen“ bzw. lineare Bewegungsgleichungen zulassen, oder wir lassen diese Beschränkung fallen und damit auch die für die Schärfe der Spektrallinien nötige „Stabilität der Frequenzen“. Nun ist es das gemeinsame Charakteristikum aller derartiger Modelle, daß die Frequenzen bei ihnen im wesentlichen gegeben sind durch die Art der Anordnung der Elektronen und der positiven Ladungen im Atom, wobei, um dies nochmals hervorzuheben, im allgemeinsten Sinne diese Anordnungen Gleichgewichtszustände dynamischer oder statischer Natur sein können; es scheint nun — und dafür sprechen außerdem noch andere Gründe, die wir bei der Besprechung der Serienspektren kennen lernen werden —, als ob wir diese Art von Modellen überhaupt aufgeben und einen prinzipiell anderen Weg einschlagen müssen. Zuerst hat dies wohl Lord Rayleigh allgemein ausgesprochen, dessen Resumé ich hier wörtlich an-

führen will: „... the frequencies observed in the spectrum may not be frequencies of disturbance or of oscillations in the ordinary sense at all, but rather form an essential part of the original constitution of the atom as determined by conditions of stability.“ Wie man sich nun die Frequenzen anders bestimmt denken soll, als in der Art von „Eigenfrequenzen“, die durch in letzter Linie rein geometrische Verhältnisse der Anordnung gegeben sind, ist naturgemäß eine sehr schwierige Frage. Es liegt nahe, sich das Atom etwa aus geeigneten elementaren Oszillatoren aufgebaut zu denken und die Leuchterregung in einer Anregung dieser Oszillatoren zu suchen; doch kommt man dann, wie *Jeans* bemerkt, zu der Schwierigkeit, daß alle Atome in ihrem Spektrum wenigstens zum Teil dieselben Linien zeigen müßten, wenn man nicht den schönen und fruchtbaren Gedanken aufgeben will, daß alle Atome aus denselben universellen Konstituenten aufgebaut sind und sich in charakteristischer Weise nur durch die Anzahl und Anordnung dieser Konstituenten voneinander unterscheiden, ganz abgesehen von gewissen nach *Lorentz* bei jener Annahme in der Erklärung des *Zeemaneffekts* auftretenden Schwierigkeiten. Bis jetzt hat sich ein erfolgreicher Ausbau des obigen von *Rayleigh* angeregten und sicherlich richtigen Gedankens in der Tat wenigstens im Rahmen der klassischen Elektrodynamik noch nicht verwirklichen lassen.

§ 6. Es ist nun bemerkenswert, daß in jüngster Zeit *N. Bohr* ein Atommodell angegeben hat, bei dem die *Rayleighs*che Idee verwirklicht und die genannten Schwierigkeiten umgangen sind. Es war dies allerdings nur möglich unter Preisgabe der klassischen Elektrodynamik für die Vorgänge im Atom; ob nun ein derartiges radikales, wenn auch anderweitig (z. B. in der Strahlungstheorie) gestütztes Vorgehen zur Lösung der bestehenden Schwierigkeiten *unumgänglich* notwendig ist, ist eine noch offene Frage; im Zusammenhang damit ist es wohl von prinzipieller Wichtigkeit, daß *W. Wien* kürzlich für den *Stark*-effekt die Möglichkeit eines direkten experimentellen Entscheids für die Gültigkeit oder Ungültigkeit der klassischen Elektrodynamik eröffnet hat und daß seine vorläufigen Resultate für die erstere, sicherlich sympathischere Alternative zu sprechen scheinen. Man mag über die einzelnen Schlüsse in den Deduktionen von *Bohr*, ja selbst über die ihnen zugrunde liegenden Hypothesen denken wie man will, und ihnen, wenigstens in der jetzigen Fassung vielleicht lediglich heuristischen Wert zuschreiben, jedenfalls hat die Theorie — und das ist wohl ihre Hauptleistung — zu dem bestechenden und nicht zu unterschätzenden Resultat einer *quantitativ* richtigen Ableitung der Serienformeln lediglich aus universellen Konstanten geführt. Von diesem Gesichtspunkt aus ist deshalb auch nicht zu viel Gewicht auf die Tatsache zu legen, daß das Modell, wie dies *Warburg* durch

eine Weiterbildung der Bohrschen Überlegungen zeigen konnte, für den *Zeemaneffekt* zu unrichtigen Folgerungen führt, und daß auch die Veränderung der emittierten Linien im elektrischen Feld nur teilweise in Übereinstimmung mit den experimentellen Resultaten von *Stark* ist. Wir wollen zum Schluß noch kurz das Wesentliche der Bohrschen Theorie, und zwar für den einfachsten Fall des Wasserstoffatoms besprechen.

Dieses Atom besteht nach *Bohr* aus einem positiven Kern $+e$, um den ein Elektron $-e$ nach den Gesetzen der klassischen Mechanik kreist; und nun macht *Bohr* im wesentlichen drei Hypothesen. 1. Das Elektron kann nur in bestimmten Kreisen stationär um den positiven Kern laufen, deren Radien (unter Benutzung der Keplerschen Gesetze) bestimmt sind durch die Bedingung

$$\text{Winkelmoment} = \frac{1}{\pi} \cdot \frac{\text{kinet. Energie d. Elektrons}}{\text{Frequenz des Elektrons}} \\ = \text{ganzes Vielfaches von } \frac{h}{2\pi},$$

worin h die universelle Konstante von *Planck* ist. 2. Bei dieser Kreisbewegung findet keine Ausstrahlung statt, sondern 3. das Elektron strahlt beim Übergang von einem dieser Kreise zu einem anderen. Es strahlt dabei monochromatisch, die ausgestrahlte Energie ist gegeben durch die Differenz der Energien des Elektrons in den beiden Kreisen, und die Frequenz ν der ausgesandten Strahlung ist bestimmt durch die Beziehung: ausgestrahlte Energie $= h \cdot \nu$.

Diesen drei Grundannahmen der Theorie ist natürlich, wie dies *Bohr* selbst schon betont, mit unseren gewohnten elektrodynamischen Anschauungen in keiner Weise beizukommen; es scheint mir überhaupt, wie ich hier bemerken möchte, sozusagen jeder gesetzmäßige Weg von diesem Atommodell zur Außenwelt, wenigstens im Rahmen unseres heutigen elektromagnetischen Weltbildes, abgeschnitten; so z. B. können wir über die Polarisationsverhältnisse der ausgesandten Strahlung ohne weitere spezielle Hypothesen nichts aussagen. Analysieren wir die oben angeführten (axiomatischen) Grundannahmen genauer, so finden wir, daß durch sie in der Tat die wesentlichen der im vorigen besprochenen Schwierigkeiten umgangen sind: die Frequenz der ausgesandten Strahlung ist nicht mehr gegeben durch die Frequenz der Eigenschwingungen des Atoms, sondern wird im Sinne *Rayleighs* gegeben durch die Konstitution des Atoms selbst und dieser ist eine sozusagen absolute Stabilität zugeteilt. Zum Schluß ist es vielleicht nicht überflüssig, darauf hinzuweisen, daß die beiden ersten Grundannahmen, die in ihrer Kühnheit zunächst überraschen, sich bei näherem Zusehen an andere ähnliche Hypothesen axiomatischer Natur anschließen lassen, die in der modernen Physik des Atoms sich als fruchtbar oder notwendig erwiesen haben. So tritt in der ersten der Bohrschen Annahmen die Einsteinsche Dimen-

sionalbeziehung für atomare Vorgänge: „Energie = Frequenz $\times h$ “, in der zweiten eine bereits von Planck für den elementaren Oszillator bei der Ableitung der Strahlungsformel als notwendig befundene Annahme zutage; die Festlegung der Frequenz durch die dritte Annahme ist direkt der Quantentheorie entnommen. Was die Einführung gerade des Winkelmomentes als einer Größe von universeller Bedeutung, nämlich als die physikalische Interpretation der Planckschen Konstanten h , betrifft, so scheint dies nicht ohne tiefere physikalische Berechtigung zu sein. Es haben auf diesen Punkt bereits früher Nicholson in einer Arbeit über das Spektrum der Korona und kürzlich Mc. Laren im Zusammenhang mit der Theorie der „Magnetonen“ in einer Notiz in der *Nature* aufmerksam gemacht.

In einem folgenden zweiten Teil möchte ich versuchen, in ähnlicher zusammenfassender Weise wie dies hier für die einzelne Spektrallinie geschehen ist, kurz über die Theorie der gesetzmäßigen Anordnung der Spektrallinien in den Serienspektren zu berichten.

(Literaturnachweis am Schluß von Teil II.)

Die physikalischen Heilmittel in der inneren Medizin.

Von

Prof. Dr. H. Determann, Freiburg i. B.-St. Blasien.

Bis vor 25 Jahren wäre es gewagt gewesen, in einem wissenschaftlich gebildeten Kreise sich über physikalische Heilmittel zu äußern. So sehr war die Schulmedizin in dem Urteil befangen, daß nur die Behandlungsmethoden, deren erfahrungsmäßige Heilwirkung sich aus der experimentell festgestellten Wirkung ableiten lasse, der Anwendung durch den praktischen Arzt würdig scheinen. Mit dieser begreiflichen vornehmen Auffassung haben die damaligen Vertreter der Medizin sowohl die wissenschaftliche Begründung der physikalischen Heilmethoden gehemmt als auch dem ärztlichen Stande eine schwere wirtschaftliche Wunde geschlagen. Denn es bemächtigten sich Kurpfuscher der von den Ärzten vernachlässigten therapeutischen Zweige und sie füllten die von diesen gelassenen Lücken in der Behandlung der Kranken aus.

Jetzt ist das besser geworden. Von Laien übernommen, fanden die physikalischen Heilmittel unter den Ärzten allmählich Boden. Zunächst in nicht akademischen Kreisen. Mit Eifer machte man sich an den Ausbau einer experimentellen Begründung in der richtigen Erkenntnis, daß eine solche doch die Grundlage eines verständigen ärztlichen Handelns bilden müsse. Trotzdem jetzt ein Unterbau für die Erkenntnis der Art der Wirkung physikalischer Heilmittel aufgeführt ist, mindestens so fest, wie er für andere Heilmethoden vor-

handen ist, gibt man in vielen Kreisen der Schulmedizin auch jetzt noch nur zögernd und mit einer gewissen Abneigung gegen die breitere Einführung der physikalischen Heilmethoden in den Lehrplan die Gleichberechtigung derselben mit den pharmakodynamischen Mitteln zu. Allerdings ist die Wirkung der Arzneimittel vielfach eine definiertere, da diese meistens bestimmte Organe oder Systeme treffen. Im Gegensatz dazu können wir die Behandlung mit den meisten physikalischen Heilmitteln als *allgemeine funktionelle Therapie* bezeichnen. Aber schon fängt mit zunehmender Kenntnis der Wirkung beider Heilmittelarten der Gegensatz zwischen ihnen an, sich auszugleichen. Auch auf „physikalischem“ Wege wirken die „physikalischen“ Heilmittel keineswegs mehr allein, im Gegensatz zu den pharmakologischen, deren Wirkung man sich chemisch dachte. Bei beiden findet vielmehr eine Vermengung zwischen physikalischer und chemischer Wirkung statt. Dementsprechend mußte ja die Betrachtung physikalisch-chemischer Probleme in der inneren Medizin einen großen Raum einnehmen.

Als physikalische Heilmittel bezeichnen wir gewöhnlich die *Hydrotherapie*, die *Kälte- und Wärmetherapie* sowie andere lokal anämisierende und hyperanämisierende Maßnahmen, weiter die *Lichtbehandlung*, die Behandlung mit *Luft*, die *Klimatotherapie*, die *Balneotherapie*, die *Mechanotherapie* (Gymnastik, Massage), die *Elektrotherapie*, eventuell auch die Röntgenbehandlung. Von da geht es über die Radiumbehandlung zu anderen Disziplinen über.

Die Hauptwirkung der physikalischen Heilmittel, wenigstens der meisten, dürfte, wie besonders Goldscheider in mehreren Aufsätzen¹⁾ scharfsinnig zu begründen versucht hat, bestehen in der *Beeinflussung der normalen regulatorischen Vorrichtungen des Organismus*. Dieselben sind bestrebt, im Funktionsspiel des Körpers ein Gleichgewicht herzustellen, oder sagen wir, eine gewisse mittlere Linie innezuhalten. Die Gleichgewichtslage, in der sich unsere Funktionen, insbesondere die Innervation, Blutumlauf, Gewebsernährung in irgend einem Ruhemoment befinden mögen, wird dauernd geändert durch *Reize*. Man spricht von *chemischen*, *osmotischen*, *mechanischen*, *thermischen*, *photischen*, *elektrischen* Reizen. Die Differenzen der Belichtung, der Sauerstoffzufuhr, die Witterungsveränderungen, alle Druckveränderungen, die Vorgänge im Magendarmkanal, alle Eindrücke auf die Sinne und viele andere Reize sorgen dauernd für eine Änderung der Funktionen in irgendeinem Sinne. Inwieweit auf Zuführung irgendeines Reizes eine Funktion geändert wird, hängt von der Größe des Reizes und von der Einrichtung und dem Zustand der verantwortlichen Organe ab. Denn diese lassen eine mehr oder weniger große Ausdehnung des Reizerfolges zu, sie

¹⁾ Zeitschrift für physikalische und diätetische Therapie 1906/07 usw.

„regulieren“ die Funktionsänderung. Eine solche Funktionsänderung kann erfolgen im Sinne von Steigerungen und Minderungen der Funktionen. Diese doppelte Wirkung ist möglich anzunehmen, wenn wir unter Reiz nicht verstehen Erregung, sondern jede Änderung in den Lebensbedingungen. So wie die regulatorischen Vorrichtungen beim Gesunden ein Zurückpendeln in die Gleichgewichtslage bewirken, so bestreben sie sich, bei krankhafter Veränderung der Funktion mit verstärkter Kraft einen für den betreffenden Krankheitszustand passenden Gleichgewichtszustand herbeizuführen. Sie bedeuten die *Vorgänge der Selbstheilung*.

Diese von der Natur vorgezeichneten Wege des Sicheanpassens an veränderte Lebensbedingungen zu beschreiten, sollte das Bestreben unserer Therapie sein. Man sollte bei irgendeinem Krankheitsprozeß sich fragen: Welche Veränderungen der Funktion oder des Organbestandes liegen vor? — Ferner: Welche Ausgleichskräfte des Organismus sind am Werke, den Schaden zu heben oder unter den veränderten Bedingungen ein Leben zu ermöglichen? Endlich: Was können wir tun, um diesen Regulationsvorgang zu unterstützen?

Durch physikalische Heilmittel sind wir imstande, die normalerweise immer vorhandenen regulatorischen Vorgänge zu beeinflussen. *Winternitz* sagt, „*der thermische und mechanische Reiz stärkt alle bekannten Schutz- und Wehrkräfte des Organismus*“. Meistens geschieht das im Sinne der Steigerung, oft aber auch im Sinne der Minderung der Funktionen. *Goldscheider* nennt das: *im Sinne der Bahnung und Hemmung der Funktionen*. Der Organismus „reagiert“ auf einen solchen Eingriff, d. h. es entfaltet sich eine Summe von Ausstrahlungen auf das gesamte Funktionsspiel, wovon die an den Gefäßnerven die sichtbarsten sind. Die Reaktion ist also gewissermaßen der Ausdruck eines allgemeinen Gesetzes, nach dem äußere Einflüsse irgendwelcher Art Gegenvorgänge im Organismus auslösen. Aus dem infolge dieses Widerstreits bedingten Schwanken um die Gleichgewichtslage pendelt das Funktionsspiel zurück. *Otfried Müller* konnte durch Dauerregistrierung gewisser Äußerungen von Funktionen (Blutdruck z. B.) den oszillierenden Charakter solcher Ausgleichungen nachweisen.

Ein prinzipieller Unterschied zwischen Beeinflussung durch physikalische Heilmittel und allgemeiner Beeinflussung durch die immer vorhandenen Lebensreize besteht also nicht. Auch durch letztere werden unsere Funktionen dauernd geübt: die Herz- und Gefäßtätigkeit, die der Muskeln, die Blutregeneration, die Drüsentätigkeit, die Wärmeregulation, der Stoffverbrauch und der Stoffersatz. Die Fähigkeit, bei Wechsel der äußeren Bedingungen mit Veränderungen der Funktion zu reagieren, also das Anpassungsvermögen an Bedürfnisse ist eine allgemeine Eigenschaft der lebenden Substanz. Wir wollen, hierauf fußend, die Ausgleichsfähigkeit weiterhin üben und elastischer

machen. Darin besteht die Bedeutung physikalischer Eingriffe. Diese Übung ist eine doppelte: erstens werden die Regulierungsvorgänge an sich gesteigert, die Pendelschwingungen werden prompter ausgeglichen, und zweitens werden die Regulierungen schneller und leichter ausgelöst, das Pendel bewegt sich leichter in die Gleichgewichtslage zurück.

Auf irgendeine Störung, oder sagen wir *Alteration der Funktionen*, folgt die *Selbststeuerung*, die Regulierung. Vielfach ist der starke Reiz dabei die Hauptsache, z. B. bei einer kurzen, ganz kalten Dusche. Wir täuschen dem Organismus eine erhebliche Störung vor, er setzt mächtige Regulierungen in Szene, die Tätigkeit der Organe wird dementsprechend angeregt, ohne daß wirklich die gewissermaßen vom Organismus erwartete Schädigung (in diesem Falle Wärmeentziehung) in entsprechender Weise eintrat. Vielfach auch müssen wir durch eine geringe Geschwindigkeit der Intensitätsschwankungen bei der Reizbehandlung, durch ein „Einschleichen“ des Reizes das richtige Maß der Regulation erzielen (z. B. warme und langsam abgekühlte Regendusche).

Wir müssen uns dabei vorstellen, daß diese Änderung der Funktionen sich bis auf das Zellenleben erstreckt, daß jede Steigerung der Funktionen in den Organen mit einem vermehrten Verbrauch von Substanz in den Zellen, event. mit Zellerstörung verbunden ist, und daß darauf wieder der Ersatz des verloren gegangenen Materials in den Zellen, respektive der Ersatz von Zellen erfolgen muß.

Nach dieser *Dissimulation*, also der Summe der Abbauprozesse, die *Assimilation*, also die Summe der Aufbauprozesse, im *Zellorganismus zu steigern*, das ist der *Zweck der physikalischen Heilmittel*, denn bis zu einer gewissen Grenze erfolgt durch stärkere Reize auf die Dissimulation mehr Assimilation, als der bloße Ersatz des verbrauchten Materials beträgt; es zeigt sich hier das Gesetz der „*Luxusproduktion*“ auf richtig dosierte Reizbehandlung. Wir haben also Aussicht, auf diesem Wege durch eine Art „Schädigung“ dem Organismus Nutzen zu bringen. Die vielfach belächelte Nachwirkung der Badekuren nach klimatischen Kuren beruht denn doch wohl auf einer längeren Einübung der Regulationsvorrichtungen des Organismus und dadurch einer besseren Überwindung krankhafter Vorgänge.

Man kann sich wohl vorstellen, daß man durch eine solche auf die Funktionen gerichtete Therapie *schließlich auch den krankhaften Organbestand ändern* kann, wenn wir bedenken, daß derselbe in letzter Linie abhängt von der Gegenwirkung von Blutumlauf und Gewebsernährung, von nutritiven und formativen Vorgängen. Auf beides haben wir ja mit unseren Mitteln durch die Änderung der Funktion Einfluß. Daß die Funktionen trophische Wirkungen haben, sehen wir an der Art des verschiedenen Wachstums der

Knochen, der Muskeln unter dem Einfluß verschiedenen Gebrauches derselben. An allen anderen Organen besteht aber sicher dasselbe Gesetz. Die Möglichkeit der Herbeiführung anatomischer Änderungen ist nun experimentell und praktisch nach Behandlung mit Wärme, Licht, Klima, Röntgenverfahren usw. nachgewiesen worden. Eine glänzende praktische Bestätigung bietet die Beeinflussung gewisser schwerer Erkrankungs Zustände durch Hyperämie, durch Licht (Finsen), durch Röntgenverfahren usw. Das ist schon mehr traumatische, zerstörende Therapie zu nennen. Wie das geschieht, wie der kausale Zusammenhang zwischen dem oft doch unmittelbaren Erfolg physikalischer Eingriffe und „Heilprozesse“ ist, das ist noch gänzlich ungeklärt.

Aber auch in ungünstigem Sinne kann der Organbestand durch physikalische Maßnahmen geändert werden, denn ein Eingriff, der von einem starken Individuum mit Nutzen getragen wird, kann für ein schwaches eine Schädigung bedeuten. *Unsere Mittel sind zweischneidig.* Wärme und Kälte, mechanische Beeinflussung, Elektrizität, Klima — sie können nützen, sie können schaden, es kommt nur auf das Maß der Anwendung an. *In der Gefahr, im Einzelfalle über das richtige Maß hinauszuschießen, liegt nun auch die Schwierigkeit der Anwendung der physikalischen Heilmittel.* Zunächst kann man die Dosierung, die Abstufung an sich nicht annähernd mit der Leichtigkeit und Sicherheit vornehmen, wie in der Pharmakologie. Das gilt für thermische, mechanische, klimatische, elektrische Eingriffe in gleicher Weise. Der Namen des einzelnen Eingriffes ist nicht so sehr von Bedeutung, wie seine Art der Ausführung, seine Abstufung, seine Modifikationen in Rücksicht auf den Einzelfall. Denn es spielt *für die individuelle Reaktion* auf einen physikalischen Eingriff *die Konstitution eine ausschlaggebende Rolle.* Und die Konstitution kann nur beurteilt, weniger bemessen werden, wenn es auch für den kundigen Arzt eine Reihe von Prüfungsmitteln gibt. Sie ist maßgebend für den Grad der Reaktion, der Funktionsänderung als Beantwortung des gesetzlichen Reizes. Je nachdem erfolgt mehr oder weniger schnell und leicht eine Wiederherstellung des Gleichgewichtes der Funktionen. Muten wir einem Organismus mit relativ schwacher Konstitution einen zu intensiven Eingriff zu, so erfolgt nach der Dissimilation keine genügende Assimilation. Ein Beispiel einer solchen ungenügenden Reaktion auf einen Eingriff ist die *Erkältung*, wobei eine ungenügende Zirkulationsregulierung auf eine starke Abkühlung erfolgt. Bei Krankheiten sind nun die normalen Reaktionsverhältnisse auf Reize ganz verschoben, oft in ganz unübersichtlicher Weise. Weiterhin kommt noch für die Reaktion und damit für die Wahl und Gestaltung des physikalischen Eingriffes in Betracht die augenblickliche Stimmung

der nervösen Zentren und Bahnen, die *augenblickliche „Disposition“.*

Hie und da kann man allerdings mit Nutzen bei einem Erkrankten die meistens innezuhaltende Grenze in bezug auf die Art und Stärke des Eingriffes überschreiten, im Vertrauen darauf, daß meistens denn doch eine größere Assimilation, als der Dissimilation entspricht, also eine Luxusassimilation erfolgt. Das ist der Fall, wenn es sich darum handelt, einem noch funktionstüchtigen Organismus *über den toten Punkt zu helfen.* Die Behandlung gewisser Formen von Blutarmut mit Aderlässen würde ein Beispiel bieten. Bei dieser Erkrankung würde man also zielbewußt eine Verletzung gerade an dem Gewebe, an dem eine Erkrankung vorliegt, vornehmen. Diese bildet dann einen mächtigen Reiz zur Neubildung. Erfolgreich können diese Anregungen, z. B. des krankhaft daniederliegenden Keimungsvermögens der blutbildenden Organe nur sein, wenn den blutbereitenden Organen genügend Material durch Nahrung und Assimilation geliefert wird. Auch die von *Prießnitz* geübten Wasserkuren, die denn doch manchmal von Nutzen waren, bieten ein Beispiel dieser Art gewaltsamer Behandlung.

Der Sammelbegriff der physikalischen Heilmittel ist ein beliebiger und wenig passender. Er ist wohl infolge äußerlicher Zusammenfassung entstanden und er stammt aus der Zeit, als man über das Wesen der Wirkung thermischer, mechanischer, klimatischer, Licht- usw. Reize wenig orientiert war. Wir können dementsprechend auch die vorhin gemachten allgemeinen Bemerkungen über die Wirkungsweise nicht auf alle sogenannten physikalischen Heilmittel mit gleicher Sicherheit anwenden. Der Begriff der Alteration, der Änderung der Funktionen findet langsam seinen Übergang zur Störungs- und Schädigungstherapie oder Zerstörungstherapie, wie wir sie sehen bei der Röntgen- und Radiumbehandlung, bei Aderlässen, bei den chirurgischen Eingriffen. Das alles könnte man noch einer physikalischen Therapie zurechnen. Es ist aber besser, sich nicht an das Wort „physikalisch“ zu klammern, das ja, soweit es die Wirkung ausdrücken soll, dieselbe nicht einmal bei thermischen und mechanischen Einflüssen irgendwie erschöpfend umfaßt. Vor der physikalischen Beeinflussung steht als die viel wichtigere die physiologische, d. h. die auf das ganze Funktionsgetriebe des Organismus ausstrahlende.

Die *Hydrotherapie* besteht in der methodischen Anwendung des Wassers in seinen verschiedenen Temperaturen und Aggregatzuständen zur Vornahme von Bädern, Duschen, Abwaschungen, Einpackungen, Umschlägen am menschlichen Körper. Das Wasser ist in seinem 28 mal stärkeren Wärmeleitungsvermögen als die Luft, in seiner hohen Wärmekapazität, in

seiner Veränderlichkeit der Temperatur, in seinem größeren spezifischen Gewicht, in dem leicht zu verändernden Aggregatzustand ein vorzügliches Medium zur Verbindung von thermischen und mechanischen Reizen. Die Art der Wirkung auf die verschiedenen Funktions-sphären ist leidlich gut erforscht. Aber doch besteht noch häufig eine Denklücke zwischen den experimentellen Beweisen der Wirkung und dem erfahrungsmäßigen therapeutischen Effekt. Immerhin haben wir die Möglichkeit, in einigermaßen zielbewußter Weise das Wasser anzuwenden, besonders zur *Übung der Herz- und Gefäß-tätigkeit*, ferner zur *Steigerung der Muskelkraft*, *Hebung der Blutbeschaffenheit*, *Anregung des Stoffwechsels* und des *Zellebens*. Die besonders früher allem vorangestellte, angebliche suggestive Wirkung in Form einer moralischen Übung, einer Hebung der Energie wird genügend abgelöst durch die jetzt nachgewiesenen erheblichen Einflüsse auf das Funktionsgetriebe. Bei vielen Krankheiten, bei denen eine Übung der Funktionen am Platze ist, seien es sogenannte organische oder sogenannte funktionelle, ist das Wasserheilverfahren in irgend einer Form am Platze.

Mit der, besonders durch Bier inaugurierten *Hyperämiebehandlung*, die wir erzielen durch *Wärmezufuhr* sowie durch *Stauung*, haben wir, wie aus der experimentellen Forschung hervorgeht, einen weitgehenden Einfluß auf die Zirkulation sowie auf das Zelleben und somit den Stoffwechsel. Die Hitze- und Stauungshyperämie wirkt praktisch „*resorbierend, auflösend und ernährend, schmerzstillend, bakterientötend oder abschwächend*“. Das Anwendungsgebiet ist daher ein weites, es dehnt sich aus, sowohl auf *lokale, entzündliche und traumatische Erkrankungen*, auf *Neuralgien* sowie andere schmerzhaft Leiden (wie *rheumatische u. a.*), als auch auf *Stoffwechselkrankheiten* verschiedenster Richtung, *chronische Infektionen* usw.

Das *Licht*, das ja bei zunehmendem Aufenthalt im Freien, bei vermehrter Neigung zu Sport zum anderen, zu Luft- und Sonnenbädern einen wachsenden Raum in der Gesundheitspflege einnimmt, hat ebenfalls, wie aus experimenteller Forschung hervorgeht, *weitgehende Einflüsse auf fast alle Funktionen, inkl. des Stoffwechsels*. Es ist einer der notwendigsten Lebensreize. Man kann es in verschiedener Konzentration, in seinen verschiedenen Farben für eine Reihe von allgemeinen und lokalen Krankheitszuständen mit großem Nutzen anwenden. Zur Herstellung der Denkverbindung zwischen erfahrungsgemäßem Nutzen und experimentell sichergestellter Wirkung liegt noch ein großes Forschungsfeld brach. Praktisch muß man sich ständig gegenwärtig halten, daß die Schädigungsgrenze nicht sehr weit von der optimalen Wirkung liegt. Man verwendet das natürliche Licht, das direkte Sonnenlicht lokal und allgemein zur Bekämpfung *bakterieller Erkrankungen*,

bes. der *Tuberkulose*, in Form von lokalen und allgemeinen Sonnenbestrahlungen, bes. im Hochgebirge. Durch möglichst genaue Nachahmung der Zusammensetzung des Sonnenlichtes sucht man sich in Form besonderer Apparate (*Quarzlampe* usw.) bei Abwesenheit der Besonnung in bezug auf die Behandlung unabhängiger zu machen. In der konzentriertesten Weise wird das Licht angewandt bei gewissen bakteriellen Hautaffektionen, bes. bei *Lupus*. Bekanntlich hat *Finsen* dieses Verfahren eingeführt.

Auch die Behandlung des Körpers mit *Luft* in Form von *Luftbädern* fängt an, auf die Volkshygiene mehr Einfluß zu haben. Auch in Krankheitszuständen sind Luftbäder von ganz hervorragender Wirkung. Der thermische Reiz ist dabei ein viel milderer, aber wegen der langen Dauer der Anwendung von viel nachhaltigerer Wirkung als der von kühlem Wasser. Wegen der stets wechselnden Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung ist allerdings das Luftbad kaum als dosierbares Heilmittel anzusehen. Jedoch liegt wohl etwas sehr Heilsames gerade in diesem ständigen Wechsel der Reizeinflüsse auf die Haut, der wegen des geringen Wärmeleitungsvermögens der Luft nur geringe Reaktions-schwankungen hervorruft und daher vom Körper lange Zeit hindurch vertragen wird. Man sollte Luftbäder mehr als es bis jetzt geschieht, auch bei vielen *organischen und funktionellen Erkrankungen mit gestörten Allgemeingefühlen* anwenden. Einen breiten Raum in der Behandlung, sowohl organischer Krankheiten (bes. *Tuberkulose*) als auch funktioneller nehmen die *Frei-luftliegekuren* ein, deren Wirkung wohl durch die Einatmung frischer, kühler, reiner Luft, die Umgebung des Kopfes mit kühler Temperatur bei warmem Körper, den Wechsel der Lufttemperatur und Luftbewegung, die größere Belichtung, ferner durch die mannigfachen, zerstreuenen Eindrücke im Freien begründet ist. Mehr und mehr bringt man auch schwere, ja bettlägerig und fieberhaft Erkrankte für viele Stunden täglich auf Balkons oder Liegehallen ins Freie.

Unter den *klimatischen Heilmitteln* ist in letzter Zeit besonders das *Höhenklima* gründlich erforscht worden. Es hat sich gezeigt, daß bei einem Aufenthalt im Höhenklima das *Blut* ganz *spezifische Veränderungen* erfährt, im Sinne einer erheblichen *Vermehrung der roten Blutkörperchen* und einer vorübergehenden positiven Stickstoffbilanz. Es ist mit höchster Wahrscheinlichkeit anzunehmen, daß diese Vermehrung der Blutkörperchen erfolgt als *spezifische Reaktion auf den Reiz der verminderten Sauerstoffspannung* der Luft in der Höhe. Es erfolgt nach dem Gesetz der Regulation auf „störende“ Einflüsse, in diesem Falle auf das verminderte Sauerstoffangebot, eine Vermehrung der inneren respiratorischen Oberfläche, also der Gesamtoberfläche der Blutkörperchen als sauerstoffaufnehmendem Apparat. Die Blutkörperchen wer-

den geliefert von den blutbereitenden Organen. Rückwärts wird natürlich diese *Neuschaffung von Zellen einen umfangreichen Antriebe des gesamten Stoffwechsels mit seinen übrigen Folgen für fast alle Organe* bedingen. Neben der geringeren Sauerstoffspannung der Höhenluft mögen auch die intensivere Besonnung im Gebirge, die Trockenheit der Luft, der verminderte Luftdruck und damit die erleichterte Gelenkbeweglichkeit eine begünstigende Rolle auf das Allgemeinbefinden spielen. Das Anwendungsgebiet ist nach alledem gegeben. Bei *allen allgemeinen Schwächezuständen*, besonders solchen, bei denen die *Blutbeschaffenheit keine günstige* ist, ist das Höhenklima zu längerem Aufenthalt angezeigt. Die Wahl dieses Heilmittels und die Dosierung desselben ist eine schwierige Frage der Berücksichtigung der Einzelkonstitution.

Es liegt nahe, nach Maßgabe der schlagenden Erfolge des *Seeklimas*, daß auch hier eine spezifische Wirkung vorliegt, jedoch sind dafür noch keine genügenden experimentellen Beweise erbracht worden. Die Anregung der Hauttätigkeit, die Übung der physikalischen und chemischen Wärmeregulation, der Einfluß auf den Stoffwechsel mit allen seinen rückwärtigen Folgen genügen nicht, um die nach spezifischer Wirkung aussehenden Erfolge, z. B. bei Kindern mit *Skrofulose* und *exsudativer Diathese* zu erklären. Bei allen Leiden, bei welchen eine mächtige *Anregung der Körperfunktionen* während körperlicher Ruhe oder unter gleichzeitiger Vornahme von Seebädern angebracht ist, erweist sich das Seeklima als heilsam, vorausgesetzt, daß der Organismus mit seinen Regulationen der Anregung folgen kann.

In neuerer Zeit schickt man Kranke im *Winter auch in die Wüste* (Ägypten usw.), die ein warmes, außerordentlich trockenes, mit starker Besonnung versehenes Klima darbietet. Die ohne weiteres ersichtliche sehr starke Einwirkung auf Stoffwechsel und die Flüssigkeitsbilanz, auf Zirkulation, auf die Hauttätigkeit hat noch keine nähere experimentelle Forschung erfahren. Bei gewissen Formen von *Nierenleiden*, bei *Stoffwechselkrankheiten*, bei *rheumatischen Erkrankungen* kommt es in Betracht. Jedoch fordert Überlegung und Erfahrung zu großer Vorsicht bei Herz- und Gefäßerkrankungen, bei hochfieberhaften und destruktiven organischen Leiden auf.

Die *Balneotherapie* erfährt erst in letzter Zeit ihren wissenschaftlichen Ausbau. Die *Gase und Salze*, welche in den betreffenden Heilbädern enthalten sind, wirken modifizierend auf die thermische Reizwirkung; die Gase je nach ihrem Wärmeleitungsvermögen, ihrer Menge und nach ihrer Verteilungsart, die Salze nach ihrer Art und nach ihrem Konzentrationsgrade. Es ist wahrscheinlich, daß beide auch durch Hautreizung mit allen ihren Folgen einwirken. Jedoch ist hier der Forschung noch ein weiteres

Feld vorbehalten. So ist die hervorragende Wirkung der *Seebäder* und *Solbäder* noch in keiner Weise genügend geklärt. In neuerer Zeit nimmt man an, daß das in sehr vielen Quellen enthaltene *Radium* sowohl bei Trink- als auch bei Badekuren spezifische Wirkung ausübt. Das besonders bei sogenannten indifferenten Thermen (ohne nennenswerten Salz- und Gasgehalt). Bei den *Moor- und Schlammbädern* spielt dieser Umstand möglicherweise eine Rolle, außerdem sind von Wichtigkeit die durch die Moormasse bedingte große Wärmekapazität, die geringe Wärmeleitung, die in ihr enthaltenen hautreizenden Substanzen. Die gashaltigen Bäder werden wegen ihrer Angriffsart am Hautgefäßsystem vielfach bei *Herz- und Gefäßleiden* verwendet, die salzhaltigen besonders häufig bei Allgemein-erkrankungen. Jedoch sind die *Indikationen* beider Bäderarten so *zahlreich*, daß sie hier nicht alle erwähnt werden können.

Auch durch *Massage* und *Gymnastik* können wir lokale und allgemeine tiefgreifende Einflüsse auf Gefäßtätigkeit, Blutfüllung, Zelleben und Stoffwechsel ausüben. Der Angriffspunkt sind zunächst hauptsächlich die Muskeln, die man teils direkt physikalisch, teils indirekt physiologisch, d. h. durch reflektorische Beziehungen beeinflußt. Aber auch die Haut, die Gelenke, die Sehnen und Bänder werden von vornherein meistens mitbetroffen. Die Wirkung muß natürlich eine ganz verschiedene sein bei einer *Massage*, die eine Mitarbeit des Funktionsspiels nur in mäßigem Grade erfordert, bei einer *passiven Gymnastik*, die Muskeln und Gelenke bewegt, ohne Muskelarbeit und einer *aktiven*, resp. *Widerstandsgymnastik*, die eine volle willkürliche Mitarbeit der Muskeln erfordert. Es ist verständlich, daß bei letzterer die Einflüsse auf das ganze Funktionsspiel am größten sein müssen, vor allem wegen der stärkeren Wärmeproduktion in den Muskeln, auf die *Wärmebilanz* und damit auf den *Stoffwechsel*. Die *Massage*, die depletorisch sowie zirkulationsbeschleunigend wirkt und zugleich einen gut dosierbaren Reiz auf die Muskel-tätigkeit darstellt, findet Verwendung bei *lokalen entzündlichen* und *schmerzhaften Affektionen* sowie zur Förderung der Muskelkraft. Eine allgemeine Massage hat auch Einfluß auf den Gesamtstoffwechsel. Die Gymnastik, die mehr in das Gesamtgetriebe eingreift, eignet sich i. a. mehr für *allgemeine Störungen*, bei denen man unter gleichzeitiger Muskelkräftigung den Gesamtumsatz fördern will.

Die *Elektrotherapie*, die schon zweimal in früheren Zeiten wegen der unklaren Vorstellungen über Wesen und Wirkung der Elektrizität einen großen Rückschlag erlitten hatte, hat seit etwa 1½ Jahrzehnten einen mächtigen Aufschwung genommen. Die experimentelle Forschung über die Wirkung der Elektrizität hat dieses Mal auf dem *festen Boden der anorganischen Elektrophysik*

und *Elektrochemie* aufgebaut¹⁾. Man fand, daß die sogenannten elektrischen Ströme im lebenden Gewebe eigenartige Bewegungen der Ionen, bestimmter molekularer Bestandteile des Gewebes selbst, darstellen. Die Art der Ionenbewegung im elektrischen Felde zwischen den Elektroden erklärt uns die Eigenart der verschiedenen Stromarten. Die Anwendung elektrochemischer Grundanschauung erklärt uns die Begriffe der Intensität und Dichte des elektrischen Stromes, des Widerstandes, der elektrischen Wärme, der Elektrolyse. Die Eiweißstoffe des Organismus nehmen durch Anlagerung (Adsorption) negativer Ionen eine negative elektrische Ladung an, die mehr oder weniger starke Anlagerung und die spezifische Reaktion bestimmter Organe bringt dann die verschiedenen Äußerungen der Elektrizität hervor (elektrischer Geschmack, Licht-, Gehörsempfindung, Elektrotonus, elektrischer Muskelreiz usw.).

Schon lange verwandte man so den galvanischen, den faradischen Strom, die Reibungselektrizität mit unisolierter Entladung, die Elektrolyse. Als nun *d'Arsonval* zeigte, daß bei elektrischen Strömen mit wechselnder Richtung eine gesteigerte Frequenz verminderte Reizwirkung mit sich bringt, konnte man Ströme von gewaltiger Spannung und Intensität ohne Schaden in den Bereich der Elektrizität ziehen. — Weiterhin wird die *thermische Wirkung des Hochfrequenzstromes*, die sich vermittelt besonderer Elektroden mehr in das Innere der Gewebe lokalisieren läßt, in Form der *Thermopenetration* oder der *Diathermie* neuerdings bei zahlreichen Affektionen, bei welchen eine Erwärmung von Geweben und damit eine Hyperämie angezeigt ist, verwandt. Im Gegensatz zu dieser isolierten Wärmewirkung kann man auch die mechanische in isolierter Form, d. h. frei von thermischen und chemischen Wirkungen verwenden. Das geschieht durch *Kondensatorentladung* oder faradischen Strom. Das Neueste auf diesem Gebiete ist die Methode von *Bergonié*, der vermittelt eines rhythmisch an- und abschwellenden Rheostaten, an einem faradischen Strom angebracht, allgemeine Kontraktionen der Körpermuskulatur in verschiedener Stärke, Dauer und verschiedenem Rhythmus anwenden läßt. Dieses Verfahren dient in erster Linie zur Entfettung, sodann eignet es sich bei einer Reihe von Nerven- und Verdauungserkrankungen, endlich bei Muskelerkrankungen. Eine rein chemische Wirkung der Elektrizität liegt zugrunde der von *Frankenhäuser* ausgearbeiteten Methode der *Iontophorese*, welche erlaubt, mit dem konstanten Strom medikamentöse Ionen durch die Haut und Schleimhaut in den Organismus einzuführen. — Über das früher für die Elektrotherapie fast allein in Betracht kommende Gebiet der Nervenkrankheiten hinaus, hat sich jetzt die Elektrotherapie fast das ganze Gebiet der inneren Medizin und

manche chirurgische Gebiete erobert. Die Schaffung von elektrischen Straßenleitungen in allen Städten hat die elektrischen Anschlußapparate für medizinische Zwecke außerordentlich verbreiten geholfen.

Über die Fortschritte auf dem Gebiete des *Röntgenverfahrens* hat sich vor kurzem in dieser Zeitschrift ein berufener Vertreter geäußert. Ich unterlasse es daher, hier auf dieses wichtige therapeutische Gebiet einzugehen.

Gewiß sind wir noch weit entfernt von der idealen Forderung bei Anwendung physikalischer Heilmittel, erfahrungsgemäße Heilwirkung und experimentell nachweisbare Folgen derselben in Einklang gebracht zu haben. Wir können also noch nicht von einer physiologischen Therapie in reinem Sinne sprechen. Aber diese Schwierigkeit besteht bei fast jeder Art von allgemeiner Therapie, sie beruht auf der Unmöglichkeit, die allgemeinen konstitutionellen Momente und die augenblickliche Disposition in jedem Falle quantitativ genau abzuschätzen. Jedenfalls bedeuten die physikalischen Heilmittel, deren Anwendung uns ganz besonders zum ständigen physiologischen Denken zwingt, eine umfassende Umformung und Bereicherung der Therapie.

Gehirn und Seele.

Von Prof. Dr. H. G. Holle, Bremerhaven.

Wenn über die seelischen Fähigkeiten der in letzter Zeit viel genannten „denkenden Tiere“ ein abschließendes Urteil auch noch nicht gegeben werden kann, so haben sie doch jedenfalls der Auffassung eine Stütze gegeben, daß die Seelentätigkeit der höheren Tiere nicht dem Wesen nach, sondern nur durch den Entwicklungsgrad der einzelnen Funktionen von der des Menschen verschieden ist. Es wird verständlich, daß das Fehlen oder die mangelhafte Ausbildung einer Lautsprache bei den Tieren das begriffliche Denken nicht recht zur Entwicklung hat kommen lassen, daß dagegen die Sprache beim Menschen durch Begünstigung des abgezogenen Denkens, das bei den Tieren und auch wohl noch bei Menschen niedriger Kulturstufe und bei Kindern weit stärker ausgebildete assoziative Denken mehr zurückgedrängt hat. Wirkliche Tierfreunde, die instande sind, sich in das Seelenleben der Tiere einzufühlen, werden nicht daran zweifeln, daß es möglich sein muß, den denkfähigsten Tieren eine Ausdrucksweise für ihre Gedanken beizubringen, die auch dem Menschen verständlich ist. Das Umgekehrte unterliegt keinem Zweifel, wenn der Mensch seine Sprache dem Begriffsvermögen der Tiere anpaßt. Eine Verständigung muß um so sicherer möglich sein, als es nach den Erfahrungen verständiger Tierdressur feststeht, daß klügere Tiere nicht mechanisch, sondern mit bewußtem

¹⁾ Näheres darüber siehe in den Arbeiten von *Frankenhäuser*.

Verständnis die Absichten des Menschen ausführen.

Zu dieser Auffassung der Tierseele würden die Ergebnisse der Entwicklungsgeschichte, der vergleichenden Anatomie und der Paläontologie schon längst geführt haben, wenn ein Vergleich der *Hirngröße* der Tiere mit der des Menschen bisher nicht auf unlösbare Widersprüche geführt hätte. Meine Absicht ist, zu zeigen, daß es möglich ist, nach jeder dieser Richtungen hin eine sichere Grundlage für diesen Vergleich zu finden.

Daß jede körperliche Arbeitsfähigkeit mit der Größe des Organs steigt und der verbrauchten Substanz proportioniert ist, bedarf keiner Erörterung; aber das *Ergebnis* der Arbeit, *auf den ganzen Körper bezogen*, zeigt nach der Größe desselben merkwürdige Verschiedenheiten. Wenn z. B. die kleinen Tiere bei gleichen Größenverhältnissen der Organe eine größere Flugfähigkeit und eine größere Sprungfähigkeit besitzen, so liegt dies in dem mathematischen Gesetz der verschiedenen Zunahme von Länge, Fläche und Masse bei der Vergrößerung eines Körpers begründet. *Diese Verhältnisse sind auch bei der Hirntätigkeit in Berücksichtigung zu ziehen.* Aber in anderem Sinne. In seinem Buche „Gehirn und Seele“ weist E. Becher darauf hin, daß bei großen Tieren das Gehirn verhältnismäßig klein, bei kleinen verhältnismäßig groß ist und bringt diese Erscheinung in Beziehung dazu, „daß die vorwiegend sensible Körperoberfläche bei kleinen Tieren im Verhältnis zum Volumen und Gewicht relativ größer ist als bei großen Tieren“. Dem möchte ich hinzufügen, daß nicht nur der Umstand, daß die Oberfläche, die Sinnesreize aufnimmt, die durch das Gehirn verarbeitet werden, dadurch für dessen Größe bestimmend ist, sondern auch die Tatsache, daß die Endprodukte des Stoffwechsels den Körper durch die Körperoberfläche verlassen, oder durch innere Flächen, namentlich der Lunge, die jener proportional sind. Aber auch die Aufnahme von Stoffen erfolgt durch innere Oberflächen, des Darmes und ebenfalls der Lunge. Daß mit dem Stoffwechsel auch der Kraftwechsel der Oberfläche proportional ist, geht namentlich aus den Untersuchungen Rubners („Kraft und Stoff im Haushalt der Natur“) hervor. Der gesamte Stoffwechsel und Kraftwechsel wird aber von nervösen Vorgängen begleitet und beherrscht. Von diesen Überlegungen ausgehend, habe ich versucht, eine Bestätigung des aufgestellten Gesetzes von der *Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche* dadurch zu erbringen, daß ich die in Frage stehenden Größenverhältnisse des Menschenkinde mit denen des Erwachsenen verglich. Wenn wir näherungsweise annehmen, daß der Körper des Menschen von seiner Geburt an etwa auf das Dreifache der Länge wächst, so müßte bei gleichbleibender Gestalt die Oberfläche auf das Neunfache, die Körpermasse auf das Siebenundzwanzigfache wachsen. Das würde bei 3 kg des Neugeborenen mit 81 kg allerdings mehr sein,

als der ausgereckteren Normalgestalt des Erwachsenen entspricht. Aber nehmen wir auch eine merklich geringere Bemessung als das 27fache an, so würde eine dieser Körpermasse entsprechende Vergrößerung des Gehirns jedenfalls noch viel zu groß sein. Vergrößert sich das Gehirn dagegen der Oberfläche entsprechend, also auf das 9fache, so macht das auf eine lineare Abmessung, die der dritten Wurzel entspricht, nur ein wenig mehr als das Doppelte aus. Das stimmt mit der für künstlerische Zwecke angegebenen Normalgröße etwa der Stirnbreite des Schädels für das Kind und den Erwachsenen sehr gut überein.

Daraus ergibt sich, daß das beliebte Verfahren, die *absolute* Hirngröße einzelner Menschen mit dem Durchschnitt zu vergleichen, wegen Nichtberücksichtigung der Körpergröße jedenfalls unzulässig ist. In der Tat zeigt die *Hirngröße* hervorragend begabter Menschen gegenüber dem Durchschnitt bald eine große, bald eine kleine und oft sogar eine negative Differenz und liegt nur im Durchschnitt vieler solcher Menschen über dem allgemeinen Durchschnitt. Noch deutlicher erhellt die völlige Unbrauchbarkeit der absoluten *Hirngröße*, wenn man die Tiere zum Vergleich heranzieht. Dabei würde der Mensch nicht nur hinter dem Elefanten, sondern selbst hinter dem Walfisch weit zurückstehen. Versucht man aber, das Verhältnis der *Hirngröße* zur Körpermasse, das auf 1 kg Körpermasse kommende Hirngewicht in Grammen, zugrunde zu legen, so ergeben sich ebensolche Unmöglichkeiten. Danach würde z. B. dem Menschen die Verhältniszahl 21 zukommen gegenüber 4 für den Hund, 20 für die Maus und 33 für den Sperling! — Für den Vergleich der *Hirngröße* mit der Körperoberfläche, Bestimmung der auf eine *Oberflächeneinheit* kommenden Hirnmasse fehlen aber zuverlässige Zahlen für die Oberfläche. Ich habe mir zu helfen gesucht („Hirnmasse und Seelenleben“ in der *Politisch-Anthropologischen Revue* XI. Jg., Heft 3), dadurch, daß ich die zweite Potenz der dritten Wurzel aus der Körpermasse als der Oberfläche proportional angesehen habe¹⁾. Das gibt natürlich für Tiere von verschiedener Gestalt nur Näherungswerte, die aber genügen, um die Bedeutung des Oberflächenverhältnisses deutlich herauspringen zu lassen. Ich habe mich auch bemüht, eine Vorstellung von der möglichen Größe des Fehlers zu gewinnen bei Gelegenheit einer anderen, die Ernährung betreffenden Untersuchung (*Pol-Anthr. Revue* XII, 4), wo ich den seitlichen Schattenriß als bei ähnlichen Gestalten der Oberfläche proportional angenommen und den eines normalen erwachsenen Menschen und eines großen schlanken Hundes (Dogge) durch Wägung der ausgeschnittenen, bei genau gleicher Körper-

¹⁾ Diese Oberflächen-Einheit würde, wenn wir auf den Menschen (Mann) von durchschnittlich 64 kg Gewicht 1,6 qm Oberfläche rechnen dürfen, genau 10 qdm entsprechen.

haltung gezeichneten Schattenrisse bestimmt habe. Den des Menschen habe ich dann auf gleiche Größe mit dem des Hundes reduziert und aus der danach bestimmten Körperhöhe das Gewicht bestimmt, das dem Menschen bei dieser Höhe zukommen würde, wenn für *normale* Gestalt des erwachsenen Menschen von 168 cm Höhe 70 kg Gewicht gerechnet werden. (Die dritten Potenzen der Länge verhalten sich wie die Gewichte.) Das Gewicht des Menschen würde dann bei gleicher Oberfläche mit dem Hunde 55,3 kg betragen, während dieser nur 46,5 kg wog. Die Oberfläche des Menschen wäre also bei gleichem Gewicht nur 0,83 von der des Hundes. Nun erscheint aber nach dem seitlichen Schattenriß die Oberfläche des Menschen wegen der größeren Breite seines Rumpfes zu klein. Nach Abschätzung am Schattenriß steigt dadurch die Oberfläche auf vielleicht 0,9 des gleich schweren Hundes. Bei der großen Unsicherheit der direkten Messung der Oberfläche scheint mir danach der mögliche Fehler beim Ersatz der wirklichen Oberfläche durch das Quadrat der dritten Wurzel aus der Körpermasse für die Bestimmung des Verhältnisses von Hirngröße und Körperoberfläche klein genug, um auch für ziemlich verschiedenartige Tiergestalten angewandt zu werden, zumal bei dem großen Unterschiede der durch Vergleich der Hirngröße mit der Körpermasse gewonnenen Zahlen. Es wäre ja auch eine Oberflächenzahl aus dem Quadrat der Rumpflänge zu gewinnen, aber mangels *zusammengehöriger* Zahlen von Körperlänge und Hirngröße war ich auf die Körpermasse angewiesen. Die auf diese Weise gewonnenen Verhältniszahlen (auf eine Oberflächeneinheit kommende Hirnmasse in Grammen) stimmen so gut zu der aus der Beobachtung des Lebens gewonnenen Vorstellung der Seelentätigkeit der betreffenden Tiere, daß ich darin einen vollgültigen weiteren Beweis sehe für die Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche statt von der Körpermasse. Der Mensch (deutscher Mann von 64 kg Körpergewicht mit durchschnittlich 1460 ccm Schädelraum nach *Welker* oder 1362 g Hirngewicht nach *v. Bischoff*), der nach dem Verhältnis zur Körpermasse, wie angegeben, wenig über der Maus und weit unter dem Sperling stehen würde, bekommt bei der Berechnung nach der Oberfläche (Oberflächenzahl 16) mit der Verhältniszahl 91,3 nach dem Schädelraum, oder 85,0 nach dem Hirngewicht, selbst gegenüber den klügsten Tieren, Elefant und Orang mit etwa 28, Makak mit 22, Pferd, Hund und Katze mit 12, die ihm gebührende Stellung. Auch Zahlen für andere Tiere, wie das Schaf (9,7), das im wilden Zustande nicht so dumm ist, wie es als Haustier erscheint, oder Maus (5,4), Wal (1,6) erscheinen verständlich. Unter den Vögeln, für die mir leider Zahlen des Papageis fehlen, steht der Sperling (9,7) mit Recht über der Taube (4,5), der Ente (3,6) oder dem Haushuhn (2,6), dem der Strauß (2,7) ungefähr

gleichkommt. Frosch und Karpfen haben etwa die Zahl 1.

Zur Prüfung der Zuverlässigkeit meiner Auffassung von der Abhängigkeit der Hirngröße von der Körperoberfläche habe ich noch eine Angabe über Körper- und Hirngewicht (175 und 0,291 kg) des Tigers entsprechend umgerechnet und das Hirnverhältnis 9,3 gefunden. Wenn wir nun bedenken, daß nahe verwandte Arten einer Gattung in ihrer seelischen Anlage schwerlich weit auseinanderstehen werden, daß aber die kleineren Arten einer Gattung wie die größere körperliche Gewandtheit auch meist lebhaftere Seelentätigkeit bekunden — ich erinnere an das durchschnittlich deutlich erkennbare entsprechende Verhalten kleinerer Rassen des Haushundes gegenüber größeren —, so ist ein Zurückstehen des Tigers hinter der Hauskatze (12,3) wohl verständlich. Ein so weiter Abstand, wie es die Berechnung nach der Körpermasse verlangt (1,7 gegen 8,0), erscheint aber nicht glaublich.

Nachdem also die Berechnungsweise sich so gut für die Tierwelt bewährt hat, liegt es nahe, sie auf verschiedene Menschen anzuwenden, z. B. auf den Unterschied von *Mann* und *Frau*. Trotz des offenbaren Widersinns des Vergleichs der absoluten Hirngrößen (durchschnittlicher Schädelraum der Frau 1300 ccm, durchschnittliches Hirngewicht 1219 bei 55 kg durchschnittlichem Körpergewicht) versucht man noch immer aus diesen Zahlen Schlüsse zu ziehen, oder auch, im umgekehrten Sinne, aus dem ebenso verfehlten Vergleich des Hirngewichts mit der Körpermasse (Mann 21,3, Frau 22,4). Der richtige Vergleich mit der Oberfläche ergibt für die Frau die Verhältniszahlen 90,0 bzw. 84,0. Das entspricht nach den oben angegebenen Zahlen für den Mann der durch *Marchand* festgestellten Tatsache, daß das mittlere Hirngewicht der Frauen etwas kleiner ist als das der Männer von *gleicher Körpergröße*, also auch *-oberfläche*. Jedenfalls ist dieser Unterschied nicht sehr von Belang. Es ist zum Vergleich der Seelentätigkeit dabei aber auch zu berücksichtigen, daß die der Frau in höherem Maße *Gefühlstätigkeit* ist als die mehr verstandesmäßige des Mannes.

Von hohem Wert würden auch vergleichende Berechnungen für die verschiedenen Menschenrassen sein. Für den männlichen *Neger* in Nordamerika werden 1330 ccm bei einer Körperhöhe von 170,7 cm als Durchschnitt angegeben. Auf das Körpermaß des Mitteleuropäers (64 kg Gewicht bei 168 cm Höhe) umgerechnet, würden danach bei einem Gewicht von 67,1 kg, also einer Oberflächenzahl von 16,5, auf eine Oberflächeneinheit des Negers 80,5 ccm Gehirn kommen, also wesentlich weniger als bei jenem mit 91,3. — Dem männlichen *Japaner* kommen nach japanischen Angaben etwa 1300 g Hirnmasse zu, oder, da diese nach *v. Bischoff* etwa 10 % kleiner ist als der Schädelraum, ein solcher von vielleicht 1440 ccm. Das Durchschnittsgewicht des Körpers

wird auf etwa 60 kg angegeben. Bei der daraus sich ergebenden Oberflächenzahl 15,3 würde ein Hirnverhältnis von 94,4 herauskommen, das ist merklich mehr als bei dem Mitteleuropäer. Danach brauchen wir uns nicht mehr zu wundern, daß die Japaner mit solcher unheimlichen Raschheit die praktischen Ergebnisse unserer Zivilisation sich angeeignet haben.

Geistig besonders hochstehende Japaner können noch größere Gehirne haben, z. B. Fürst *Katsura* 1600, dem wir etwa *Kant* mit 1650 gegenüberstellen können oder von höherer Statur *Bismarck* mit 1800. Damit kommen wir auf die Vergleichung der Hirngrößen einzelner Personen mit dem Durchschnitt. Diese Hirngrößen müßten also nach dem Quadrat der Körperhöhe auf die durchschnittliche Körpergröße umgerechnet werden oder mit dem Quadrat der dritten Wurzel aus dem Körpergewicht in Verhältnis gesetzt werden, um mit der durchschnittlichen Hirngröße verglichen werden zu können. Leider sind hier die Körpermaße nicht leicht zu beschaffen. Bei der Bezugnahme auf das Körpergewicht ist jedenfalls normale Gestalt vorauszusetzen, die aus der Körperlänge abzuleiten ist. Denn bei der Vergrößerung des kindlichen Körpers vermehrt sich nicht die Zahl der Nervenendigungen, z. B. der Druckpunkte, ebenso der Ausscheidungsorgane, etwa der Schweißdrüsen, sondern sie verstärken sich nur entsprechend; beim Dickerwerden durch Fettansatz rücken diese Punkte aber nur weiter auseinander, wie ja auch die Lebenstätigkeit bei dieser Massenvermehrung keineswegs erhöht wird.

Nach diesen Überlegungen können wir auch eine zuverlässige Vorstellung von der Bedeutung der Hirngröße vorweltlicher Menschen gewinnen, wenn neben dem Hirnraum ihre Körpergröße bekannt ist. Nach dem Funde des vorzüglich gebildeten männlichen Schädels von *Cro Magnon*, dem ein Schädelraum von 1590 cem zugeschrieben wird, glaubte man nach dieser den heutigen Durchschnitt der Europäer übertreffenden Hirngröße diesem vorweltlichen Menschen eine überragende geistige Vollkommenheit zuschreiben zu müssen. Sie vermindert sich aber beträchtlich, wenn wir nach der bedeutenden Körperhöhe von mindestens 180 cm die normale Oberfläche berechnen und zu der Hirngröße in Beziehung setzen. Wir kommen dann zu der Verhältniszahl 86,5 gegenüber 91,3 unseres heutigen Mitteleuropäers, als dessen Vorläufer wir mit *Wilser* diesen Menschen der Urzeit ansehen können, ohne uns eines geistigen Rückschritts schämen zu müssen, wenn der körperliche auch unbestreitbar ist.

Bei solchen vorweltlichen Funden sind wir durchweg und bei den Angaben über heutige Menschen vielfach auf den *Hirnraum* angewiesen. Es wäre vielleicht zweckmäßig, diesen durchweg statt des *Hirngewichts* in Rechnung zu stellen, nicht nur um die Vergleichung mit vorweltlichen Formen zu erleichtern, oder solchen gegenwärtigen, bei denen nur Schädelmessungen gemacht

werden konnten, sondern auch deshalb, weil die Hirnmasse mit dem Alter stark schrumpft, während der Schädel dem Wachstum des Gehirns folgt, ohne mit diesem zurückzugehen. Sonst würden bei dieser Bestimmung in höherem Alter verstorbene Menschen zu kurz kommen. Denn es handelt sich bei der Bewertung der Hirngröße nur um vorhandene Anlagen zu geistiger Tätigkeit, nicht um deren wirkliche Ausbildung. Wir müssen uns auch klar darüber sein, daß es sich bei der Bewertung der Hirngröße nur um die physiologische „*Arbeit*“, nicht um die psychologische „*Leistung*“ handelt, die bei geringerer Arbeit unter Umständen viel bedeutender sein kann als bei angestrenzter, wobei die besondere Bedeutung des großen Gehirns noch ganz außer acht gelassen wird. Allerdings ist klar, daß mit der Zunahme der Leistung und damit des *Erfolges für das Leben* auch die *Benutzung* des Gehirns zunimmt. Das wirkt vielleicht bei der Entwicklung des einzelnen Menschen und hat jedenfalls bei der Stammesentwicklung auf eine Vergrößerung des Gehirns hingewirkt. Damit behält die Bestimmung der *Hirngröße*, wenn wir sie richtig in ihrer Beziehung zur Oberfläche fassen, als *Maß der geistigen Arbeitsfähigkeit* ihren hohen Wert.

Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika¹⁾.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.

I. Der *Manihot*-Kautschuk, seine Kultur, Gewinnung und Präparation.

Wenngleich sich der von *Hevea brasiliensis* gewonnene Para-Kautschuk ohne Zweifel als der beste bewährt hat und die höchsten Preise von jeher erzielte, so steht neben ihm vielfach auch mit recht annehmbaren Werten der Kautschuk von *Manihot*arten. Insbesondere hat sich für Länder, in denen der Anbau von *Hevea* völlig ausgeschlossen ist, der von *Manihot* als sehr geeignet erwiesen. Dies gilt von Ostafrika, wo auf deutschem Boden die Anpflanzung dieses Produktes eine besondere Steigerung erfuhr. So nimmt es nicht wunder, daß die erste und grundlegende Zusammenfassung der auf dem Gebiet der *Manihot*-

¹⁾ Im vorigen Jahre war an diesem Orte (Naturw. I, 621) von der Produktion des natürlichen Kautschuks im allgemeinen die Rede, so wie sie sich insbesondere unter Berücksichtigung der reifwerdenden großen britisch-indischen Betriebe mit *Hevea* als Objekt heute und für die Zukunft stellt. Es sollte bald darnach weiter von der *Manihot*-Kautschukproduktion in Afrika berichtet werden. Über diese, auf die mich eigne lokale Kenntnisse und Arbeiten ohnedies besonders wiesen, erschien im Sommer 1913 das Zimmermannsche grundlegende Werk, zugleich brach aber auch in Ostafrika eine gefährliche Krisis im Kautschukbetrieb aus, deren Wesen sich erst heute einigermaßen übersehen läßt. Von ihr soll im zweiten Teil des oben beginnenden Aufsatzes die Rede sein. T.

Kautschuk-Produktion bisher erschlossenen wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen in Deutsch-Ostafrika entstand, und zwar ging das Werk aus der Feder von A. Zimmermann, Direktor des K. Biologisch-Landwirtschaftlichen Instituts Amani, hervor¹⁾.

Von den uns bisher bekannten 129 Arten der im wesentlichen brasilianischen Gattung *Manihot* (aus der Familie der Euphorbiaceen) kommen 4 als Kautschuk liefernde in Betracht. Es sind das: *M. Glaziovii* Müll. Arg. (Ceara-Kautschuk, *M. dichotoma* Ule (Jeequié-Kautschuk), *M. piauhyensis*, Ule (Piauhý-Kautschuk), *M. heptaphylla*, Ule (Sao Francisco-Kautschuk). Diese 4 Arten sind leicht zu unterscheiden, entweder nach der Form der Blätter oder auch nach den Früchten, für beide Fälle hat Zimmermann genaue Tabellen aufgestellt und Beschreibungen der Typen in größter Exaktheit gegeben.

Die Heimat dieser Pflanzen ist der südlich vom Amazonasstrom gelegene Teil von Brasilien. Nach Schätzungen sollen dort von *M. Glaziovii* über 700 t, von *M. dichotoma* 4—500 t, von *M. piauhyensis* 1000 t, *M. heptaphylla* 500 t im Jahre geerntet werden. Als Ausfuhrhäfen kommen Bahia, Fortaleza, Ilha Cajueiro, Maranhao und Cabedello in Betracht. Für alle Gegenden, in denen diese *Manihot* wachsen, ist die scharfe Trennung von Regen- und Trockenzeit bezeichnend: in Fortaleza z. B. ist Regenzeit von Februar bis Juni, Trockenzeit Juli bis Februar. Daher schreibt sich die für die Anbauggebiete wichtige Eigenschaft der *Manihot*kautschukbäume, größere Trockenperioden gut ertragen zu können. Diese Fähigkeit verleiht z. B. auch für Ostafrika den Bäumen den Vorzug vor der dort schlecht gedeihenden *Hevea*. Die verschiedenen *Manihot*arten sind sich darin nicht gleich, ihre Gebiete liegen ja auch etwas getrennt, *M. dichotoma* hat eine Regenzeit (zugleich heiße Zeit) von Oktober bis April, aber auch in diesen Monaten bleiben die Niederschläge öfter ganz aus. Man hat deshalb von dieser Art für besonders trockene Gegenden viel erhofft, doch sind diese Erwartungen, wenigstens hinsichtlich einer guten Kautschukproduktion der Bäume, nicht erfüllt worden, nur gingen auf solchen Lagen diese Arten eben nicht aus trotz mangelnder Niederschläge. Das Jahresmittel für die Gebiete der genannten *Manihot*arten ist etwa gleich groß (26—30° C.). Die Arten stellen alle keine großen Ansprüche an den Boden: *M. Glaziovii* wächst in ihrer Heimat oft auf felsigem Boden, *M. dichotoma* auf lehmigen Abhängen, *M. piauhyensis* in Sandsteingebirgen, *M. heptaphylla* auf schiefrigem Glimmerquarz am Flußufer. In den Kulturen Brasiliens sollen *M. dichotoma* und *piauhyensis* bevorzugt werden, für die erstere wird die Widerstands-

fähigkeit gegen Windbruch als Grund angegeben, doch widersprechen dem die Erfahrungen in Ostafrika. Dort wie in anderen Tropenländern ist lediglich *M. Glaziovii* mit Erfolg zur Verwendung in Kulturen gelangt, die beiden anderen eben genannten Arten wachsen anderwärts wenig gut und liefern geringen Kautschuk.

In Deutsch-Ostafrika, dessen Ausfuhr daran jetzt die Ausfuhr des gleichen Produktes von wilden Beständen aus Brasilien schon erreicht hat, sind seit 1900 Pflanzungen in größerem Umfang angelegt, 1907 wurde die Zahl der Bäume von *M. Glaziovii* in unserer Kolonie auf 5 Millionen geschätzt, 1911 über 20 Millionen, wovon 8,5 Millionen ertragfähig. Der Wert der 700 000 kg Ausfuhr betrug 1911 etwa 3½ Millionen Mark. Die Pflanzungen sind besonders in den Nordbezirken gelegen (Bezirke Tanga, Wilhelmstal, Pangani), ferner in Daressalam, Morogoro, Lindi und Moschi. Im allgemeinen reichen sie von der Ebene bis 400 m, am Kilimandscharo aber auch bis 1100 m Höhe hinauf.

Für die zur Verwendung in den Kulturen erwünschten, reich und guten Milchsaft liefernden Bäume scheint es keine bezeichnenden äußeren Rassenmerkmale zu geben, doch lassen sich die für Zapfung und Rentabilität nützlichen Eigenschaften, wie kräftiger Wuchs, nicht zu niedrige Verzweigung, reichlicher Fluß eines gut koagulierbaren und gutes Produkt liefernden Milchsaftes in den Pflanzungen durch rationelle und fortgesetzte Zuchtwahl fördern.

Zimmermann gibt auf Grund der Erfahrungen in der Kolonie Anweisung zur Pflanzungsanlage, die in Deutsch-Ostafrika überall da möglich scheint, wo zwischen 0 und 1500 m Seehöhe 800 mm Regen als Minimum und kein stagnierendes Wasser im Boden vorhanden ist. In das vorbereitete Land werden die Bäume meist im Quadratverband mit 4,5 m Abstand gepflanzt. Als Saatgut ist älteres vorzuziehen, jüngerer keimt unter Umständen erst nach Jahren. Die Samen werden vor der Aussaat angefeilt und in Wasser eingeweicht, dann aber vielfach direkt (also ohne Benutzung von Saatbeeten) ins Land ausgelegt. Es ist indes auch möglich, Pflanzen aus Stecklingen zu ziehen.

Im allgemeinen setzen die Anzapfungsmethoden eine gewisse Höhe (2—2,5 m) eines geraden, unverzweigten Stammes voraus. Dieser kann nicht etwa erzielt werden durch engeres Pflanzen, sondern wird durch Beschneiden am besten erhalten (in einer jetzt von Zimmermann erprobten Weise). Auf die näheren Angaben über Bodenbearbeitung, Zwischenpflanzung, Gründüngung sowie die noch wenig ausgeprobte Düngung soll hier verzichtet werden. Ebenso können die übrigens bisher in Ostafrika wenig wichtigen Krankheiten und Schädlinge, über die bei Zimmermann alles Nähere zusammengestellt ist, hier nicht näher erwähnt werden. Gedacht sei nur der z. T. baumbewohnenden Termiten, die die

¹⁾ A. Zimmermann, Der *Manihot*-Kautschuk. Seine Kultur, Gewinnung und Präparation. 342 S. 8°, mit 151 Textabbildungen. (Jena, G. Fischer, 1913. Preis 9 M.)

Stämme fortdauernd mit Erde verunreinigen, indem sie auf der Rinde ihre Gänge bauen, wodurch das Zapfen und Kautschuksammeln recht erschwert werden kann. Ein radikales Mittel gegen diese Insekten ist für Manihot noch nicht gefunden. Raupenringe usw. am Stamm haben sich nicht bewährt.

Für die Darstellung der Grundlagen der Zapfung, ihrer Methodik und Bedeutung, ist *Zimmermann*, von dem auch in Unterrichtskursen schon Pflanzler der Kolonie oft genug in diesen Dingen belehrt wurden, sehr anschaulich und pädagogisch, durch Abbildungen trefflich unterstützt, auf die botanischen Kenntnisse über Milchsaft und die ihn bergenden Elemente eingegangen. Der Milchsaft (Latex) findet sich in feinen kommunizierenden Röhren der Rinde, und zwar ihrer inneren an das Cambium, die Bildungsschicht für Rinde und Holz, angrenzenden Partie. Die Milchgefäße erscheinen (periodisch) in ringförmigen Schichten, bei denen in der Längsrichtung ein weitgehender Zusammenhang vorhanden ist, dagegen ein solcher zwischen den Schichten in radialer Richtung fehlt. Im Milchsaft fällt mikroskopisch bereits bei Manihot der Kautschuk in Gestalt von Stäbchen auf. Neben diesen kaum 1 μ breiten Gebilden von Trommelschlägerform erscheinen größere kuglige, die *Zimmermann* für Kerne zu halten geneigt ist, sowie kleinste Kügelchen. Der Saft, der beim Austreten schwach sauer reagiert, enthält nach ostafrikanischer Analyse neben dem erheblichen Anteil Wasser 18 bis 21 % Rohkautschuk, d. h. ein Gemenge von chemisch reinem Kautschuk $[(C_{10}H_{16})_x]$ mit Harzen, deren Menge noch nicht recht feststeht, stark schwankt, aber auch wohl von der Behandlung des Milchsaftes abhängig zu sein scheint. Es scheint, daß der Harzgehalt bei jungen Bäumen größer ist als bei älteren (bei einem 13 Monate alten Manihot betrug in Amani das Verhältnis von Harz zu Kautschuk 12,1 : 100). Der Milchsaft von Manihot enthält ferner reichlich Eiweißstoffe, offenbar mehr von diesen als andere Milchsäfte. Darauf beruht die leichte Fäulnis und das Auftreten üblen Geruches bei der Präparation. Der Milchsaft steht in den Gefäßen unter einem gewissen Druck und wird, wie *Zimmermann* durch Versuche nachgewiesen hat, bei Verwundung einer Stelle auf ziemlich bedeutende Entfernungen dieser zugeleitet. Nach einiger Zeit ist aber in den Wunden bei Neuanzapfung wieder Saftfluß zu erzielen, ja spätere Zapfungen liefern sogar mehr. In diesem für die Praxis natürlich sehr wichtigen Punkte gleicht Manihot der *Hevea brasiliensis*, für die ein „Wundreiz“ lange aus der Zapftechnik bekannt sowie experimentell erprobt ist. Dort wie bei Manihot handelt es sich übrigens keineswegs nur um die Menge des Saftes, die zunimmt (wobei allerdings die Konzentration geringer wird), sondern auch um die absolute Zunahme des Kautschuks. Das gilt übrigens auch für feuchte Witterung gegenüber

dem Ertrag trockener Tage. Offenbar findet Drucksteigerung bei feuchtem Wetter in allen Geweben statt. Das Aufhören des Flusses nach einiger Zeit ist wohl dem Ausgleich des Druckes und in den Gefäßen eintretenden Reibungen zuzuschreiben, die Wunde wird dann durch Koagulation verschlossen. Diese Koagulation ist der Vorgang, durch den aus dem Milchsaft der Rohkautschuk entsteht, und der im wesentlichen eine Zusammenballung der im Saft enthaltenen Kügelchen vorstellt. *Zimmermann* hat die hierüber herrschenden physikalisch-chemischen und kolloidchemischen Anschauungen sorgfältig zusammengetragen, doch kann auf diese (nicht für Manihot allein geltenden) Dinge nicht näher eingegangen werden. Übrigens ist keine der zurzeit vorhandenen Erklärungen für die Erscheinung völlig befriedigend. Ebenso wenig liegen klare Resultate vor, die den Einfluß der Koagulationsmethode auf die Zapf- und Präparationsmethodik zeigten.

Es gibt eine größere Zahl auch für Manihot schon angewandeter Methoden zur Kautschukgewinnung, von denen aber (wenigstens in Ostafrika) nur 2 in Betracht kommen, als wirklich rentable, die *Lewa-Methode* und die *Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode*. Die Lewa-Methode trägt ihren Namen von der Pflanzung Lewa in Deutsch-Ostafrika, auf der sie zuerst in größerem Maßstabe angewandt wurde. Sie hat als wichtigstes Kennzeichen das vorherige Bestreichen der Rinde mit einem Koagulationsmittel chemischer Art, um den Saft gleich beim Austreten zur Gerinnung zu bringen. Anfangs diente hierzu Zitronensäure, Saft von wilden Orangen, später zog man Essigsäure, Karbol und Gemische beider heran.

Zimmermann empfiehlt eine 2—3 proz. Lösung von Chlorcalcium. In die bestrichene Fläche werden kleine Einschnitte (etwa 5 mm tief) mit einem stemmeisenartigen Instrument ziemlich nah beieinander angebracht (Fig. 1 u. 2). Nach kurzer Zeit (während der in der Regel andere Bäume angezapft werden) läßt sich der beim Austritt gleich koagulierte Milchsaft auf den Wundflächen ablösen. Es geschieht das entweder unter Abpflücken der einzelnen Klümpchen oder (seit geraumer Zeit auf Anraten des Amanienser Instituts vielfach auch) indem die zäh klebrige Materie auf Holzkugeln aufgewickelt wird. Diese bieten den Vorteil, daß man von ihnen bequem mäßig gewölbte und daher leichter walzbare Kalotten und Kalottenteile abschneiden kann (Fig. 3). Die Kelway-Bamber-Sandmannsche Methode ist von der Gewinnung bei *Hevea* übernommen und erst später für Manihot herangezogen worden. Bei ihr wird der Milchsaft nicht auf dem Stamme koaguliert, sondern flüssig aufgefangen (Fig. 4). Eine Bahn für den Saft wird in Gestalt einer flachen Rinne am Stamme in der Längsrichtung vorgezeichnet, unten eine Metallrinne mit Auffanggefäß untergestellt und über der Rinne ein Tropfgefäß (Trichter usw.)

mit Wasser oder Ammoniaklösung angebracht. Die eigentliche Zapfung erfolgt innerhalb des Gebietes der flachen Rinne durch kleine tiefere Einschnitte, die in der Rinne herabträufelnde Flüssigkeit sorgt für die dauernde Fortbewegung des Saftes. Der Zweck des Tropfbeckers sollte sein: möglichst Verringerung des in der Rinne zurückbleibenden Saftes und dabei zugleich Verlangsamung des Wundverschlusses, also längerer Saftfluß. Nun betont aber *Zimmermann*, daß Verdünnung mit Wasser gerade die Koagulation des Saftes beschleunigt, und zeigt außerdem direkt

sultate haben sich die feuchtwarmen Tage erwiesen, größere Trockenheit setzt den Ertrag herab und veranlaßt am besten Aussetzen der Kautschukgewinnung, denn, wenn auch etwas Ertrag erzielt wird, so ist doch auch die in dieser Zeit dadurch verursachte Schädigung größer. Auch zu verschiedenen Tageszeiten ist der Milchsafterguß verschieden groß, am größten früh morgens. Die Zahl der Zapfungen, die an einem Baum vorgenommen werden dürfen im Jahre, ist nicht unbeschränkt: solche von 3—4 Jahren dürfen nicht mehr als etwa 30 mal im Jahre ge-

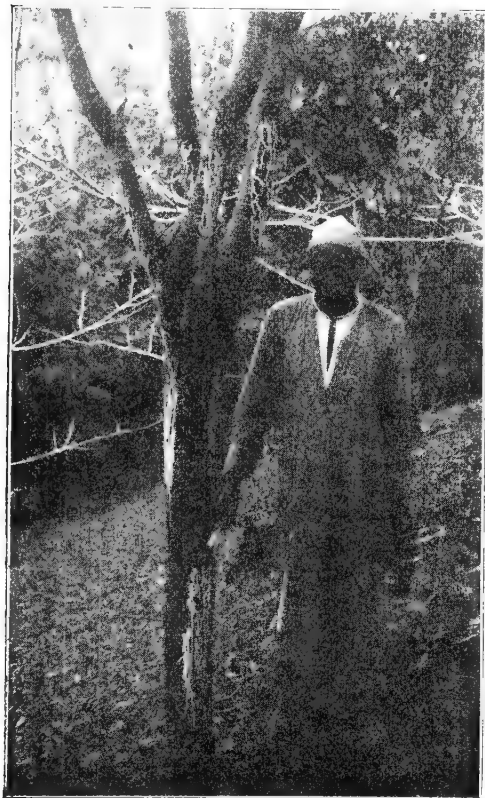


Fig. 1. 4 jähriger Stamm von *Manihot Glaziovii*, nach der Lewa-Methode gezapft.

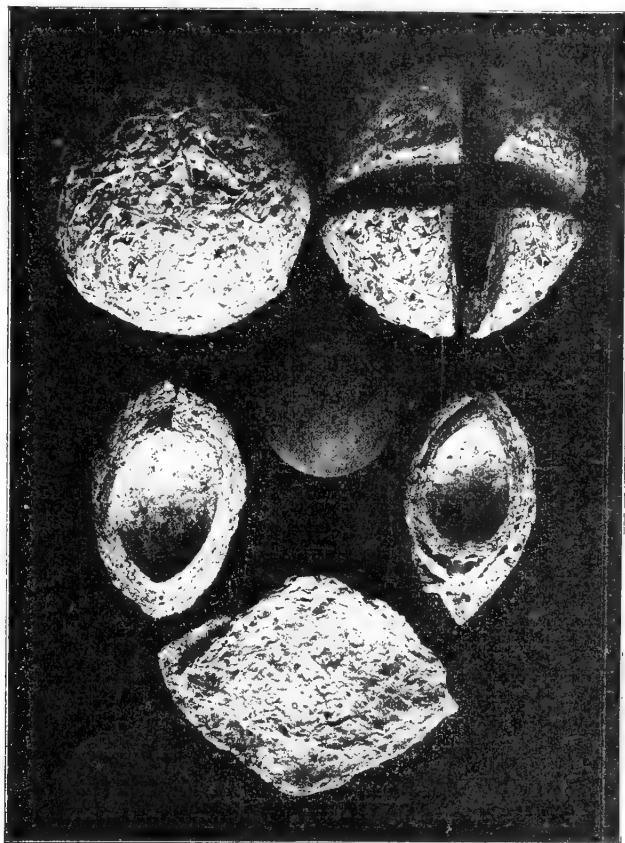


Fig. 2. Obere Reihe: Ball um eine Holzkugel gewickelt und aufgeschnitten. Mittlere Reihe: Holzkugel und ein Viertel der Kautschukhohlkugel, rechts in Schalenstücke zerlegt. Unten: zwei einzelne Schalenstücke, schwach ausgewalzt.

experimentell, daß Zapfungen ohne Tropfbecher in jeder Beziehung günstigere Resultate geliefert haben als solche mit Tropfbecher. Auch insgesamt sind die Erträge der Zapfungen (berechnet als Tagesleistung eines Zapfers und pro Baum und Jahr) nach dieser Methode, die obendrein komplizierter ist, weniger vorteilhaft als die nach der Lewa-Methode. Man beginnt zweckmäßig nicht vor einem erreichten Alter des Baumes von 1½ bis 2 Jahren mit dem Zapfen. Viele mangelhafte Erträge sind auf zu frühes Zapfen zurückzuführen. Am günstigsten für die Zapfungsre-

zapft werden. In Deutsch-Ostafrika ist durch zu frühes Anzapfen, zu gleichmäßige Inanspruchnahme der Bäume durch das ganze Jahr und durch zu große Zahl von Zapfungen überhaupt ebensoviel gesündigt und zur Verringerung der Erträge beigetragen worden, wie durch Anwendung falscher Methoden. Für diese Versuchsperioden sollte *Zimmermanns* Werk den endgültigen Abschluß bedeuten.

Für die Prüfung des Rohkautschuks pflegt man sich meist auf chemische Analyse zu stützen. Über die gebräuchlichen Methoden dabei ist Ge-

naueres bei *Zimmermann* verzeichnet. Doch betont dieser daneben auch die physikalischen Untersuchungsmethoden: Viskositätsbestimmung und mechanische Prüfung. Freilich sagen alle diese Feststellungen am Rohkautschuk wenig für die Wertbestimmung des später daraus gewonnenen Produktes, besonders des (durch die Mischung mit Schwefel entstandenen) sog. vulkanisierten Kautschuks. Bei der Beurteilung der Marktware wird aber der Rohkautschuk auf physikalische Eigenschaften geprüft, was demnach eigentlich belanglos ist.

Zweifelloos ist die *Präparation* des frischen Rohkautschuks von größter Wichtigkeit für den Ausfall der Ware. Die Meinungen, wie weit diese Aufbereitung von den Pflanzern selbst geschehen und wie weit sie erst in Europa ausgeführt werden soll, sind geteilt. *Zimmermann* tritt dafür

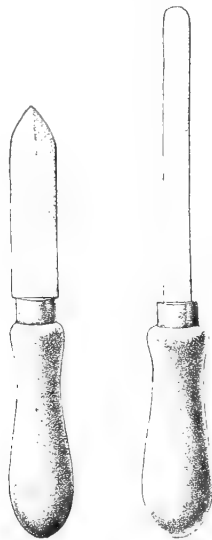


Fig. 3. Zapfmesser (für Lewa-Methode).

ein, daß auch die Versendung wenig präparierten Materials zuzulassen sei. Das Nötigste, was dazu (bei nach der Lewa-Methode gewonnenem Kautschuk) zu geschehen hat, ist folgendes: Der Kautschuk wird in etwas weniger dicke Stücke zerteilt (Bälle also zerschnitten), mit der Hand ausgepreßt, 1—2 Tage in fließendem oder mit Karbol versetztem Wasser gewässert (wodurch allerlei lösliche Stoffe, die zur Fäulnis beitragen könnten, entfernt werden) und dann in luftigem, nicht zu hellem und zu warmem Orte getrocknet. Licht und Wärme könnten ihn klebrig werden lassen. Etwa ansitzender Schimmel wird abgebürstet. So kann der Kautschuk versendet werden. Er bedarf natürlich noch der Reinigung. Vielfach ist es aber auch üblich geworden, den Kautschuk nach dem Abtrennen von den Holzkugeln, resp. die zerteilten Stücke durch ein Walzwerk gehen zu lassen, in das man zugleich fließendes Wasser läßt. Dann erhält man flachere Stücke von geringem Wassergehalt (also geringerer Fäulnisfähigkeit), diese werden eventuell auch noch in

kochendes Wasser getaucht, was auch die Haltbarkeit befördert. Jedenfalls kann von gleichmäßigen Platten ein etwaiger Schimmel leichter vollständig entfernt werden. Will man aber das kochende Wasser (etwa als nachteilig für physikalische Eigenschaften) vermeiden, so muß man sie 24 Stunden wässern in der oben angegebenen Weise. Zu einem vollständigen Waschen des Präparates gehören allerdings maschinelle Anlagen, vor allem Walzen mit geriffelter Oberfläche, die den Kautschuk gut fassen und zerreißen. Andere Maschinen gestatten dann den

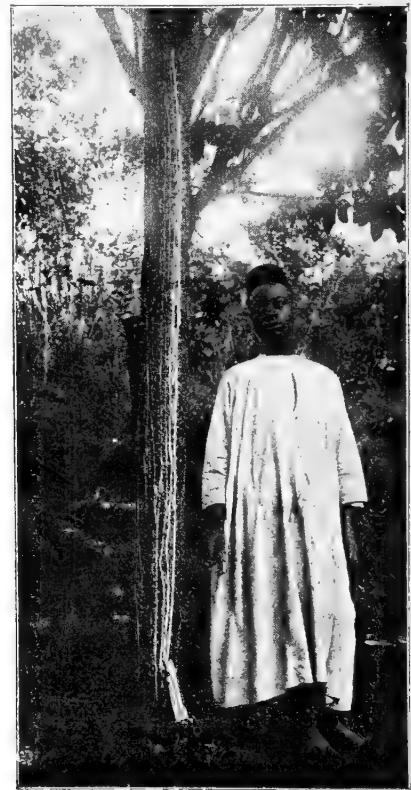


Fig. 4. Stamm von einem 6½ Jahre alten Baum von *Manihot Glaziovii* nach der Kelway-Bamber-Sandmannschen Methode angezapft.

dünn ausgewalzten Kautschuk nach dem Trocknen wieder in dickere Felle zusammenzupressen. Jedenfalls sind das umständlichere Anlagen, deren Beschaffung in Einklang stehen muß mit der Dringlichkeit des Gebrauchs und deshalb erwogen sein will. Auf die Methodik der Präparation des nach der Kelway-Bamberschen Methode gewonnenen Saftes sei hier nicht näher eingegangen, da die Methode für *Manihot* sich nicht bewährt hat. Der Hauptunterschied ist der, daß der aufgefangene Saft erst filtriert und (in flachen Schalen) koaguliert wird; geschieht das unter sorgfältigem Durchrühren, so erhält man glatte, gleichmäßige Felle. Auch diese Methode ist übrigens bei *Zimmermann* ausführlich behandelt. Neben den Vorschriften für alle Teile

des Verfahrens der Kautschukgewinnung von der Aussaat des Baums bis zur Versendung hat nun endlich *Zimmermann* auch die Kosten der Anlage in jedem Punkte beispielsweise vorgeführt. Uns interessiert hieraus am meisten das Fazit: eine auf 200 ha angelegte Pflanzung, auf der im ersten Jahr 30 ha, im zweiten 90, im dritten 50 mit Manihot Glaziovii bepflanzt werden, kostet im ersten Jahre rund 38 000 M., bis zum Schluß des zweiten Jahres rund 80 000 M., des dritten 125 000 M., des vierten 150 000 M., des fünften 215 000 M. In diesem Jahre käme mutmaßlich ein Ertrag von 50 000 in Abrechnung, der sich bei Zunahme der Kosten um ca. 70 000 M. im sechsten auf 115 000 M. und so weiter steigert, daß im achten Jahre das Anlagekapital zurückgezahlt und ein Gewinnüberschuß von 15 000 M. zu verzeichnen wäre.

Aber, das waren die Voraussetzungen der Jahre vor dem Sommer 1913! Wir werden sehen, wie die Verhältnisse nunmehr stehen. Sei dem wie es wolle, *Zimmermanns* Werk muß die Grundlage für den Manihotbau bleiben und kann erheblich zur Gesundung der Verhältnisse beitragen.

Besprechungen.

Dannemann, Friedrich, Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1910—1913. 4 Bde. 8°. — Bd. I: VIII, 374 S., 1 Taf., 50 Abb., geh. M. 9,—, geb. M. 10,—. Bd. II: VI, 434 S., 1 Taf., 116 Abb., geh. M. 10,—, geb. M. 11,—. Bd. III: VI, 400 S., 1 Taf., 60 Abb., geh. M. 10,—, geb. M. 11,—. Bd. IV: X, 509 S., 2 Taf., 70 Abb., geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Immer mehr bricht sich die Überzeugung Bahn, daß die Wissenschaftsgeschichte als eines der wichtigsten Bildungsmittel keineswegs die Vernachlässigung verdient, die ihr bisher im Unterrichte sowohl der Mittel- als auch der Hochschulen zuteil wurde. Getragen von dieser Überzeugung hat es der durch seine früheren Arbeiten auf diesem Gebiete rühmlich bekannte Direktor der Realschule zu Barmen unternommen, in dem vorliegenden, nunmehr zum Abschluß gelangten Werke die Entwicklung der gesamten Naturwissenschaften zur Darstellung zu bringen. Die Kühnheit eines solchen Unternehmens springt in die Augen, und man tritt zunächst mit einem gewissen Mißtrauen an ein Werk heran, in dem ein Einzelner es wagt, das Ganze der Naturwissenschaften zu umspannen. Doch das Mißtrauen schwindet bei dem Studium des Werkes und macht dem Gefühl der Bewunderung Platz für die enorme Arbeit, die hier geleistet worden ist, für die Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, mit denen der schier unermessliche Stoff ausgewählt, angeordnet und zu einem übersichtlichen Ganzen zusammengefügt wurde. Verfasser sieht mit Recht in der Wissenschaftsgeschichte einen wichtigen Teil der Kulturgeschichte und bestrebt sich überall mit Erfolg nach dem Vorbilde von *Whewell*, die Geschichte der Naturwissenschaften in ihrem Zusammenhang mit der allgemeinen Geschichte zu betrachten.

Zugleich soll das Werk gewissermaßen einen Rahmen für *Ostwalds* „Klassiker der exakten Wissenschaften“ abgeben, eine Sammlung von grundlegenden Abhandlungen aus den Gebieten der Mathematik, Astronomie, Physik, Mineralogie und Physiologie.

Der erste Band des Werkes führt von den Anfängen bis zum Wiederaufleben der Wissenschaften. Verfasser geht den Spuren der astronomisch-mathematischen, physikalischen, chemischen, technischen und medizinischen Kenntnisse bei den Ägyptern, Babyloniern, Indern und Chinesen nach, schildert die Entwicklung der Naturwissenschaften bei den Griechen bis zum Zeitalter des *Aristoteles*, würdigt den großen Stagiriten als eine der bedeutendsten Erscheinungen des Altertums und entwirft ein Bild der botanischen und mineralogischen Leistungen *Theophrasts*. Sodann wendet er sich dem Ausbau der reinen und angewandten Mathematik durch *Archimedes* zu, charakterisiert die erste Blüte der alexandrinischen Akademie, wirft einen Blick auf die Naturwissenschaften bei den Römern mit besonderer Berücksichtigung des *Plinius*, *Galen* und *Dioskorides* und beschäftigt sich mit den Verdiensten des *Ptolemäos* und *Strabo* um Astronomie und Geographie in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten. Mit der durch diese Forscher herbeigeführten zweiten Blütenperiode der alexandrinischen Schule war die Entwicklung der Wissenschaften im Altertum beendet. Es folgte die lange Zeit des Stillstandes und Verfalls der Wissenschaften zu Beginn des Mittelalters, deren Verfasser kurz gedenkt, um sodann dem arabischen Zeitalter eine eingehendere Betrachtung zu widmen. Dieser folgt ein Abschnitt, der sich hauptsächlich mit *Albertus Magnus*, *Roger Bacon* und *Konrad v. Megenberg* beschäftigt. Damit gelangt Verfasser an die Schwelle der Neuzeit, mit der das Wiederaufleben der Wissenschaft beginnt. In großen Zügen skizziert er die Bewegungen, die gegen den Ausgang des Mittelalters die europäische Menschheit ergriffen: die Wiederbelebung des klassischen Altertums und die durch die Entdeckungsreisen erfolgende Ausdehnung des geographischen Gesichtskreises. *Leonardo da Vincis* große Gestalt kommt hier am meisten zur Geltung. Ein besonderer Abschnitt ist der Begründung des heliozentrischen Weltsystems durch *Kopernikus* gewidmet, worauf der Band mit zwei Kapiteln über die ersten Ansätze zur Neubegründung der anorganischen und organischen Naturwissenschaften im 16. Jahrhundert abschließt.

Der zweite Band befaßt sich in der Hauptsache mit den im 17. Jahrhundert entstandenen Grundlagen der neueren Naturwissenschaft. Er beginnt mit der Erfindung der optischen Instrumente, des Mikroskops und des Fernrohrs, würdigt ausführlich *Galileis* grundlegende Schöpfungen, zeigt, wie sich das neue induktive Verfahren der Naturforschung in Italien und bald darauf auch in den nördlichen Ländern Europas ausbreitete, charakterisiert die Astronomie im Zeitalter *Tychos* und *Keplers*, schildert die Weiterentwicklung der Mathematik durch *Descartes*, *Fermat*, *Kepler* u. a., den Ausbau der Physik der flüssigen und gasförmigen Körper durch *Torricelli*, *Guericke*, *Boyle* und *Mariotte*, die Begründung der Chemie durch *Boyle* und den Ausbau der Botanik und Zoologie durch *Bauhin*, *Casalpini*, *Jungius*, *Tournefort* und *Ray*. Ein Abschnitt über die Begründung der großen wissenschaftlichen Akademien zeichnet in Kürze den allgemeinen geschichtlichen und kulturhistorischen Hintergrund, von dem sich die gewaltige Forschergestalt *Newtons* abhebt, dessen Lebensarbeit und Persönlichkeit ein um-

fangreiches Kapitel gewidmet ist. Ihm folgt ein Abschnitt über die Verdienste von *Huyghens* und anderen Zeitgenossen *Newtons* um Astronomie, Physik und Mathematik, worauf Verfasser zeigt, wie unter dem Einfluß der chemisch-physikalischen Forschung die Grundlagen der neueren Mineralogie und Geologie entstanden. Das Emporblühen der Anatomie und Physiologie durch *Harvey*, *Borelli* und *Malpighi*, die ersten Ergebnisse der mikroskopischen Erforschung der Tiere durch *Swammerdam*, *Malpighi* und *Leeuwenhoek*, die Begründung der Pflanzenanatomie und der Lehre von der Sexualität der Pflanzen durch *Malpighi*, *Grew* und *Camerarius* bilden den Gegenstand der drei nächsten Abschnitte. Sodann wendet sich das Werk dem weiteren Ausbau der Mechanik, Optik und Akustik zu, der an die Namen *Bernoulli*, *Euler*, *d'Alembert*, *Lagrange*, *Lambert* und *Chladni* geknüpft ist, sowie den durch *Halley*, *Bradley* u. a. herbeigeführten Fortschritten der Astronomie nach der Begründung der Gravitationsmechanik. Der Band schließt mit einem Kapitel über Mineralogie und Geologie im 18. Jahrhundert. *Werner* und *Hutton* kommen hier als Bahnbrecher zur Geltung.

Im dritten Band wird das Emporblühen der modernen Naturwissenschaften bis zur Entdeckung des Energieprinzips dargestellt. Wir lesen hier, wie *Franklin*, *Coulomb* u. a. die Grundlagen der Elektrizitätslehre errichteten, wie *Papin*, *Newcomen*, *Watt*, *Fahrenheit*, *Reaumur*, *de Saussure*, *Lavoisier* und *Laplace* praktische und theoretische Fortschritte auf dem Gebiete der Wärmelehre herbeiführten, wie *Linné* das künstliche System der Naturkörper schuf, wie *Hales* die physikalischen Methoden auf das Gebiet der Pflanzenphysiologie anwandte, wie *Kölreuter* und *Sprengel* die im 17. Jahrhundert begründete Sexualtheorie ausbauten, und wie *Trembley*, *Ledermüller*, *Wolff*, *Haller*, *Lieberkühn* und *Mekel* die Zoologie des 18. Jahrhunderts beeinflussten. Wir lernen den Anteil kennen, den *Monge*, *Poncelet* und *Steiner* an dem Ausbau der darstellenden und projektivischen Geometrie, *Fourier* und *Sturm* an der Entwicklung der Lehre von den Gleichungen, *Pfaff* und *Cauchy* an dem Fortschritt der Differential- und Integralrechnung, *Abel* und *Jacobi* an der Neugestaltung der Theorie der elliptischen Funktionen haben. Wir verfolgen die Entwicklung der wissenschaftlichen Chemie von ihrer Begründung durch *Boyle* über *Priestley*, *Scheele* und *Bergmann* bis zu ihrer Erneuerung durch *Lavoisier*, den Eintritt der Chemie in das Zeitalter der quantitativen Untersuchungsweise infolge der Arbeiten *Lavoisiers* und *Berthollets* und die experimentelle Begründung der atomistischen Hypothese durch *Dalton* und *Berzelius*. Wir nehmen Kenntnis von der Entdeckung der galvanischen Elektrizität durch *Galvani* und *Volta*, von der Begründung der Elektrochemie durch *Davy*, von der Erforschung der elektromagnetischen und elektrodynamischen Grunderscheinungen durch *Oersted*, *Seebeck*, *Ampère* und *Arago* und von der Entdeckung der Thermoelektrizität durch *Seebeck*. Wir nehmen im Geiste teil an dem insbesondere durch *Laplace* und *Herschel* bewirkten Aufschwung der Astronomie, an der Grundlegung der mechanischen Wärmetheorie durch *Rumford*, an den Fortschritten der Optik und dem Sieg der Wellentheorie des Lichtes im Gefolge der Arbeiten von *Young*, *Fresnel* und *Carnot*. Wir sehen, wie Chemie und Physik durch *Gay-Lussac*, Mathematik und Physik durch *Gauß* in engere Wechselbeziehungen treten, wie die physikalische Erdbeschreibung durch *Humboldt*

begründet wird, wie die Mineralogie unter dem Einfluß der chemisch-physikalischen Forschung durch *Mitscherlich* neue Bahnen einschlägt, wie die beiden *Jussieu* und *Decandolle* das natürliche Pflanzensystem aufstellen, wie *Knight*, *Ingenhousz*, *Saussure* und *Decandolle* die Pflanzenphysiologie auf Grund der neueren chemisch-physikalischen Forschung ausbauen und wie *Cuvier* die vergleichende Anatomie mit der Zoologie verschmilzt und Geologie und Paläontologie unter die Herrschaft der Katastrophenlehre bringt. Wir verfolgen endlich die Fortschritte, die auf dem Gebiete der Entwicklungslehre durch *Baer* herbeigeführt wurden.

Der vierte Band wird durch allgemeine Betrachtungen über die Bedeutung der Wissenschaftsgeschichte und über die Entstehung des Weltbildes eingeleitet und versucht dann zu zeigen, wie durch die Entdeckung neuer Tatsachen und Beziehungen auf allen Gebieten sowie durch das Hinwegräumen veralteter Vorstellungsbildnisse eine auf dem Energieprinzip beruhende Naturauffassung vorbereitet und geschaffen wurde. Was *Bessel* und *Encke* für die Astronomie, *Dutrochet*, *Regnault*, *Avogadro*, *Wheatstone* u. a. für die älteren Zweige der Physik, *Faraday*, *Ohm*, *Joule*, *Weber* und *Neumann* für die neuere Elektrizitätslehre, *Liebig*, *Wöhler*, *Mitscherlich* und *Bunsen* für die organische Chemie, *Liebig*, die Gebrüder *Weber* und *Johannes Müller* für die Physiologie, *Schwann*, *Schleiden* und *Nägeli* für die Zellenlehre, *Lyell*, *Ehrenberg* und *Darwin* für die Geologie leisteten, zieht an unserem geistigen Auge vorüber. Sodann schildert Verfasser die Ausdehnung des Energieprinzips auf sämtliche Naturwissenschaften durch *Mayer*, *Joule*, *Helmholtz* und *Clausius*, die durch *Pasteur*, *Dutrochet*, *Brücke*, *Weber*, *Ludwig*, *Claude Bernard*, *du Bois-Reymond*, *Steenstrup* u. a. herbeigeführten neueren Fortschritte in der Erforschung des organischen Lebens, die wissenschaftliche Begründung der Entwicklungslehre durch *Darwin* und den Ausbau der Lehre von der Bastardbildung durch *Mendel*. Weiterhin werden Geologie und Mineralogie unter dem Einflusse der chemisch-physikalischen Forschung behandelt, sowie die Entwicklung der Strukturchemie und der Systematik der chemischen Elemente, die an die Namen *Kekulé*, *Pasteur*, *Lothar Meyer* und *Mendeleeff* geknüpft ist. Endlich wird gezeigt, wie aus den Forschungen *Fraunhofers*, *Kirchhoffs* und *Bunsens* die Spektralanalyse hervorging, wie dieser in der Photographie ein mächtiger Bundesgenosse erstand, wie die physikalische Chemie von *Kopp* bis *Arrhenius* durch zahlreiche Forscher emporblühte, und wie *Helmholtz*, *Hertz* und *Maxwell* die theoretische und angewandte Physik förderten. Den Beschluß des Buches machen zwei Kapitel, die den Einfluß der Naturwissenschaft auf die materielle und geistige Kultur sowie die heutigen Aufgaben und Ziele der Wissenschaft behandeln.

Aus dieser kurzen Inhaltsübersicht ergibt sich die außerordentliche Reichhaltigkeit und Vielseitigkeit des Werkes, das dadurch den Bedürfnissen aller derer entgegenkommt, die durch Beruf oder Neigung in irgendwelchen Beziehungen zur Naturwissenschaft stehen, sei es als Lehrer, Techniker, Ärzte, Mathematiker oder Naturforscher. Für geschichtliche Einleitungen in mathematische und naturwissenschaftliche Hochschulvorlesungen bietet es eine zuverlässige Grundlage, und zur Belebung des Unterrichts an Mittelschulen einen geradezu unerschöpflichen Stoff von hohem pädagogischen Wert. Die Verlagsbuchhandlung hat das Werk, dessen vier Bände einzeln käuflich sind,

in musterhafter Weise ausgestattet, mit den Bildnissen von *Aristoteles*, *Galilei*, *Gauß* und *Helmholtz* geschmückt und zahlreiche interessante Abbildungen beigegeben, die den in schlichter Klarheit geschriebenen Text beleben. Der letzte Band enthält ein ausführliches Namen-, Sach- und Literaturverzeichnis.

So ist das Werk in jeder Hinsicht dazu angetan, das Interesse für die Geschichte der Naturwissenschaften in den weitesten Kreisen zu wecken und damit das Verständnis für die Naturwissenschaft der Gegenwart zu fördern. Möge dem Verfasser der Lohn für seine hervorragende Leistung durch eine weite Verbreitung seines verdienstvollen Werkes zuteil werden!

Walther May, Karlsruhe.

Crépin de Beauregard, P., Guide scientifique du géographe-explorateur. Ouvrage couronné par l'Académie des Sciences. Paris, Gauthier-Villars, 1912. Lex. 8°. X, 250 p. et 2 planches. Prix fr. 10,—.

Ein groß angelegter Plan, die Darstellung der bei einer Landesaufnahme notwendigen Arbeiten in einer für Geographen, Vermessungsoffiziere und Forschungsreisende leicht verständlichen Form, wird hier durchzuführen versucht. Das Buch ist aus einem rein praktischen Bedürfnis entstanden. Der Verfasser, der als französischer Staboffizier in den Kolonien größere Vermessungsarbeiten durchgeführt hat, will einerseits seine dabei gemachten Erfahrungen anderen zugute kommen lassen, andererseits aber auch allen denen, die keine Gelegenheit haben, sich praktisch unterweisen zu lassen, einen alle im Felde vorkommenden astronomisch-geodätischen Arbeiten erschöpfenden Führer an die Hand geben. Der Forscher soll die behandelten Methoden nicht bloß mechanisch anwenden, sondern soll auch soweit in die Grundlagen eingeweiht sein, daß er sich in solchen Fällen, wo die gewöhnlichen Mittel versagen, selbst helfen kann. Es sollte jedoch niemand die praktische Unterweisung durch einen Fachmann versäumen, da das geschriebene Wort niemals ein voller Ersatz dafür sein kann.

Über den Inhalt sei folgendes erwähnt. In dem ersten einleitenden Kapitel werden die Grundbegriffe der sphärischen Astronomie, insbesondere die Beziehungen zwischen Sternzeit und mittlerer Zeit erläutert. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Formeln der sphärischen Trigonometrie und Analysis wird dem Leser bei den kommenden Entwicklungen nützlich sein. Das II. Kapitel behandelt zunächst das bei astronomisch-geodätischen Arbeiten ausschließlich in Anwendung kommende Universalinstrument, die Bestimmung seiner Aufstellungsfehler und ihren Einfluß auf die Beobachtungen. Es wäre vorteilhaft gewesen, hier auch den Gebrauch des Nonius zu erläutern. Hieran schließt sich die Behandlung der Chronometer, ihre Vergleichung und Beurteilung. Das III. Kapitel behandelt die astronomischen Ortsbestimmungen, und zwar: die Bestimmung der Zeit aus Zenitdistanzmessungen von Sonne und Sternen; die Bestimmung der Breite aus Polarisbeobachtungen, aus Meridiandurchgängen und aus Zirkummeridianzenitdistanzen, wozu im Anhang die nötigen Tafeln gegeben werden; die Bestimmung des Azimuts eines Objekts aus Azimutmessungen von Sonne und Sternen; die Bestimmung der Länge mit Hilfe des elektrischen Telegraphen und durch Chronometerübertragung. Verfasser führt hier die Berechnungen oft mit einer maßlosen Genauigkeit aus. In den Beispielen zu den Zeit-, Breiten- und Azimutbestimmungen werden siebenstellige Logarith-

men angewandt, obwohl die Bogensekunde noch nicht verbürgt ist. Hier hätte darauf hingewiesen werden sollen, welche Anforderungen man an die Genauigkeit des Resultates stellen kann. Das IV. Kapitel ist geodätischer Natur; es werden Triangulation und Basismessung, die Berechnung der geographischen Koordinaten aus den geodätischen Angaben sowie die Höhenmessung behandelt. Das V. Kapitel gibt einen Überblick über die hauptsächlichsten Methoden der Kartenprojektion. Im VI. Kapitel wird gezeigt, wie man eine Triangulation durch astronomische Bestimmungen, insbesondere von Breite und Azimut, ersetzen kann. Endlich gibt das VII. Kapitel noch einen kurzen Abriss über das Nivellement.

Ein reichhaltiger Stoff, wobei allerdings mancher Gegenstand nur mehr gestreift wurde, da sich sonst nicht alles auf so engen Raum hätte zusammendrängen lassen. Die verschiedenen Methoden sind durch Beispiele aus den Kolonialvermessungen des Verfassers illustriert. Das Buch wird manchem einen guten Anhalt bei der Ausführung von astronomisch-geodätischen Arbeiten gewähren. A. v. Flotow, Potsdam.

Berry, A. J., The Atmosphere. The Cambridge Manuals of Science, No. 53. Cambridge, at the University Press, 1913. 8°. 146 S. Preis sh. 1,—.

In seiner Vorrede gibt der Verfasser als Aufgabe des Buches an, einen Bericht über die Entdeckungsgeschichte und über die Eigenschaften der Bestandteile der Atmosphäre zu geben; und zwar will er sich auf die chemischen und physikalischen Erscheinungen beschränken und hat daher die Meteorologie ganz außer Betracht gelassen. *Berry* hat diesen Plan in leichtverständlicher, ansprechender Darstellung durchgeführt. Mir will allerdings scheinen, als ob er sich — er ist Chemielehrer am Downing College — manchmal etwas in chemische Einzelheiten verliert. Die 5 Figuren sind chemische Versuchsanordnungen. Außerdem enthält das recht gut ausgestattete Werkchen noch die Bilder von *Cavendish*, *Boyle*, *Priestley*, *Black* und *Lavoisier*. Das Buch ist für englische Leser bestimmt. Man darf sich daher wohl nicht wundern, wenn oft fast nur englische Untersuchungen berücksichtigt und englische Theorien besprochen werden. Man wird sich aber nicht verhehlen dürfen, daß dadurch leicht ein falsches Bild von dem Entwicklungsgange entstehen kann.

Der Stoff wird in 11 Kapitel eingeteilt, deren Hauptinhalt hier kurz angegeben sei.

I. *Frühe Geschichte* gibt die Entwicklung der Physik der Atmosphäre von den ersten Anfängen seit *Galilei* durch *Torricelli*, *Pascal*, *O. v. Guericke*, dessen Verdienst sehr hervorgehoben wird, *Boyle*, *Dalton* und *Gay-Lussac*. II. *Die Chemie während der Phlogiston-Periode*. Hier wird der Wert der Theorie für die Entwicklung hervorgehoben, die am Schlusse der Periode die wertvollen Entdeckungen von *Priestley*, *Scheele* und *Cavendish* brachte. III. *Der Fall der Phlogiston-Theorie*. Außer den Arbeiten von *Lavoisier* und *Cavendish* wird die Atomtheorie von *Dalton*, die *Avogadro*sche Regel, die Atomgewichte von *Berzelius*, die Atomwärme von *Dulong* und *Petit* und das natürliche System der Elemente von *Mendeleeff* und *Lothar Meyer* besprochen. IV. *Die hauptsächlichsten Bestandteile der Atmosphäre*. Beim Stickstoff wird vor allem dessen Bedeutung für die Pflanzen und für den Boden hervorgehoben, beim Sauerstoff der Ozon, bei der Kohlensäure der Assimilationsprozeß sowie die Schwankungen des Kohlensäuregehalts, beim Wasser-

dampf die Eigenschaften der feuchten Luft, beim Ammoniak der Zusammenhang mit dem Regen. V. *Die neuere Ansichten über die Verbrennung*: Allgemeines über die gasförmige Verbrennung, hauptsächlich über die Entzündungstemperaturen und den Einfluß des Wassers. Ausführlich werden die Theorien über das Rosten des Eisens besprochen, vor allem die Einwirkung der Kohlensäure darauf. VI. *Die Konstanz der Zusammensetzung der Atmosphäre* enthält die kleinen Schwankungen des Sauerstoff- und Kohlensäuregehalts an verschiedenen Orten, die Messungen des Wasserdampfgehalts. Am Schlusse wird die Zusammensetzung der höheren Luftschichten besprochen, vor allem die Theorie des Koroniums und Geokoroniums. VII. *Das Entweichen von Gasen aus Planetenatmosphären nach der kinetischen Gastheorie*. Besprechung der Theorie von Stoney über die Argonatmosphäre des Mondes, die Stickstoffatmosphären der Venus, des Mars usw. VIII. *Die flüssige Luft*. Hier werden alle Arbeiten über die Verflüssigung der Gase, vor allem der permanenten Gase zusammengestellt. Hervorgehoben wird die Bedeutung der flüssigen Luft für theoretische und praktische Chemie und Physik. IX. *Die trägen (inerten) Gase der Atmosphäre* gibt die Geschichte ihrer Entdeckung und ihre Eigenschaften. Am Schlusse wird die Möglichkeit besprochen, daß das Helium zum Teil wieder in den freien Raum entweichen kann. X. *Radioaktivität der Atmosphäre*. Dieses Kapitel behandelt die spontane Ionisation, die Drahtversuche Elsters und Geitels, den Betrag der Radiumemanation in Luft und Wasser, sowie die allgemeinen Eigenschaften der Radium- und Thoremanation. Hervorgehoben wird z. B., daß der Wasserdampf der Atmosphäre wahrscheinlich der zersetzenden Wirkung der Emanation auf das Wasser seinen Ursprung verdankt. Zum Schluß wird eine Entwicklung der atmosphärischen Elektrizität, vom englischen Standpunkt natürlich, gegeben, wobei aber die Untersuchungen der letzten Jahre nicht berücksichtigt sind. XI. *Die wahrscheinliche Zusammensetzung der Atmosphäre in früheren geologischen Zeiten*. Englische Ansichten über den Kohlensäure- und Sauerstoffgehalt der primitiven Atmosphäre, Schätzung des Alters der Erde aus der Verbreitung des Heliums.

Zum Schluß fügt Berry eine Bibliographie bei von Werken, die von besonderem Interesse sind, oder in welchen gewisse der behandelten Themata ausführlicher besprochen werden. Der Autor betont selbst, daß die Zusammenstellung auf Vollständigkeit keinen Anspruch machen soll. Außer 27 englischen Arbeiten enthält diese Bibliographie 3 deutsche.

K. Kähler, Potsdam.

Birrenbach, H., *Die Stromversorgung der Großindustrie*. Berlin, Julius Springer, 1913. VIII, 194 S. und 27 Fig. Preis M. 5,—.

Die Versorgung der Großindustrie, zu der im Sinne von Großabnehmern auch die Straßenbahnen gehören, denen ein besonderer Abschnitt des vorliegenden Buches gewidmet ist, schafft für die Elektrizitätswerke die Grundbelastung, die eine Erniedrigung der Stromselbstkosten in größerem Umfange erst erreichen läßt.

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, die Grundlagen für die Tarifbildung zu untersuchen, die es ermöglichen, Großbetrieben in steigendem Umfang Strom zu liefern. Es ist allerdings unmöglich, die Tarifffrage in einer für alle praktischen Fälle gültigen Form zu lösen, und die auf Seite 20 des Buches gemachte Bemerkung, „daß eine einheitliche Behandlung der Großkonsumenten ein Unding ist, da jeder ein-

zelne Großbetrieb eine solche Zahl von Eigenheiten, welche für die Tarifffrage von der weitestgehenden Bedeutung sind, aufweist, daß eine gemeinsame, einheitliche, gerechte Behandlung durch einen einzigen Tarif vollkommen unmöglich ist“, und daß „deshalb, wenn ein Werk Großindustrie mit Erfolg versorgen will, mit jedem Konsumenten besondere Strombezugsbedingungen und Strompreise an Hand der jeweilig vorliegenden Betriebsverhältnisse vereinbart werden müssen“, ist für jeden Versuch, Großabnehmer zu gewinnen, in erster Linie zu beachten. Nicht nur die Verschiedenheiten in den Betrieben der Stromabnehmer, sondern ebenso sehr die verschiedenartigen Bedingungen, unter denen die Elektrizitätswerke Strom erzeugen, machen es unmöglich, allgemein gültige Regeln für den Verkauf der Elektrizität zu schaffen. Es kann sich nur darum handeln, die Grundlagen zu bestimmen, die allen Werken für die Ermittlung der Selbstkosten und damit der Preisbildung gemeinschaftlich sind. Aus dieser Erkenntnis heraus behandelt der Verfasser die Frage der Gestellungskosten der Elektrizität in Werken verschiedener Größen unter Zugrundelegung der Ergebnisse von bestehenden Zentralen und untersucht den Einfluß des Anschlusses der Großabnehmer auf die Selbstkosten der Werke. Im Anschluß hieran werden an Hand bestehender Tarife eingehende Vergleiche der Kosten von Anschlußanlagen an Elektrizitätswerke mit denjenigen von Einzelanlagen durchgeführt, wobei insbesondere Dieselmotoren und Gegendruck- und Anzapfturbinen mit Rücksicht auf ihre zunehmende Verbreitung berücksichtigt werden.

Man wird den Ausführungen des Verfassers im großen und ganzen zustimmen und das Buch beim Studium von Tariff Fragen vielfach mit Nutzen anwenden können. Eine Anzahl von sprachlichen Ungenauigkeiten und sachlichen Irrtümern hätte bei genauer Durchsicht wohl vermieden werden können.

E. Leyser, Berlin.

Krause, R., *Kurzer Leitfaden der Elektrotechnik für Unterricht und Praxis in allgemein verständlicher Darstellung*. Zweite, vermehrte Auflage. Berlin, Julius Springer, 1913. XI, 293 S. und 341 Fig. Preis geb. M. 5,—.

In der Reihe der zahlreichen Bücher zur Einführung in die Elektrotechnik steht das vorliegende Buch nicht gerade an erster Stelle. Der Verfasser ist bemüht, dem Leser die Lektüre so leicht wie möglich zu machen und hat zu einer Darstellungsweise gegriffen, die überaus breit und, was die Hauptsache ist, zum Teil recht unpräzise ist. Das völlige Verzichten auf eine mathematische Formel zwingt an vielen Stellen (z. B. bei der Erklärung der Phasenverschiebung S. 37) besonders umständliche Ausführungen zu machen. Ein Beispiel für die unpräzise Ausdrucksweise ist der Satz „Ein Wechselstrom ist ein elektrischer Strom, welcher seine Richtung in der Sekunde 80 bis 100 mal wechselt“ S. 32. Derartige Ungenauigkeiten finden sich an recht vielen Stellen.

Die ungewöhnliche Darstellung der Figuren fällt besonders in die Augen. Es ist vollkommen darauf verzichtet, die in der Elektrotechnik beim Zeichnen von Schaltungen allgemein eingeführten Schemata zu benutzen. Vielmehr sind die Figuren vom Verfasser nach den ihm als anschaulich dünkenden Regeln neu gezeichnet. So gibt er z. B. den elektrischen Meßinstrumenten einen Zeiger, der die Größe des Ausschlags anzeigt. Da wir aber Instrumente mit den verschiedensten Meßbereichen besitzen, so ist die Größe eines Ausschlags ohne Skala nichtssagend. Wei-

ter sind die Schaltungsschemata von Maschinenschaltungen so grotesk, daß sich jeder Elektrotechniker wird erst überlegen müssen, wie sie gemeint sind. Andere Figuren sind zeichnerisch verfehlt (z. B. Fig. 59) oder vollkommen nichtssagend (Fig. 64).

Trotz dieser Eigenschaften wird das Buch gekauft werden. Unter den Lesern eines derartigen gemeinverständlichen Buches gibt es immer eine große Zahl, die an einer derartigen „Amateurelektrotechnik“ Gefallen finden.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Kosaek, E., Elektrische Starkstromanlagen. Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. Kurzgefaßtes Hilfsbuch für Ingenieure und Techniker, sowie zum Gebrauch an technischen Lehranstalten. Berlin, Julius Springer, 1912. XI, 287 S. und 259 Fig. Preis geb. M. 7,—.

Das vorliegende Buch ist aus anderem Holz geschnitten als das Krausesche. Es beschränkt sich auf die Starkstromtechnik und gibt einen recht geschickt angelegten Überblick über dieses Gebiet in knapper, präziser Darstellung.

Im ersten Kapitel werden die Erzeugungsarten des elektrischen Stromes besprochen. Es ist hier besonderer Wert bei der Einführung von neuen Begriffen auf einfache Analogien gelegt, die recht geschickt gewählt sind. Bei Besprechung der Meßinstrumente und Meßmethoden sind die Methoden ausgewählt, die in Starkstromanlagen vorzukommen pflegen. Weiter folgen ausführliche Kapitel über Gleichstromerzeuger, Gleichstrommotoren, Wechselstromerzeuger, über Transformatoren, Wechselstrommotoren und Umformer. Dem Betrieb in den Zentralen sind die Kapitel über den Betrieb und die Untersuchung elektrischer Maschinen und Akkumulatoren gewidmet. Den Installateur wird speziell das Kapitel über elektrische Lampen interessieren. Den Schluß bilden Ausführungen über die Berechnung von Leitungsnetzen und die Zentralenschaltungen.

Die Ausführung der Figuren ist besonders bemerkenswert. Sie sind klar und übersichtlich gezeichnet und geschickt ausgewählt. Die Gefahr durch photographische Abbildungen von Maschinen usw. dem Buch etwas Katalogähnliches zu geben, ist dadurch vermieden, daß derartige Figuren überhaupt nicht aufgenommen sind.

Das Buch ist demnach in jeder Beziehung als Einführung in die Starkstromtechnik zu empfehlen. Der Verlag hat ihm eine recht würdige Ausstattung gegeben.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Ruhmer, Ernst, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung. Mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlentechnik. I. Teil *Funkeninduktoren*. Zweite neu bearbeitete und erweiterte Auflage mit 328 Abbildungen. Nikolassee bei Berlin, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, 1913. Preis geb. M. 7,50.

Ein Buch über die technischen Grundlagen der Röntgentechnik zu schreiben, wäre heute eine sehr dankenswerte Aufgabe. Außer dem französischen Werk von *Armagnat*, das heute veraltet ist und keine neue Auflage erlebt, ist nichts vorhanden. Die Arbeit wäre eine recht bedeutende; den ganzen Wust der vorhandenen Literatur kritisch zu sichten, heißt einen Augiasstall reinigen.

Der erste Teil des Ruhmerschen Buches enthält eine Besprechung der Funkeninduktoren. Eine Einleitung

behandelt die Grunderscheinungen des elektrischen Stromes, die für das Verständnis des Induktors nötig erscheinen. Dann folgt eine mathematische Theorie der Induktion. Im anschließenden Kapitel werden die physiologischen Induktionsapparate, die kleinen und großen Induktoren behandelt, ferner die Unterbrecher, Stromquelle und Nebenapparate. Das Material ist mit großem Fleiß zusammengetragen. Besonders zu erwähnen ist, daß im Gegensatz zur übrigen röntgentechnischen Literatur nicht nur die Fabrikate der eigenen Firma, sondern auch die aller anderen aufgenommen sind. Da aber keine Kritik geübt ist, so ist ein Buch entstanden, welches dem Katalog einer Röntgenfirma verzweifelt ähnlich sieht.

Das Ganze ist dabei für den Laien berechnet. Dem Physiker und Techniker sagt das Buch nichts Neues. Der theoretische Teil ist vollkommen in den Anfängen stecken geblieben und an vielen Stellen ist auf die Fortschritte der wissenschaftlichen Forschung der letzten Jahre nicht Rücksicht genommen. Das Buch entspricht demnach in seiner zweiten Auflage in keiner Weise dem oben skizzierten Ideal.

Der II. Teil des Werkes soll die spezielle Röntgenstrahlentechnik enthalten.

P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Auf eine Beziehung zwischen der chemischen Reaktionsfähigkeit und der Gestalt fester Körper macht *G. Reboul* aufmerksam. Die Wirkung eines Gases auf einen festen Körper hängt nämlich von dessen Form ab und ist dort am größten, wo seine Oberfläche die größte mittlere Krümmung besitzt. Hat der Körper eine scharfe Spitze, so wird diese zunächst angegriffen und übt eine Schutzwirkung über den in ihrer Nähe befindlichen Teil des Körpers aus. Diese Erscheinung tritt auch bei zwei Körpern von verschieden gekrümmter Oberfläche auf, z. B. bei zwei Metallzylindern. Wird ein Kupferdraht von 1,5 mm Durchmesser in einem Apparat von 0,20 mm Druck 30 Minuten lang der Wirkung von Chlorschwefel ausgesetzt, so nimmt es eine indigoblaue Farbe an. Spannt man aber neben ihm einen Draht von 0,15 mm Durchmesser aus, so schützt ihn dieser, und er wird während der 30 Minuten gar nicht angegriffen. Dagegen übt ein Draht von gleicher Stärke keinerlei Schutzwirkung aus. Der Vorgang verläuft so, als ob die aktive Substanz von den Punkten mit kleinem Krümmungskreis angezogen würde. Ihre Schutzwirkung ist daher um so ausgedehnter, je kleiner der Gasdruck der wirkenden Substanz ist. Für Druck von $\frac{1}{20}$ mm erstreckt sie sich bis auf Entfernungen von mehreren Zentimetern. Die Erscheinung findet ihre Erklärung in dem Umstande, daß die Gasatmosphäre an den Punkten größter Krümmung am stärksten konzentriert ist. (*C. R.* 1376, 1913.)

Über die Größe der jährlichen Verdunstung auf Seen im nördlichen Alpengebiet hat *J. Maurer* eingehende Messungen angestellt. Zu diesen Verdunstungsbestimmungen dienten der Zuger und der Ägerisee, die beide abgestaut und in fast undurchlässigem Gestein liegen. So war es nur nötig, die Zuflüsse zu diesen Seen zu messen und ihre Höhenänderungen festzustellen. Bei dem Zuger See, der 38 qkm Oberfläche besitzt, ändert ein Unterschied im Zufluß um 1 cbm

per Sekunde die Höhe des Seespiegels um $2\frac{1}{4}$ mm pro Tag; bei dem nur $7\frac{1}{4}$ qkm großen Ägerisee bewirkt ein solcher Unterschied eine Höhenänderung von 12 Millimeter. Die während eines ganzen Jahres vorgenommenen Messungen ergaben im November und Dezember für den Zuger See eine Verdunstung von je 35 mm. Der Ägerisee zeigte im November eine gleich große Verdunstung, dagegen betrug sie im Dezember nur 25 mm. Die gesamte Verdunstung während des Beobachtungsjahres (Dezember 1911 bis November 1912) betrug für den Zuger See 775 mm und für den Ägerisee 740 mm. (*Metcor. Z.* 30, 209, 1913.)

Das für die Bestimmung der Absorptionskoeffizienten von Gasen erforderliche **kontinuierliche Spektrum im Ultravioletten** hat man bisher auf die Weise hergestellt, daß man im Wasser zwischen Aluminiumelektroden Funken überspringen ließ. Diese hatten aber nur eine Länge von weniger als $\frac{1}{2}$ mm, so daß eine lange Expositionsdauer erforderlich war, die bei Gasen fast eine Stunde und für Lösungen bis zu 7 Stunden betrug. *Victor Henri* benutzt zur Herstellung der Funken Ströme hoher Frequenz, wie man sie bei Tesla- und d'Arsonval-Versuchen anwendet. Dadurch erzielt er Funken von 4 bis 5 mm Länge unter Wasser und kann die Expositionsdauer auf 30 bis 60 Sekunden abkürzen. Das kontinuierliche Spektrum erstreckt sich bei dieser Methode bis zu Wellen von 2150 Angström-Einheiten. (*Physik. Ztg.* 14, 516.)

Ein einfaches Verfahren zur **Darstellung von Argon** hat *J. Stark* angegeben. Hierzu dient der in Bomben erhältliche käufliche Sauerstoff. Dieser wird in der Regel aus flüssiger Luft dargestellt, indem man aus dieser den Stickstoff bis auf wenige Prozent abdampfen läßt. Da der Siedepunkt des Sauerstoffes bei Atmosphärendruck (-183°) dem des Argon sehr nahe liegt (-187°), so enthält der zurückbleibende Sauerstoff mehr Argon als gewöhnliche Luft, nämlich ungefähr 4 % A neben 6 % Stickstoff. Fügt man zu diesem Gemisch Quecksilberdampf und läßt es dann von einem Glimmstrom durchfließen, so wird hierdurch sowohl der Sauerstoff wie der Stickstoff aktiviert. Beide Gase verbinden sich mit dem Quecksilberdampf zu Quecksilberoxyd und Quecksilbernitrid und da diese beiden Stoffe sich auf der Glaswand absetzen, so bleibt Argon allein im Rohr zurück. Das auf diese Weise erhaltene Argon läßt sich in kurzer Zeit so rein darstellen, daß sein Spektrum keine Spur von Sauerstofflinien mehr aufweist. (*Physik. Z.* 14, 497.)

Um **abgeschnittene Blumen möglichst lange frisch zu erhalten**, soll man sie nach den Versuchen von *Fourton* und *Ducomet* in Lösungen stellen, welche hinsichtlich ihres *osmotischen Druckes* dem Zellsaft der Blumen möglichst nahe kommen. So soll man Nelken in eine 15 proz. Zuckerlösung einsetzen, Rosen in eine halb so starke Lösung und spanischen Flieder in eine 12 proz. Zuckerlösung, der $\frac{1}{100}$ % Mangansulfat zugesetzt ist. (*Scient. Am.* 108, 488.)

Bei Quecksilberdampflampen aus **Quarz** bereitet die Verwendung des **Platins** zu den Zuleitungen Schwierigkeiten, da die Ausdehnungszahl des Platins 9×10^{-6} beträgt, die des Quarzes aber nur $0,5 \times 10^{-6}$. Die Ausdehnungszahl des Wolframs, $3,5 \times 10^{-6}$, liegt diesem Wert viel näher, so daß es sich besser zum Ein-

schmelzen in Quarz eignet. Man umschmilzt den Wolframdraht zunächst mit Borosilikatglas und schaltet zwischen dieses und die Quarzröhre eine Reihe von Gläsern mit allmählich abnehmender Ausdehnung ein. So ist es möglich die Verwendung des teuren Platins zu umgehen. (*Scient. Am.* 108, 467.)

Schriftfälschungen soll man nach *R. W. Wood* mittels **ultravioletten Lichtes** leicht feststellen können. In Schriftstücken (z. B. in Schecks oder in Testamenten) ist der ursprüngliche Wortlaut durch chemische Mittel manchmal in so geschickter Weise entfernt, daß man auch durch gute Lupen die Fälschung nicht aufdecken kann. Wird aber ein solches Schriftstück mittels ultravioletten Lichtes photographiert, so erscheint an der Stelle, welche mit dem chemischen Mittel behandelt war, ein Schmutzfleck, der bei gewöhnlichem Licht unsichtbar ist. Dies zeigt dann an, daß an der betreffenden Stelle ursprünglich andere Schriftzüge vorhanden gewesen sind, die künstlich entfernt wurden. (*Scient. Am.* 108, 475.)

Eine **gute Holzkonservierung** soll der *Marr-Prozeß* ergeben: Man mahlt Diatomeenerde (Kieselgur) so fein, daß 92 % davon durch ein Sieb von 200 Maschen (auf den Zoll) gehen. Dies rührt man in eine Mischung von Paraffin und Naphtalin und läßt das Holz in dieser Mischung 4 Stunden lang stehen. Dann ist es bis zur Mitte davon durchdrungen und vermag dem Angriff der Bohrmuscheln im Meere ebenso zu widerstehen wie der Fäulnis. Nägel halten darin besser fest und rosten nicht. Dazu ist das Verfahren wenig kostspielig. (*Scient. Am.* 108, 401, 1913.)

In gewissen farbigen Mineralien, besonders in einigen Glimmerarten, zeigen sich kreisförmige Flecke von pleochroischer Färbung, die durch Ausstrahlung von radioaktiven Partikelchen entstanden sind. Diese Partikelchen haben durch ihre α -Strahlung im Laufe der Zeiten einen kugelförmigen Raum in dem sie umschließenden Mineral gefärbt, so daß auf der Bruchfläche ein Kreis als Schnitt dieser gefärbten Kugel erscheint. Wenn die eine solche Färbung bewirkende Substanz aus Uran besteht, so ist der äußerste Ring der Färbung durch die am weitesten reichenden Strahlen RaC hervorgerufen, und beim Thorium durch die Strahlen ThC. Von *J. Joly* und *E. Rutherford* sind nun diese **pleochroischen Kreisflecke** in den Gesteinen benutzt worden, um deren **Alter zu bestimmen**. Zu diesem Zwecke haben sie an einem braunen Glimmer (Haughtonite), der aus dem späten Silur oder aus dem frühen Devon stammt, künstliche Färbungsversuche mit einer bestimmten Menge von Radiumemanation (25 Millicurie) vorgenommen. Die erzielte Wirkung haben sie dann mit den natürlichen Farbflecken in bezug auf die Ausdehnung und die Menge der erzeugenden Substanz verglichen. Die für das Alter der natürlichen Farbflecke erhaltenen Werte schwanken zwischen 20 und 470 Millionen Jahre. Da die niedrigen Werte aber weniger zuverlässig sind, so ergibt sich als untere Grenze für das Alter des *frühen Devons* die Zeit von *400 Millionen Jahren*. (*Phil. Mag.* (6) 25, 644, 1913.)
A. Mahlke, Hamburg.

Berichtigung.

Der Dokortitel vor meinem Namen in Heft 10 ist ohne mein Zutun gesetzt worden. *Prof. Steinhäuff.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
APR 11 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 13.

27. März 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. II. Von *Dr. R. Seeliger, Charlottenburg.* S. 309.

Seuchen-, insbesondere Malaria-Bekämpfung in Jerusalem. Von *Prof. Dr. P. Mühlens, Hamburg-Jerusalem.* S. 314.

Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika. Von *Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.* S. 319.

Bericht über den IX. Internationalen Physiologenkongress in Groningen 2.—6. September 1913. Von *Dr. Ernst Laqueur, Groningen.* S. 321.

Antarktische Probleme. Referat von *Dr. H. Michaelson, Berlin.* S. 325.

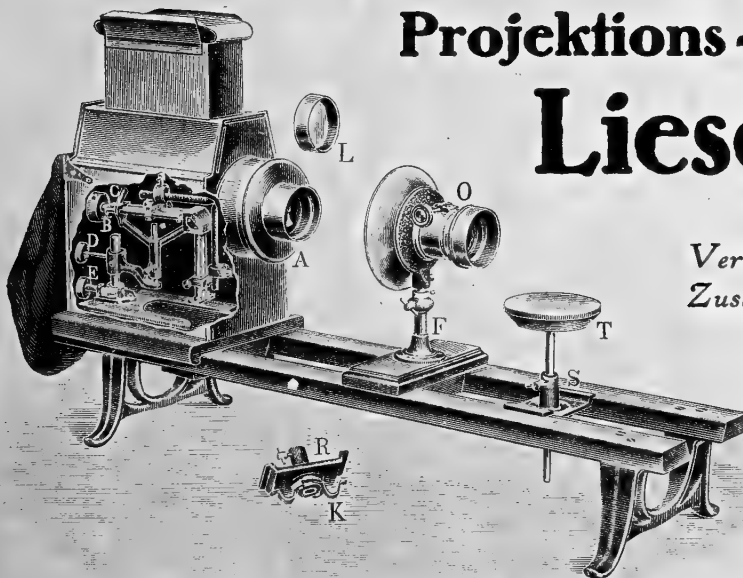
Zuschriften an die Herausgeber:

Beobachtungen über Röntgenstrahlinterferenzen. Von *M. v. Laue* und *J. Steph. van der Lingen.* S. 328.

Bemerkung zu dem Aufsatz von Holle „Gehirn und Seele“. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 329.

Besprechungen. S. 330.

Kleine Mitteilungen. S. 332.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

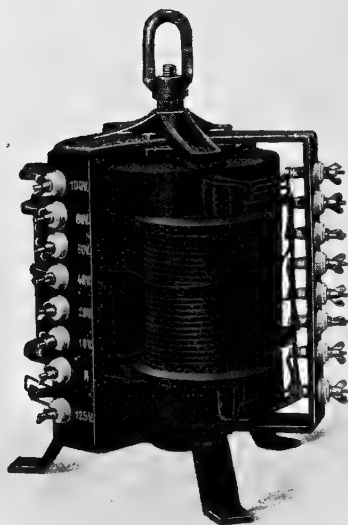
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Die Erleichterung der Anschaffung groß. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungs-Bedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschien:

Der Kiefernspanner (Bupalus piniarius L.)

Versuch einer forstzoologischen Monographie mit Berücksichtigung der bemerkenswerten, mit dem Kiefernspanner vergesellschaftet auftretenden Spannerarten, sowie der vergleichenden Parasitologie der als KiefernSchädlinge wirtschaftlich wichtigen Großschmetterlinge.

Von Dr. Max Wolff

(Aus der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des Kaiser-Wilhelms-Instituts für Landwirtschaft in Bromberg.)

Beiheft zur Zeitschrift für Forst- u. Jagdwesen. 1913
Mit 7 Tafeln u. in den Text gedruckten Abbildungen

Preis M. 9.—

Für Abonnenten der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen M. 7.—

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin S. II — IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G. Siemensstadt: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

27. März 1914.

Heft 13.

Moderne Anschauungen über die Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren. II.

Von Dr. R. Seeliger, Charlottenburg.

Im ersten Teil haben wir uns mit der Theorie sozusagen der einzelnen Spektrallinie beschäftigt und haben dabei absichtlich zunächst die Tatsache außer acht gelassen, daß die Spektren der Elemente stets eine größere Anzahl derartiger Linien enthalten und daß ferner in vielen der bekannten Spektren diese Linien in gesetzmäßiger Weise, in den sogenannten Serien, angeordnet sind. Hier, wo es uns um die Theorie dieser Serien zu tun ist, wollen wir nun im allgemeinen gerade den entgegengesetzten Standpunkt wie im ersten Teil einnehmen; wir wollen die dort besprochenen Schwierigkeiten zunächst auf sich beruhen lassen und uns fragen, wie ein Oszillator, der ein Linienspektrum emittiert, beschaffen sein muß, damit diese Linien in der genannten Weise angeordnet sind. Natürlich treten bei der Lösung des allgemeinen Problems einer Erklärung der Serienspektren alle in der Theorie der einzelnen Spektrallinie vorhandenen Schwierigkeiten auch wieder auf; doch schien mir eine derartige idealisierende Zweiteilung der Fragestellung berechtigt, weil wir noch nicht im Besitz einer alles umfassenden Theorie sind und einer Lösung am ehesten durch die Behandlung der einzelnen Teilprobleme näher kommen können. Naturgemäß wird sich trotzdem hier des öfteren Gelegenheit bieten, auf den ersten Teil dieses Berichtes zurückzukommen.

§ 7. In ähnlicher Weise wie im ersten Teil wollen wir zunächst aus dem außerordentlich ausgedehnten Beobachtungsmaterial dasjenige herausuchen, was wir als das Wesentliche für eine Theorie halten. Es genügt, wenn wir uns dem gegenwärtigen Stand der Theorie und dem hier Angestrebten entsprechend, dabei auf das *prinzipiell* Wichtigste und Einfachste beschränken, und nur die in den Serienformeln selbst zutage tretenden Gesetzmäßigkeiten betrachten, also auf die Beziehungen zwischen den verschiedenen Serien, die Kombinationsregeln und dgl. nicht näher eingehen. Man hat gefunden, daß sich in den Linienspektren vieler Elemente Linien zu Gruppen derart zusammenfassen lassen, daß man die Lage der in einer solchen Gruppe (Serie) vereinigten Linien in einfacher Weise durch eine Formel, die Serienformel, angeben kann. Dabei ist es wesentlich, daß die Linien einer Serie derart nicht nur durch den mathematischen Ausdruck der Serienformel zusammengefaßt sind — man könnte

in diesem Fall namentlich in linienreichen Spektren sonst lediglich an eine Art von Zahlenspielerien denken —, sondern daß sie ihre *physikalische* Zusammengehörigkeit durch mancherlei Umstände, gleiches oder ähnliches Aussehen, ähnliches Verhalten im Magnetfeld usw. dokumentieren. Alle diese Serienformeln haben nun das gemeinsame, daß sie die *Frequenzen* der zusammengehörenden Linien durch einen einfachen mathematischen Ausdruck wiedergeben, der neben einigen Konstanten einen diskontinuierlichen Parameter n , die Laufzahl, enthält, derart, daß man für aufeinanderfolgende ganzzahlige Werte von n der Reihe nach die Frequenzen der einzelnen Linien der Serie erhält; ferner ist noch zu bemerken, daß eine Serie sich weder nach der roten noch nach der ultravioletten Seite hin ins Unendliche erstreckt, sondern daß sie, beginnend mit einer Linie entsprechend dem kleinsten Wert der Laufzahl, unter stetiger Abnahme des Abstandes zweier aufeinander folgender Linien, nach violett zu in einem dem Wert ∞ der Laufzahl entsprechenden Endglied ausläuft. Sie setzt sich also, obwohl sie nur einen endlichen Frequenzbereich umfaßt, wenigstens theoretisch aus einfach unendlich vielen Linien zusammen und wir wollen dies, obgleich man naturgemäß stets nur eine endliche Zahl von Gliedern kennt (z. B. bei der längsten bekannten Serie, der Hauptserie von Natrium, 48) für das Folgende als der Wirklichkeit entsprechend annehmen. Zur Illustration sei hier endlich noch eine solche Serienformel als Beispiel angeführt, nämlich die in geschlossener Form dargestellte von *Rydberg*

$$\nu = A + \frac{N}{(m+n)^2}$$

in der A , N und m Konstante und n die Laufzahl ($n = 1, 2, 3, \dots \infty$) ist. Da es sich nun bei der Erklärung der Serien um Theorien im mathematischen Sinne handelt, man also den Serienformeln nicht nur etwa den Rang interpolatorischer Näherungsformeln zugestehen, sondern sie fürs erste als streng richtig ansehen muß, so ist die Frage von Wichtigkeit, was für die Art der Anordnung der Linienfrequenzen in diesen Serienformeln in mathematischer Hinsicht charakteristisch ist. Bei der Verfolgung dieser Frage kommt man nun dazu, daß die folgenden zwei allgemeinen Forderungen zu stellen sind: 1. Es ergeben sich einfache Ausdrücke stets für die *erste* Potenz der Frequenzen und 2. die Frequenzen haben eine im *Endlichen* gelegene *Häufungsstelle*. Ich möchte diese beiden vielleicht etwas abstrakten Sätze deshalb gewissermaßen als

das Resumé aller experimentellen Erfahrung hinstellen, weil ich glaube, daß jeder Versuch einer Theorie eben diese beiden Sätze in erster Linie wird berücksichtigen müssen. Sollte es erst gelungen sein, ein physikalisch verständliches Modell zu finden, dessen Strahlung diesen genügt, so kann es dann nur noch eine Frage des speziellen Ausbaus sein, die weitere Übereinstimmung mit der Wirklichkeit herbeizuführen; wir werden in der Tat sehen, daß es gerade diese beiden Forderungen sind, welche der Theorie prinzipielle Schwierigkeiten bereiten.

§ 8. Die Kardinalfrage des Problems der Serienspektren ist nun die nach der Konstruktion eines Oszillators, welcher elektromagnetische Wellenstrahlung derart emittiert, daß die Frequenzen dieser Strahlung in der gewünschten gesetzmäßigen Weise angeordnet sind. Dabei kann man a priori zweierlei verschiedene Auffassungen der Serien als Grundlage wählen: Entweder man nimmt an, alle Linien einer Serie werden gleichzeitig von demselben Oszillator emittiert oder sie werden nacheinander bzw. von verschiedenen Oszillatoren emittiert. Im ersteren Fall ergibt sich weiter entweder die Möglichkeit, sich die Frequenzen der einzelnen Serienglieder identifiziert zu denken mit den Eigenfrequenzen eines geeignet gebauten Oszillators, oder man kann sich die Gesetzmäßigkeit durch eine geeignete Koppelung solcher Oszillatoren hereingebracht denken; im zweiten Fall ist es naturgemäß notwendig, von vornherein durch irgendwelche einschränkenden Annahmen die überhaupt möglichen Schwingungszustände der Oszillatoren — von denen nunmehr also jeder jeweils nur eine Frequenz liefert — in gesetzmäßiger Weise auszuwählen.

Schon infolge der Analogie mit ähnlichen Problemen anderer Zweige der Physik, z. B. der Akustik, liegt wohl die erste der oben angeführten Möglichkeiten am nächsten, nämlich die, einen Oszillator sich in der Weise konstruiert zu denken, daß seine Eigenfrequenzen in der gewünschten Anordnung auftreten. Es läßt sich nun für eine große Klasse solcher Oszillatoren, nämlich für alle nach Art elastischer *Continua*¹⁾ schwingenden, von vornherein sagen, daß ihre Verwendung für die Lösung unseres Problems aussichtslos ist; für alle derartigen Oszillatoren — mögen sie nun elastischen oder elektromagnetischen Schwingungen als Träger dienen — werden nämlich die Eigenfrequenzen letzten Endes bestimmt durch eine partielle Differentialgleichung zweiter Ordnung von der Form

$$\Delta u + k^2 u = 0.$$

Die Eigenfrequenzen sind direkt gegeben durch die Eigenwerte dieser Gleichung. Nun

¹⁾ Es sei hier nebenbei bemerkt, daß sich diskontinuierlich aufgebaute Gebilde, wie z. B. der Debijesche oder der Born-Karman'sche feste Körper in dieser Beziehung natürlich anders verhalten.

hat *Poincaré* gezeigt, daß man durch keinerlei feste Randbedingungen es erreichen kann, daß die Eigenwerte eine Häufungsstelle im Endlichen haben; dasselbe gilt also auch von den Eigenfrequenzen, d. h. diese erfüllen die erste der am Schluß von § 7 angegebenen Forderungen nicht. Da naturgemäß in der Anlehnung an die Eigenschaften derartiger „elastisch“ schwingender Oszillatoren außerordentlich viel Verlockendes liegt, hat man versucht, die eben besprochene Schwierigkeit zu umgehen und es ist in der Tat *Ritz* und dann auf ganz allgemeiner Grundlage *Fredholm* gelungen, sozusagen rückwärts aus der Serienformel geeignet schwingende Continua zu konstruieren. Man kommt dabei jedoch auf derartig komplizierte, zum Teil nur implizite angebbare Eigenschaften dieser Continua, daß man diese Versuche trotz des unleugbaren großen heuristischen Wertes, der ihnen (besonders der *Ritzschen*, an zweidimensionalen Oszillatoren durchgeführten) innewohnt, lediglich als rein mathematische Lösungen auffassen muß, denen man eine faßbare physikalische Bedeutung nicht zuerkennen kann.

Eine zweite Art von Modellen, bei denen die Frequenzen der Serienglieder direkt identifiziert werden mit den Eigenfrequenzen schwingender Systeme, nimmt als solche schwingungsfähige Gebilde statische und dynamische Gleichgewichts-anordnungen von Elektronen an, wie wir sie bereits im ersten Teil dieses Berichtes kennen gelernt haben. Die Eigenschaften derartiger Systeme wurden von verschiedenen Seiten (*Jeans*, *Rayleigh*, *Nagaoka*, *Schott* u. a.) studiert, doch ist man auf diesem Wege zu keinem befriedigenden Resultate gelangt. Zu den im ersten Teil genannten Schwierigkeiten tritt hier noch die weitere, daß man, wenn vielleicht auch nicht die Emission unendlich vieler, so doch die einer größeren Anzahl von Linien von *genügender* Intensität erklären muß, eine Schwierigkeit, die sich nach den Untersuchungen von *Schott* kaum lösen lassen dürfte. So hat *Schott* für eine Reihe spezieller Fälle (Eigenschwingungen von Elektronenringen) nachgewiesen, daß man stets nur eine begrenzte Anzahl von Linien (für einen Ring z. B. maximal 18) mit genügender Intensität erhalten kann. Ich will hier auf die Arbeiten der oben genannten Forscher nicht im einzelnen eingehen, sondern ein Bedenken prinzipieller Natur besprechen, das uns nur wenig Aussicht läßt, unter Zugrundelegung schwingender Elektronensysteme zum Ziel zu gelangen. Wie nämlich *Rayleigh* bemerkt hat, erhält man für die Eigenfrequenzen eines um eine Gleichgewichtslage schwingenden Systems, dessen Bewegungen durch die gewöhnlichen dynamischen Gleichungen (Beschleunigungen als Funktion der Lagekoordinaten) bestimmt sind, im allgemeinen Bestimmungsgleichungen, welche das Quadrat und nicht die erste Potenz enthalten, welche also die erste der beiden Grundforde-

rungen für die Serienfrequenzen (S. 309) nicht erfüllen. Zur Illustration dessen möchte ich hier nur den Fall eines Systems von n Freiheitsgraden erwähnen, für das die kinetische (T) und die potentielle (V) Energie in der üblichen Weise sich als rein quadratische Funktionen von n (Normal-) Koordinaten Φ_r und den entsprechenden Geschwindigkeiten $\dot{\Phi}_r$ geben lassen:

$$2T = \sum a_r \dot{\Phi}_r^2 \quad 2V = \sum b_r \Phi_r^2.$$

Die Integration der Bewegungsgleichungen ergibt n harmonische Schwingungen

$$\Phi_r = A_r \cos(n_r t - \alpha_r),$$

deren Schwingungsdauern gegeben sind durch $n_r^2 = \frac{b_r}{a_r}$, also im allgemeinen durch eine

Gleichung, welche die Quadrate enthält. Man kann natürlich nicht allgemein behaupten, daß sich so stets einfache Formeln nur für die Quadrate und nicht auch für die ersten Potenzen ergeben werden, sondern nur, daß dies in den meisten Fällen eintreten wird, und es lassen sich auch in der Tat leicht Fälle konstruieren, in denen sich einfache Gesetzmäßigkeiten für die ersten Potenzen ergeben; so ist z. B. nach *Fitzgerald* für eine Reihe drehbar in einer Geraden nebeneinander angeordneter Elementarmagnete die bestimmende Gleichung für die Schwingungsdauern

$$n^2 = c \left(\cos \left[\frac{s\pi}{m} \right] + 1 \right)$$

oder

$$n = \sqrt{c} \cos \frac{s\pi}{2m} \quad (s = 1, 2, 3, \dots).$$

Sicherlich enthält jedoch die Bemerkung von *Rayleigh* einen beachtenswerten Fingerzeig dafür, daß man bei Zugrundelegung schwingender Elektronensysteme ohne besondere künstliche Annahmen keine Frequenzfolgen von der Art wird erwarten dürfen, wie sie in den Serienspektren auftreten. Ein lehrreiches Beispiel dafür bietet, neben manchem anderen, schon ein von *Rayleigh* selbst angegebenes Modell, das aus einem Schwarm sehr vieler in einer homogenen positiven Kugel verteilter Elektronen besteht; die Elektronen können um ihre Ruhelage Schwingungen ausführen und man erhält für die dabei auftretenden Schwingungszahlen auch eine serienähnliche unendliche Folge, die jedoch in Übereinstimmung mit dem oben Gesagten in der Tat sich als einfacher Ausdruck für das Quadrat der Schwingungszahl darstellt. Im Anschluß daran wollen wir noch kurz eine von *Ritz* gegebene Theorie besprechen, da *Ritz* gerade durch die obige Bemerkung von *Rayleigh* zu den Grundlagen seiner Theorie geführt worden ist. *Ritz* geht von dem Gedanken aus, daß die Elektronen sich im Atom nicht unter der Einwirkung elektrostatischer Kräfte, die stets nur von der Lage der Elektronen abhängen, bewegen dürfen, son-

dern daß diese Bewegung unter dem Einfluß anders gearteter Kräfte vor sich gehen muß; als solche wählt er, gestützt auf verschiedene dahin deutende andere Beobachtungen, magnetische Kräfte, deren Wirkung auf die Elektronen bekanntlich von deren Geschwindigkeit abhängt. Durch eine sinnreiche Anordnung von elementaren linearen Magneten im Atom (die dann später durch geladene schnellumlaufende Rotationskörper gedeutet werden) kommt *Ritz* zu Serienformeln, welche in ausgezeichneter Weise die Beobachtungen darstellen und sich auch praktisch vielfach bewährt und sehr fruchtbar gezeigt haben. Ich möchte trotzdem das von *Ritz* vorgeschlagene Modell hier lediglich im Zusammenhang mit den Rayleighschen Betrachtungen erwähnt haben; denn es stellt — ganz abgesehen von einigen schwerwiegenden Bedenken, die *Voigt* hinsichtlich des Zeemaneffektes kürzlich gegen dasselbe vorgebracht hat — wohl eher einen geistreichen Versuch zur Vermeidung der genannten Schwierigkeiten als eine physikalisch befriedigende Theorie dar.

§ 9. Ehe wir den allem Anschein nach leider wenig erfolgreichen Standpunkt verlassen, die Frequenzen der Serienlinien mit den Eigenfrequenzen schwingender Systeme zu identifizieren, müssen wir uns noch mit der zweiten der eingangs erwähnten Möglichkeiten befassen, welche einen Ausweg in der Annahme geeigneter Koppelungen zwischen den schwingenden Elementen wirkender Koppelungen sieht. Auch hier erweist sich nun die im vorigen Paragraphen besprochene allgemeine Bemerkung von *Rayleigh* insofern als leitender Gesichtspunkt von Nutzen, als sie uns von vornherein darauf hinweist, wie wir diese Koppelungen zu wählen haben werden, wenn wir uns von ihnen Erfolg versprechen wollen. *Rayleigh* selbst hat sich, leider nur ganz kurz, dahin geäußert, daß man nicht „dynamische“, sondern „kinematische“ Koppelungen anbringen müsse. Man kann, wie ich denke, diesen Unterschied kurz dahin fassen, daß die Bewegung der einzelnen in Betracht kommenden Elemente „zwangsläufig“ voneinander abhängen, um einen in der Kinematik üblichen Ausdruck zu gebrauchen, oder anders ausgedrückt, daß durch die Koppelungen eine Verkleinerung der Anzahl der Freiheitsgrade bewirkt werde. Man wird nun allgemein schon sagen können, daß die Einführung derartiger Koppelungen zunächst gleichbedeutend sein wird mit der Einführung eines künstlichen, den schwingenden Systemen an sich fremden Elementes, wenigstens so lange, als ihre Deutung durch bekannte, z. B. elektrodynamische, Kraftwirkungen nicht gelungen ist. Dies ist nun bei den bisher vorliegenden, in dieser Richtung zielenden Theorien in der Tat nicht oder nur zum kleinen Teil gelungen, so daß wir in diesen Theorien entweder nur rein formale Lösungen erblicken können oder aber sie auf die primitive Stufe etwa der seinerzeit namentlich in England

beliebten, mit Zahnrädern, Schnurverbindungen u. dgl. arbeitenden mechanistischen Modelle zur Elektrodynamik verweisen müssen. Trotzdem wird man sie bei den in der Theorie der Serien überall zutage tretenden Schwierigkeiten als (formale) Lösungen anerkennen müssen, deren spätere physikalische Deutung in dem oben genannten Sinn durchaus nicht unmöglich erscheint. Um den naturgemäß recht komplizierten Charakter derartiger Koppelungen zu zeigen, will ich hier nur noch kurz auf eine der von *Riecke* angegebenen eingehen. *Riecke* denkt sich z. B. zwei elastisch schwingende Ringe, deren Schwingungszustände gegeben seien durch die Variablen u_1 bzw. u_2 [als Funktionen der Zeit t und des Polarkwinkels φ] gekoppelt, und zwar ist die Koppelung gegeben durch zwei simultane Differentialgleichungen der folgenden Form:

$$\frac{\partial^5 u_1}{\partial \varphi^4 \partial t} - 2\pi a \frac{\partial^4 u_1}{\partial \varphi^4} - 2\pi b \frac{\partial^2 u_2}{\partial \varphi^2} + 2\pi c u_2 = 0$$

$$\frac{\partial^5 u_2}{\partial \varphi^4 \partial t} + 2\pi a \frac{\partial^4 u_1}{\partial \varphi^4} + 2\pi b \frac{\partial^2 u_1}{\partial \varphi^2} - 2\pi c u_1 = 0.$$

Man kann zeigen, daß dann die Frequenzen der Ringe eine Serie von der Form der Kayser-Runge'schen Serienformel bilden. Es sind noch andere Koppelungen ähnlicher Art denkbar, doch mag dieses Beispiel zur Illustration des formalen Charakters derselben genügen. Der Vollständigkeit halber sei endlich noch auf ähnliche Betrachtungen von *Whittaker* hingewiesen.

§ 10. Wir sind so zu dem Resultat gekommen, daß alle bisher besprochenen, im Prinzip auf die Eigenschaften schwingender Systeme gegründeten Theorien, zum Teil überhaupt nicht das hier zu Fordernde leisten, zum Teil auf physikalisch nicht befriedigende Grundannahmen zurückführen, und wir haben versucht, das Versagen dieser Theorien in prinzipiellen Mängeln zu suchen. So werden wir, ähnlich wie bei der Theorie der einzelnen Spektrallinie, zu der Annahme gedrängt, die gemeinsame Grundlage aller dieser Theorien zu verlassen und auch hier (wo es sich, wie gesagt, nur um die Frage der Verteilung der Frequenzen handeln soll) die Notwendigkeit neuer Grundannahmen zu vermuten, neu in dem Sinne, daß sie etwa die Gültigkeit der klassischen Elektrodynamik oder Mechanik für das Atominnere leugnen. Einen weiteren Hinweis dafür, daß man mit den alten Anschauungen kaum zum Ziel kommen dürfte, mag man auch in folgendem Umstand sehen. Wenn wir die Emission der Linienspektren letzten Endes auf die Existenz von Systemen zurückführen, die nach den Gesetzen der Mechanik schwingen, so werden wir jeder Frequenz zum mindesten einen Freiheitsgrad (bei Berücksichtigung des Zeemaneffektes mehr als einen) zuzuschreiben haben; es ist dann aber schwer einzusehen, warum diese inneren Freiheitsgrade so ganz ohne Einfluß auf die spezifische Wärme sein sollen, um so mehr, wenn man nach neueren Messungen die Zahl der leuch-

tenden Atome als nicht zu sehr verschieden von der Gesamtzahl annimmt. Man kommt damit also auch hier auf die bekannte Schwierigkeit bei der Verteilung der Energie auf die Freiheitsgrade, d. h. auf die Notwendigkeit, an den Grundlagen eine Reformation vorzunehmen.

Wir haben bereits am Schluß des ersten Teiles die auf quantentheoretischer Grundlage fußenden Untersuchungen von *Bohr* in diesem Sinne kennen gelernt. Ehe wir nun weiter auf diese eingehen, wollen wir uns noch mit einem von *Hasenöhl* herrührenden Vorschlag beschäftigen, der gewissermaßen eine Mittelstellung zwischen den auf klassischer Grundlage stehenden Ansätzen und den durchaus revolutionären Überlegungen *Bohrs* einnimmt. *Hasenöhl* behält zwar die Annahme schwingungsfähiger Systeme (Oszillatoren) bei, er sucht die Frequenzen dieser Oszillatoren jedoch nicht in der bisherigen Weise durch die Gesetze der klassischen Dynamik bzw. Elektrodynamik zu bestimmen, sondern durch die der Quantentheorie charakteristische Beziehung zwischen Energie und Frequenz eines Oszillators mit der universellen Konstanten h von *Planck* in Verbindung zu bringen. Für den Fall, daß die Frequenz eines Oszillators (wie das ja im allgemeinen bei nicht-linearen Bewegungsgleichungen eintreten wird) von der Energie abhängt, tritt nach *Hasenöhl* an Stelle der bekannten Beziehung für die Differenz der Energie eines Oszillators in zwei nach der Quantentheorie möglichen Zuständen:

$$E_{s+1} - E_s = h \cdot \nu$$

als nächstliegende Verallgemeinerung die entsprechende Integralbeziehung

$$\int_{E_s}^{E_{s+1}} \frac{dE}{\varphi(E)} = h$$

worin $\nu = \varphi(E)$ die genannte Abhängigkeit der Frequenz von der Energie angibt. Wie man leicht sieht, folgt aus dieser Integralbeziehung eine diskontinuierliche Wertreihe für die möglichen Energien E und damit eine entsprechende für die auftretenden Frequenzen; man hat es durch geeignete Wahl der Funktion $\varphi(E)$ also in der Hand, eine der bekannten Serienformeln für die Frequenzen zu erhalten. Damit ist allerdings noch nicht viel gewonnen, solange man die gewünschte Koppelung zwischen Energie und Frequenz nicht durch ein physikalisch plausibles Modell realisieren kann; es ist deshalb bemerkenswert, daß man nach *Hasenöhl* schon durch einen relativ einfachen kinematischen Mechanismus, nach *Herzfeld* durch eine Modifikation des Thomsonschen Atommodells auch durch rein elektrische Kräfte eine derartige Koppelung herstellen kann. Das schwerwiegendste Bedenken gegen den Ansatz *Hasenöhls* liegt jedoch wohl (wie dies bereits *Konen* in seinem Buch „Das Leuchten der Gase und Dämpfe“ bemerkt hat) darin, daß dieser Ansatz, um auch die Serienabsorption erklären zu können, ge-

wissermaßen über die zur Ableitung der Strahlungstheorie allein notwendige Annahme einer quantenhaften Emission hinausgehen und auch eine quantenhafte Absorption voraussetzen muß; auf jeden Fall scheint mir jedoch hier ein beachtenswerter, prinzipiell neuartiger Versuch zu einer Lösung vorzuliegen, selbst wenn man in ihm zunächst nicht mehr als eine ad hoc konstruierte phänomenologische Theorie sehen will.

Zum Schluß wollen wir nun noch auf die bereits erwähnte Theorie von *Bohr* zurückkommen, deren prinzipielle Grundlagen wir schon im ersten Teil kennen gelernt haben. Wir haben dort bereits als das wesentlichste Resultat dieser Theorie die Ableitung der Balmerischen Serienformel und vor allem die lediglich unter Benutzung universeller Konstanten gegebene quantitative Berechnung der in dieser auftretenden allgemeinen Konstanten bezeichnet; allerdings finden sich dahin zielende und zum Teil ähnliche Überlegungen (worauf mich Hr. *Schwarzschild* freundlichst aufmerksam machte) bereits in einer seinerzeit viel diskutierten Arbeit von *A. E. Haas* vor. Unter Benutzung der ersten der in § 6 zusammengestellten drei Grundannahmen der Bohrschen Theorie findet man einerseits für die Differenz der Energien des Elektrons in zwei aufeinanderfolgenden möglichen stationären Zuständen:

$$W_2 - W_1 = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^2} \left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2} \right) \dots \dots \dots (a)$$

worin τ_2 bzw. τ_1 die Anzahl der universellen Einheiten $\frac{h}{2\pi}$ bedeutet, aus denen das Winkelmoment des Elektrons in den beiden Rotationszuständen besteht. Andererseits ergibt sich aus der Grundannahme 3., daß diese Energiedifferenz so in Strahlung umgewandelt wird, daß die Frequenz dieser Strahlung gegeben ist durch:

$$W_2 - W_1 = h\nu \dots \dots \dots (b)$$

Aus den beiden Gleichungen (a) und (b) ergibt sich dann sofort die gewünschte Serienformel in der Gestalt

$$\nu = \frac{2\pi^2 m e^4}{h^3} \left(\frac{1}{\tau_2^2} - \frac{1}{\tau_1^2} \right)$$

die z. B. für $\tau_2 = 2, \tau_1 = 3, 4, \dots$ mit der gewöhnlichen Balmerischen Formel, für $\tau_2 = 3$ mit einer von *Paschen* im Ultrarot gefundenen übereinstimmt. Zugleich ist damit aber der Wert der vor der Klammer stehenden Konstanten nunmehr durch die universellen Konstanten e, m und h gegeben, und zwar in ausgezeichneter Übereinstimmung mit der Erfahrung. Es ist das um so bemerkenswerter, als bekanntlich diese Konstante auch in allen anderen Serienformeln (mit Ausnahme der von *Kayser* und *Runge*) auftritt und ihr universeller Charakter sozusagen ein wesentliches Postulat bei der empirischen Ableitung dieser Formeln bildet. *Bohr* hat dieselben Betrachtungen nun auch für Atome mit mehr als

einem Elektron durchgeführt und so in analoger Weise die entsprechenden Serien für andere Elemente (He, Li usw.) erhalten.

Es wäre m. E. zunächst noch ein müßiges Unternehmen, an diese völlig neuartige Theorie wenigstens in der Form, in welcher sie jetzt vorliegt, mit unseren auf der klassischen Elektrodynamik fußenden Vorstellungen herangehen zu wollen. Dagegen kann man sich sehr wohl die Frage stellen, ob die Grundannahmen der Theorie die einzig möglichen und zu dem gewünschten Ziel führenden, und ob sie und die daran geknüpften Schlüsse in sich widerspruchsfrei sind. Eine befriedigende Antwort dieser Fragen, die bereits von *F. A. Lindemann* und *Nicholson* in einer Diskussion ausgeschnitten wurden, steht noch aus; doch läßt sich allgemein bereits folgendes sagen: Das prinzipiell Neue in *Bohrs* Theorie haben wir, wie aus dem Vorhergehenden hervorgeht, wohl darin zu sehen, daß die Frequenzen nicht mehr nach Art von Eigenschwingungen gegeben sind, sondern daß sie mit Hilfe der Grundbeziehung der Quantentheorie sich ergeben aus den einem Elektron in gewissen, im Atom allein möglichen Lagen zukommenden Energien. Damit konzentriert sich also alles in letzter Linie auf die Festlegung dieser „allein möglichen“ Lagen bzw. Energiewerte, und man kann a priori durch willkürliche Annahmen diese Festlegung in der mannigfachsten Weise so vornehmen, daß irgend ein gewünschtes Resultat herauskommt (ein derartiges Beispiel hat kürzlich *Gehrcke* durchgeführt). Ob nun gerade die Art der Festlegung, wie sie *Bohr* angenommen hat, physikalisch tiefer begründet ist, ist ohne weiteres nicht zu entscheiden, wenn auch der Umstand bemerkenswert scheint, daß dabei die Zahl der nötigen willkürlichen Annahmen eine recht kleine ist. Jedenfalls können wir, wie ich denke, in den Betrachtungen von *Bohr*, auch wenn wir ihnen im einzelnen skeptisch gegenüberstehen, einen bedeutsamen prinzipiellen Fortschritt in der Erkenntnis von der Entstehung der Spektrallinien und der Serienspektren sehen.

Literaturangaben.

- Einleitung. *N. Bohr*, Phil. Mg. 26, 1, 477, 857 (1913); *J. Stark*, Berl. Ber. 932 (1913).
§ 3. *E. Rutherford*, Phil. Mg. 21, 669 (1911); *J. J. Thomson*, Phil. Mg. 7, 237 (1904).
§ 4. *W. Voigt*, Elektro- und Magneto-optik, S. 352 ff.; *K. Schwarzschild*, Verh. D. Phys. Ges. 16, 20 (1914); *J. J. Thomson*, Phil. Mg. 6, 673 (1903); *G. A. Schott*, Phil. Mg. 13, 189 (1907).
§ 5. *Rayleigh*, Phil. Mg. 11, 117 (1906); *J. H. Jeans*, Phil. Mg. 11, 604 (1906); *H. A. Lorentz*, Theory of Electrons (Teubner, 1909), S. 115 ff.
§ 6. *W. Wien*, Berl. Ber. 70 (1914); *E. Warburg*, Verh. D. Phys. Ges. 15, 1259 (1913); *M. Planck*, Ann. Phys. 37, 642 (1912); *J. W. Nicholson*, Month. Not. 72, 729 (1912); *Nature* 92, 199 (1913); *Mc. Laren*, *Nature* 92, 165 (1913).
§ 8. *H. Poincaré*, Rend. Palermo 8, 57 (1894); *W. Ritz*, Ann. Phys. 12, 264 (1903); 25, 660 (1908); *J. Fredholm*, C. R. 142, 506 (1906); *J. H. Jeans*, Phil. Mg. 2, 421 (1901); *Rayleigh*, loc. cit. und Phil. Mg. 44,

356 (1897); *Nagaoka*, Phil. Mg. 7, 445 (1904); *G. A. Schott*, Phil. Mg. 12, 21 (1906); 13, 189, 657 (1907); 15, 438 (1908); *E. F. Fitzgerald*, Rep. Brit. Ass. 1893, 689; *W. Voigt*, Ann. Phys. 36, 873 (1911).

§ 9. *E. Riccke*, Ann. Phys. 1, 399 (1900); *E. T. Whittaker*, Proc. Roy. Soc. 85, 262 (1911).

§ 10. *F. Hasenöhl*, Phys. ZS. 12, 931 (1911); *K. F. Herzfeld*, Wien. Ber. 121, 593 (1912); *H. Koenen*, Das Leuchten der Gase und Dämpfe (Vieweg 1913) S. 353. *A. E. Haas*, Wien. Ber. 119, 119 (1910); *N. Bohr*, F. A. *Lindemann* und *J. W. Nicholson*, Nature 92, 500, 553, 583, 630 (1914); *E. Gehrcke*, Phys. ZS. 15, 123, 198 (1914).

Nachtrag zum ersten Teil.

Der Vollständigkeit halber ist es vielleicht nicht unnötig, anlässlich des im ersten Teil dieses Berichtes Gesagten noch auf einen dort nicht erwähnten Punkt hinzuweisen, der mir bei näherer Überlegung von Bedeutung zu sein scheint. Ich hatte als wichtigste Forderung an das emittierenden Elektronen im Atom bindende Kraftfeld die nach einer genügenden „Stabilität der Frequenzen“ hingestellt und gezeigt, daß z. B. das Newtonsche Kraftfeld dieser Forderung nicht genügt. Dazu kommt nun noch als weiterer erschwerender Umstand, daß für dieses Kraftfeld für den Fall anderer als speziell der dort betrachteten reinen Kreisbahnen in der emittierten Strahlung die höheren harmonischen Glieder (Frequenzen) auftreten, die man bekanntlich nie beobachtet hat. Ohne auf eine weitere Verfolgung dieser Frage hier eingehen zu können, möchte ich nur noch bemerken, daß sie mir allgemeinere Bedeutung zu gewinnen scheint, wenn man sich auf den Standpunkt eines quantitativen Unterschiedes zwischen der Erregung zum Leuchten (etwa durch Ionenstoß) und der Schwingungserregung durch eine Lichtwelle (etwa bei der Dispersion und Absorption oder den inversen magnetooptischen Effekten stellt. Während bei den letzteren Vorgängen der Ansatz eines linearen Verlaufes des Kraftfeldes sehr wohl berechtigt sein kann, scheint mir dies für die größeren Elongationen bei der Emission (wie dies z. B. *W. Voigt* tut) nicht mehr der Fall zu sein.

Seuchen-, insbesondere Malaria-Bekämpfung in Jerusalem.

Von Prof. Dr. P. Mühlens, Hamburg-Jerusalem.

Der freundlichen Aufforderung der Redaktion dieser Zeitschrift zu einem Berichte über die „Bedeutung und die Arbeiten der Deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Malaria in Jerusalem“ komme ich gern nach und werde zugleich auch über die in den letzten Jahren in Jerusalem eingeleitete Seuchenbekämpfung kurz berichten.

I.

Die auf eine im Jahre 1912 gegebene Anregung Seiner Exzellenz des Oberhofmeisters

I. M. der Kaiserin, Freiherrn v. *Mirbach*, hin entstandene Gesellschaft wurde mit der Absicht gegründet, die deutsche Wissenschaft in den Dienst der so dringend notwendigen Seuchen-, insbesondere der Malariabekämpfung in Jerusalem zu stellen. Das „provisorische Komitee“, dessen Präsidium Herr Ministerialdirektor *Kirchner* übernahm, beschloß zunächst, im August 1912 eine Expedition zu entsenden, um die Verhältnisse an Ort und Stelle zu studieren und Sanierungsvorschläge zu machen. Die erforderlichen Mittel wurden durch freiwillige Sammlung aufgebracht. Die von mir geleitete, vom Hamburger Tropeninstitut ausgerüstete Expedition arbeitete von Ende August 1912 bis zum 21. Januar 1913 in Jerusalem. Ende November kam auch der Schriftführer des Komitees, Herr Geheimrat *Pannwitz*, auf zehn Tage zur Information nach Jerusalem.

Die Forschungsergebnisse der in mancher Hinsicht interessanten Expedition sind in einem ausführlichen wissenschaftlichen Berichte¹⁾ niedergelegt. Kurz zusammengefaßt ergab sich folgendes: Die unhygienischen Zustände in vielen Stadtteilen Jerusalems spotteten jeder Beschreibung. Tausende armer Juden und Araber lebten unter grenzenlos unhygienischen Bedingungen. Dementsprechend hielten die verschiedensten Seuchen unter ihnen reiche Ernte. Zur Besserung der trostlosen Verhältnisse war bisher so gut wie nichts geschehen. Daher wurde die Permanenzerklärung unserer hygienischen Untersuchungsstelle von den Behörden, Ärzten und auch dem intelligenteren Teil der Bevölkerung aller Nationen und Konfessionen mit Freuden begrüßt, ebenso wie das kurz vorher als eine Stiftung des amerikanischen Philanthropen *Nathan Strauß* gegründete „Jewish Health Bureau“ unter Leitung von Dr. *Brünn*.

Unter den zahlreichen Krankheiten spielte die Malaria die Hauptrolle. Von 7921 Personen untersuchten wir Blutproben: 2071 hatten Malariaparasiten, d. h. also 26,1 % der Examinierten. Von 2373 untersuchten Juden waren 961 (40,5 %) malariainfiziert; von 1619 Mohammedanern 504 (31,1 %); von 2825 eingeborenen Christen 463 (16,4 %); von 843 christlichen Europäern 61 (7,2 %). Die genannten Ziffern bedeuten Mindestinfektionszahlen. Die Infektionszahlen schwankten je nach Stadtteilen und Bevölkerungsklassen; in manchen Bezirken waren 30–40 % der Einwohner, vielleicht im Sommer noch mehr, malariakrank. Insbesondere waren viele Kinder schwer leidend. So fand ich unter den auf der Schulbank sitzenden Kindern (viele fehlten wegen Fieber) bis 37,4 % Infizierte. Auch in der Umgegend Jerusalems ist Malaria häufig. Von den deutschen Niederlassungen wurde besonders heftig die Tempeler Kolonie

¹⁾ Mühlens, P., Bericht über eine Malariaexpedition nach Jerusalem. Centralbl. f. Bakt. Orig. 1913. Bd. 69. H. 1/2. Siehe auch Vorl. Reisebericht. Deutsche med. Wochenschr. 1912. Nr. 43.

„Sarona“ bei Jaffa und die Gründung des Deutschen Vereins vom heiligen Lande „Tabgha“ am See Genezareth von Malaria heimgesucht. Die Malaria hatte in Jerusalem in den letzten Jahren eher zu- als abgenommen. Von den in Polikliniken und Hospitälern in den Monaten September bis November in Behandlung kommenden Kranken litten 60—80 % an Malaria. Die meisten Erkrankungen wurden im Monat Oktober festgestellt. Alle drei Malariaarten kamen vor: 47,7 % Malaria tropica, 28,6 % Malaria tertiana, 20,1 % Malaria quartana, 3,4 % Doppel- und 0,1 % dreifache Infektionen. Die meisten Fälle waren nicht oder nur ungenügend behandelt. Daher gab es unzählige sogenannte „Parasitenträger“ mit Gameten (Geschlechtsformen) im Blut. Diese entwickeln sich bekanntlich in der übertragenden Anophelesmücke, bis schließlich die Mücken die als Endresultat der geschlechtlichen Entwicklung entstehenden sogenannten Sichelkeime weiter übertragen und dadurch gesunde Menschen infizieren können. Gerade die so zahlreichen Parasitenträger unter den Eingeborenen, so z. B. auch in Sarona, waren für das Fortbestehen der Epidemien verantwortlich.

Als übertragende Mücke wurde die *Anopheles bifurcatus* festgestellt. Sie fand sich im geflügelten Stadium in vielen Häusern, namentlich in dunklen Eingeborenenwohnungen, in dunklen, vor Wind geschützten Gängen, in Ställen und besonders auch am Tage in den Zisternengewölben; woselbst auch fast ausschließlich die Mückenentwicklung stattfand. Fast ein jedes Haus hat in Jerusalem eine oder mehrere Regenwasserzisternen, da keine zentrale Wasserleitung existiert. In diesen Zisternen wird in der Regenzeit (November bis April) das Regenwasser gesammelt und dann in der fast siebenmonatigen Trockenzeit gebraucht, auch als Trinkwasser. Die zum Teil nichts weniger als reinen Zisternen sind indirekt die Quellen der Malaria — indem die übertragenden Mücken sich daselbst vermehren — sowie auch vieler anderer schwerer Krankheiten.

So sind z. B. Typhus und Dysenterie in Jerusalem und überhaupt in Palästina sehr verbreitet. Typhusfälle waren früher vielfach nicht als solche erkannt und als Malaria behandelt worden. Durch bakteriologische Untersuchungen konnte ich einwandfrei Typhusbazillen wiederholt nachweisen. Meine schon im Jahre 1912 ausgesprochene Vermutung, daß der Typhus in Jerusalem viel größere Ausdehnung habe als man glaubte, hat sich inzwischen bestätigt. Kürzlich noch erlagen der junge deutsche Pastor in Bethlehem und seine Frau kurz hintereinander der tückischen Seuche, und bald darauf starb in Sarona ein anderer Deutscher, ebenfalls Vater zweier unmündiger Kinder. Ich erinnere ferner daran, daß manche Palästinapilger sich im heiligen Lande den Typhus- oder einen anderen Todeskeim geholt haben. So z. B. starben im Jahre 1904 von den zahlreichen Kranken einer ca. 500 Köpfe

zählenden deutschen Pilgerschar acht Personen, die meisten wohl an Typhus oder Dysenterie.

Außer den schon genannten Krankheiten konnten wir insbesondere noch das Vorkommen der gefährlichen Malariafolgekrankheit Schwarzwasserfieber feststellen, ferner das Rückfall- (Recurrent-) Fieber in Bethlehem und Beth Sahur, Darmparasiteninfektionen, Lepra, Dengue- und Pappataciefieber (dessen Überträger Phlebotomus papatasi, „Sandfliege“ genannt) und insbesondere noch die ungeheuerere Ausbreitung der Tuberkulose und der ägyptischen Augen- (Körner-) krankheit, des sog. Trachoms. Schließlich kommt auch noch Tollwut unter Tieren ziemlich häufig in Palästina vor. Die von tollwütigen Tieren gebissenen Menschen wurden bisher nach Kairo zur Schutzbehandlung geschickt, kamen dann aber häufig für eine erfolgreiche Impfung zu spät.

Auf Grund meiner Beobachtungen kam ich zu der Überzeugung, daß energische Maßnahmen zur Besserung der hygienischen Mißstände in Jerusalem keineswegs aussichtslos waren. Bei einigen kleineren Vorversuchen der Malaria-bekämpfung z. B. sahen wir recht befriedigende Resultate.

In meinem Berichte schlug ich als wichtigste Malaria-bekämpfungsmaßregeln vor: Belehrungen mittels Wort und Schrift durch Ärzte und Erzieher, Zeitungen sowie durch allgemeinverständliche Flugblätter in allen Sprachen, systematische Ermittlungen und konsequente Chininbehandlung, zunächst in allen Schulen und Wohltätigkeitsanstalten usw., die in Jerusalem von ca. 8000 bis 10 000 Personen besucht werden, ferner in den Häusern selbst, eventuell auch in Polikliniken, die teilweise zu Malariastationen einzurichten wären; ferner Mückenschutz- und vernichtungsmaßnahmen, namentlich moskitosichere Zisternenverschlüsse und Anlagen von Pumpen in abgeschlossenen Quartieren, z. B. in der deutschen Templerkolonie „Rephaim“ bei Jerusalem. Als ideales Endziel der Assanierung nannte ich die Anlage von mustergültiger Wasserleitung und Kanalisation. Zeitungsnachrichten zufolge soll kürzlich einer französischen Gesellschaft die Konzession für diese Anlagen erteilt sein. Aber selbst nach Anlage der Wasserleitung werden die Zisternen nicht mit einem Schlage verschwinden. In vielen Städten Indiens hat man es erlebt, daß die Bevölkerung vielfach die Zisternen und offene Wasserfässer mit Leitungswasser füllte, und daß so trotz Wasserleitung und Kanalisation Brutplätze und Malaria vorhanden waren. So ist keine Mühe zur Beseitigung der von den Jerusalemer Zisternen her drohenden Gefahren umsonst.

Der Kampf gegen die Malaria und die anderen Seuchen ist in Jerusalem deshalb nicht einfach, weil alle Nationen und Konfessionen in der heiligen Stadt ihre Interessensphären haben. Man hat also nicht mit einer einheitlichen einheimi-

schen Regierung und einer gleichmäßigen Bevölkerung, sondern mit Vertretern aller Nationen und Konfessionen zu unterhandeln und eine Bevölkerung zu belehren und zu behandeln, bei der Aberglauben, Abneigung und Mißtrauen gegen Fremde noch lange nicht ganz beseitigt sind. Daher machte ich schon seit September 1912 in meinen Berichten an das Komitee darauf aufmerksam, daß eine Seuchebekämpfung in Jerusalem sich auf breiter internationaler und interkonfessioneller Grundlage aufbauen müsse. In meinem Bericht heißt es: „Ein Dauererfolg kann nur von einem planmäßigen, gemeinsamen Vorgehen aller ärztlichen, nationalen und konfessionellen Gruppen erwartet werden. Zur Vereinigung aller Interessen zwecks Seuchebekämpfung und Assanierung Jerusalems ist eine hygienische Sachverständigenzentrale notwendig“ usw.

In diesem Sinne war es von vornherein mein Bestreben, ein dauerndes Zusammengehen mit dem „Jewish Health Bureau“ herbeizuführen. Ferner suchten wir auch, insbesondere während der Anwesenheit von Herrn Geheimrat Pannwitz im November 1912 die einheimische Regierung sowie sämtliche Konsuln und religiösen Oberhäupter für einen derartigen Sanierungsplan zu gewinnen und hatten die Freude, nirgends auf Widerstand zu stoßen.

Als weitere notwendige hygienische Maßnahmen hatte ich die Gründung eines Tuberkuloseheims bzw. einer Tuberkuloseheilstätte sowie einer Wutschutzstation gefordert. Letztere konnte schon im März 1913 von meinem Vertreter Dr. Huntemüller als Abteilung des „Internationalen Gesundheitsamts“ eröffnet werden.

II.

Im Juni 1913 kehrte ich nach Jerusalem zurück, nachdem inzwischen am 28. Mai 1913 in Berlin der Zusammenschluß unserer Gesellschaft mit der Nathan-Strauß-Stiftung und einer inzwischen entstandenen dritten Sanierungsgruppe, der „Gesellschaft jüdischer Ärzte und Naturwissenschaftler für sanitäre Interessen in Palästina“ im „Internationalen Gesundheitsamt“ erfolgt war, dessen Leitung man mir anvertraute. Seitdem werden im gemeinsamen Gesundheitsamt mit 4 Abteilungen die sämtlichen bakteriologischen und mikroskopischen Untersuchungen (Dr. Goldberg), sowie serologische und ferner Wutschutzimpfung (Dr. Beham), weiterhin vor allem praktische Seuchebekämpfung ausgeführt, insbesondere vorläufig Malaria-bekämpfung (Dr. Brünn, Canaan und Mühlens) sowie Trachombekämpfung (Dr. Feigenbaum). Zu den ständigen Mitarbeitern des Instituts gehören außerdem noch mehrere Jerusalemer Ärzte verschiedener Nationen.

Von Juni bis Oktober war Dr. Much (Hamburg) in Jerusalem, um die Tuberkuloseverhältnisse eingehender zu studieren. Die Ergebnisse

sind in einem ausführlichen Berichte¹⁾ publiziert. Das Gesundheitsamt wird nun auch eine Abteilung zur Bekämpfung der Tuberkulose erhalten. Weitere Abteilungen, so z. B. eine chemische und eine zoologisch-entomologische, wären erwünscht. Vielleicht finden sich Gesellschaften anderer Nationen zur Gründung einer dieser Abteilungen bereit.

Die Zusammenarbeit der Abteilungen in einem neuen, schönen, eigens für unsere Zwecke eingerichteten, gemieteten Gebäude war eine harmonische und wird es auch hoffentlich bleiben, entsprechend der bei der Einweihung des neuen Instituts, Oktober 1913, ausgegebenen Parole: „Einigkeit macht stark“. Der feierlichen Eröffnung in Anwesenheit der Kuratoriummitglieder Ministerialdirektor Kirchner und Obermedizinalrat Nocht, wohnten über 100 Gäste bei, darunter der Gouverneur von Palästina, der Bürgermeister von Jerusalem, die meisten Konsuln, fast sämtliche Ärzte, zahlreiche Schul- und Wohltätigkeitsanstaltsleiter usw. Eine so internationale und interkonfessionelle, für eine gemeinsame hygienische Aufgabe interessierte Gesellschaft hatte man bisher in Jerusalem noch nicht gesehen. Für uns das beste Zeichen, daß mit dem Sanierungsplan ohne Rücksicht auf Nation und Konfession der allein richtige Weg beschritten war, wie auch die zahlreichen mündlichen und schriftlichen Gratulationen bewiesen.

Rechnet man die bis heute insgesamt von den obengenannten Mitgliedern des Internationalen Gesundheitsamts ausgeführten Untersuchungen zusammen, dann dürfte etwa die Zahl 30 000 herauskommen. Einzelheiten bringen die später erscheinenden wissenschaftlichen Berichte. Bisher sind außer den schon genannten Publikationen von Mühlens sowie Much (s. o.) noch Arbeiten von Brünn und Goldberg, Canaan, Huntemüller sowie Feigenbaum erschienen. Außerdem hat unser eifriger Mitarbeiter Dr. Masterman Untersuchungen veröffentlicht, die größtenteils in unserem Laboratorium ausgeführt sind. (Literatur siehe unten²⁾).

¹⁾ Hans Much, Eine Tuberkulose-Forschungsreise nach Jerusalem. VI. Suppl.-Band der Beiträge zu der Klinik der Tuberkulose 1913.

²⁾ Literatur.

Canaan, T., Beobachtungen bei einer Denguefieber-Epidemie in Jerusalem. Arch. f. Schiffs- u. Tropenhyg. 1913. Nr. 1.

Brünn u. Goldberg, Das Zisternenproblem bei der Bekämpfung der Malaria in Jerusalem. Berl. klin. Wochenschr. 1913. Nr. 14.

Brünn u. Goldberg, Die Malaria Jerusalems u. ihre Bekämpfung. Zeitschr. f. Hyg. u. Inf.-Krankh. 1913, Vol. 75, Nr. 2.

Masterman, E. W. G., Notes on some tropical diseases of Palestine. Journal of Hygiene 1913, Vol. 13, Nr. 1.

Feigenbaum, A., Die ansteckenden Augenkrankheiten Palästinas und ihre Bekämpfung. Berlin-Schöneberg 1913, S. Schölem.

Huntemüller, Neuartige Parasiten bei der Jericho-beule. Zentralbl. f. Bakt. Orig. 1914, Bd. 73, H. 2.

Erwähnt sei noch, daß *wissenschaftliche* *Abende* mit Vorträgen und Demonstrationen für alle Ärzte Jerusalems sowie *mikroskopische* Kurse im Gesundheitsamt stattfinden. Bisher haben sich 11 Jerusalemer Ärzte an Mikroskopierübungen in unserem Laboratorium beteiligt. Eine großenteils von deutschen Verlagsbuchhändlern gestiftete reichhaltige *Bibliothek* steht zur allgemeinen Benutzung frei. Schließlich sei noch hinzugefügt, daß mein unermüdlicher Assistent, der arabische Arzt Dr. *Canaan* und ich zahlreiche *populäre Vorträge* mit Demonstrationen von Lichtbildern sowie Malariamücken und ihrer Larven in Gesellschaften und Schulen in deutscher, englischer, französischer und arabischer Sprache gehalten haben, die insgesamt von über 2000 Zuhörern besucht waren. Auf solche Weise und durch populäre *Zeitungsartikel* suchten wir aufklärend zu wirken. Demnächst sollen noch illustrierte *Flugblätter* zu demselben Zweck verteilt werden.

III.

Im folgenden seien noch kurz die seit Juni 1913 außer den schon angedeuteten weiterhin ausgeführten Arbeiten der Deutschen Malaria-Abteilung skizziert, über die später ein eingehender Bericht an anderer Stelle erscheinen wird. Seit meiner Rückkehr nach Jerusalem im Juni bis Ende Oktober 1913 wurden fast 6000 Blutuntersuchungen gemacht, die ähnliche Resultate wie im Vorjahre ergaben. Nur fiel es auf, daß die Malaria quartana in den Monaten Juni und Juli häufiger und die Tropica gegenüber den Befunden in späteren Monaten seltener war. Seit meiner Rückreise nach Deutschland vertritt mich Dr. *Canaan*, der zusammen mit unserer tüchtigen Schwester *Anni Krakow* mehrere Tausend Krankenuntersuchungen ausgeführt hat.

Wir haben nun nicht nur die Malaria untersucht, sondern auch mit der *Bekämpfung* energisch begonnen, und zwar zuerst in unseren *deutschen Interessensphären*, in der Tempeler Kolonie „*Rephaim*“ und „*Sarona*“, in der Niederlassung des deutschen Vereins vom hl. Lande „*Tabgha*“ bei Tiberias, ferner in den deutschen *Schulen* und *Anstalten* sowie auch in denen der anderen Nationen. Bisher sind von meinem Assistenten Dr. *Canaan* und mir in 35 Schulen und Anstalten die Insassen untersucht und die Malariakranken unter ständiger Blutkontrolle behandelt worden. Von diesen Schulen stehen unter deutscher Leitung 5, unter englischer 7, türkischer 7, italienischer 5, französischer 4, amerikanischer 3, griechischer 2 und unter russischem und schwedischem Einfluß je 1 Schule. Die ermittelten Kranken werden unter verständnisvoller Mitwirkung der Hausärzte, Anstaltsleiter, Lehrer und Lehrerinnen auf Grund der von uns aufgestellten Listen systematisch *behandelt*. Das hierfür notwendige *Chinin* konnten wir bisher dank einer Spende von 80 000 Gramm

durch die Firmen *Ernst Merck*, Darmstadt, und *Boehringer*, Mannheim, *gratis* austeilen. Aber nicht nur in den Schulen und Anstalten, in denen zunächst die guten Erfolge einer sachgemäßen Chininbehandlung der Bevölkerung vor Augen geführt werden sollten, wollen wir wirken, sondern es sollen nunmehr auch *ganze Stadtteile assaniert* werden, zunächst durch Ermittlung und Behandlung möglichst aller „*Parasitenträger*“ sowie durch Vernichtung der übertragenden Anophelesmücken, letzteres in der Hauptsache dadurch, daß den Mücken ihre Vermehrungsmöglichkeit genommen wird. Die Brutmöglichkeit in den Zisternen wird aufgehoben durch moskitosichere *Drahtgaze- oder sonstige Abschlüsse der sämtlichen Zisternenöffnungen und gleichzeitige Anlage von Pumpen*. Daß durch derartige Maßnahmen schöne Erfolge möglich sind, haben wir schon



Fig. 1. Chininverteilung in einer Jerusalemer Schule.

an mehreren Stellen gezeigt, so z. B. in der Tempeler Kolonie „*Rephaim*“, woselbst die Bewohner einmütig ihre Zisternen nach unseren Vorschlägen „*mückensicher*“ abgeschlossen haben mit dem ausgezeichneten Resultat des fast völligen Verschwindens der Moskitos (bis auf einige Fehlerquellen); ferner in der „*Kaiserin-Auguste-Viktoria-Stiftung*“ auf dem Ölberg, woselbst im Gegensatz zum Vorjahre dieser Sommer völlig mückenfrei war; weiterhin im *Deutsch-Syrischen Waisenhaus*, in der deutschen protestantischen Mädchenschule „*Talitha-Kumi*“, in der deutsch-katholischen Mädchenschule, weiterhin in vielen anderen Anstalten, Kranken- und Privathäusern. Versuche der Zisternenabschlüsse in größeren Quartieren sind zusammen mit Dr. *Brünn* und Dr. *Canaan* geplant. Ob sie ebenso wie die gelungenen Assanierungsversuche in kleinerem Maßstabe unter relativ günstigen Bedingungen möglich sein werden, muß noch bewiesen werden. Die größten *Schwierigkeiten* dürften wohl von

seiten der mißtrauischen und abergläubischen mohammedanischen und vielleicht auch der jüdischen Bevölkerung, weniger in den Christenvierteln, zu erwarten sein. Für die Ermittlungen in den *mohammedanischen Quartieren* haben wir eine *einheimische Schwester* (Araberin) ausgebildet, die schon in vielen Häusern Vertrauen gewonnen und uns daselbst eingeführt hat. Sie macht gewissermaßen die „Vorarbeit“ im Anschluß an die in der Canaanschen arabischen Poliklinik in der inneren Stadt zur Behandlung kommenden Fälle. So sind wir auch in dem Mohammedanerviertel schon ziemlich bekannt geworden. Selbst die Frauen verweigern in der Regel nicht die Untersuchung, ein Zeichen des Vertrauens. Viele verlieren allerdings die den Mohammedanerinnen anerzogene

nächsten Umgegend zahlreiche Malariafälle ermittelt wurden. Auch dieses von den energischen praktischen Amerikanern durchgeführte Beispiel zeigt die Möglichkeit eines Malariaschutzes in Jerusalem. Schon die Anwendung eines Moskitonetzes nachts tut ausgezeichnete Dienste, vorausgesetzt, daß das Netz richtig *innen* im Gestell aufgehängt ist, damit die Enden unter die Matratze gesteckt werden können, und daß es keine Löcher hat, wie fast sämtliche Netze in den meisten Hotels in Palästina, und daß schließlich vor dem Schlafengehen nachgesehen wird, ob nicht Moskitos sich unter das Netz eingeschlichen haben.

Außer dem Moskitoschutz sei *Pilgern* und *Touristen*, die Jerusalem zur Fieberzeit (Juli bis



Fig. 2. Hauszisterne, Tempeler Kolonie, mit Eisengittertüre, durchlässig für Mücken.



Fig. 3. Dieselbe Hauszisterne, nach Anlage eines moskitosicheren Drahtgazeverschlusses, sowie einer Pumpe.

Scheu erst, nachdem sie die guten Behandlungsergebnisse an den Kindern gesehen haben; ähnlich so ist es auch bei manchen Juden.

IV.

Die *Richtlinien* des weiteren Vorgehens ergeben sich aus den vorstehenden Ausführungen. Im kommenden Sommer werden voraussichtlich fast *sämtliche malariakranken Schul- und Anstaltskinder* und sonstige Einwohner in *systematischer Chininbehandlung* sein. Soweit es die vorhandenen Mittel gestatten, sollen ferner *Zisternen-assanierungen* vorgenommen werden. Die Überwachung wird durch eine Art „*Mückenbrigade*“ erfolgen müssen, die auch sonstige Brutgelegenheiten zu beseitigen hat. Gebrauchswasserzisternen können eventuell mit Petroleum begossen werden, wie das schon bei vielen Zisternen, so insbesondere in der Jerusalemer „*amerikanischen Kolonie*“, selbst bei den Trinkwasserzisternen geschehen ist. Diese Kolonie, in der auch die Häuser durch Moskitodrahtgaze seit Jahren abgeschlossen sind, war seit langer Zeit malariafrei, wie ich durch die vorgenommenen Blutuntersuchungen bestätigen konnte, während in der

November) aufsuchen, noch die *Chininprophylaxe* empfohlen, d. h. täglich 0,3 g Chinin zu nehmen, oder jeden 3. bis 4. Tag 1 g, und zwar nicht nur während der ganzen Anwesenheit in Palästina, sondern auch noch mindestens *6 Wochen lang nach Verlassen* des heiligen Landes. In dieser Weise kann man so gut wie sicher eine Malariaerkrankung verhüten. Die *Typhus-* und *Dysenteriegefahr* vermeidet man am besten dadurch, daß man kein ungekochtes Wasser trinkt oder zum Mundreinigen benutzt, und daß man keine ungereinigten bzw. ungekochten Früchte, Gemüse oder sonstige ungekochten Speisen ißt; insbesondere sind Salate und Radieschen häufig mit Typhusbazillen verunreinigt. Palästina-, insbesondere Saronarotwein ist ein gut bekömmliches, dem Darm zuträgliches Getränk im Gegensatz zu den teuren, meist minder guten Flaschenbieren, die besonders eiskalt getrunken dem Darm gefährlich werden können. Essspeisen und von Eingeborenen hergestellte Limonaden sind unter allen Umständen abzulehnen. Dasselbe gilt von ungekochten Milch- oder Sahnegetränken und -speisen.

Die von der Deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Malaria in Jerusalem begonnene

Arbeit wird sich noch über viele Jahre erstrecken müssen. Die *erforderlichen großen Mittel* werden aufgebracht durch freiwillige größere Spenden sowie durch Jahresbeiträge¹⁾ der Mitglieder. Große Mittel sind schon von Philanthropen für die Assanierung der für alle Religionen heiligen alt-ehrwürdigen Stadt gestiftet worden; aber noch weit größere sind notwendig, wenn der Erfolg ein ganzer und dauernder werden soll.

Vielfach wird die Frage an Mitglieder der Deutschen Gesellschaft zur Bekämpfung der Malaria in Jerusalem gerichtet: warum denn in aller Welt sollen wir Deutschen uns in Jerusalem betätigen, da doch im Vaterlande und in unseren Kolonien noch so manche wichtige hygienische Aufgaben zu lösen sind. Hierauf ist zunächst zu erwidern, daß wir auch in Palästina *mehrere tausend Landsleute* (also mehr als in vielen unserer Kolonien) haben, brave, fleißige, gut deutsch gebliebene Württemberger, die in blühenden Niederlassungen wohnen, Ackerbau, Viehzucht, Wein- und Orangenbau treiben. Gerade unter diesen Kulturpionieren haben die Krankheiten, insbesondere in Saron die Malaria und Schwarzwasserfieber reiche Ernte gehalten. Auch in jüdischen Kolonien wohnen zum Teil deutsche Juden mit derselben Beschäftigung. Weiterhin findet man außer den deutschen, sehr angesehenen Ärzte-, Pastoren- und Beamtenfamilien in manchen Städten, insbesondere in Jerusalem viele deutsche christliche und jüdische Kaufleute. Die meisten haben unter den Krankheiten des Landes zeitweise sehr zu leiden. Zwar gibt es *tüchtige Ärzte* aller Nationen in Jerusalem und in anderen Städten, die die Kranken behandeln können. Auch sind reichlich *gute Krankenhäuser* vorhanden. Aber an die Anwendung von Mitteln zur Krankheitsverhütung war man bisher noch nicht herangegangen. Alle Sanierungsarbeiten in Jerusalem kommen in erster Linie auch unseren Landsleuten zugute sowie den vielen alljährlich die heiligen Stätten aufsuchenden Touristen und Pilgern. Von den *Gefühlsgründen* verschiedenster Art, die allen Nationen und Religionen gerade die Linderung des Elends in Jerusalem sympathisch erscheinen lassen müssen, will ich hier nicht reden. Das Sanierungsproblem ist *wissenschaftlich* von allergrößtem Reiz, da es sich um einen gewissermaßen jungfräulichen Boden handelt, auf dem bisher die enormen Fortschritte unserer tropenhygienischen Wissenschaft noch keine Aussaat gefunden haben. Und wo es die Lösung von medizinisch-wissenschaftlichen Problemen gilt, sollten wir nicht fehlen, zumal wenn es sich um ein so menschenfreundliches internationales und interkonfessionelles Werk handelt. Jerusalem *ohne* die vielen ansteckenden Krankheiten könnte bei

seiner gesunden trockenen Höhenlage im subtropischen Klima einer der *gesündesten Plätze der Welt* werden.

Die Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika.

Von Prof. Dr. Fr. Tobler, Münster i. W.

II. Ansichten über die gegenwärtige und zukünftige Lage.

Der Kautschuk, der von Deutsch-Ostafrika in den Handel kommt, tritt in verschiedenen *Formen* auf, die zugleich *Sorten* sind und verschiedener Gewinnung oder Präparation den Ursprung verdanken. An erster Stelle steht der sog. *Crêpe-Kautschuk*, das sind die durch Ausgießen von flüssig gewonnenem Milchsaff und mittels Koagulation in flacher Schicht hergestellten, meist hell gefärbten Häute, die allerdings infolge Zerreißen in der Waschwalze eine ungleichmäßige Dicke und rauhe Oberfläche erhalten. *Glatte Felle* dagegen (sheets) erhält man, wenn man den koagulierten Milchsaff in Walzwerken aus- und glattpreßt, ohne ihn zu zerreißen. In gleicher Weise kann man aber auch den durch Koagulation auf dem Stamm und Ablösen erhaltenen Kautschuk („Scrap“-Kautschuk) auswalzen zu *Platten*, was z. B. bei Benutzung der Zapfkugeln aus Holz leichter ist als sonst. Sodann können auch die massiven durch Aufwickeln in Klumpen gewonnenen *Bälle* in mehr oder weniger dicke Platten ausgewalzt werden und endlich die Bälle auch ganz intakt auf den Markt kommen. Da flüssig aufgefangener Milchsaff natürlich reiner ist als Scrapkautschuk, da außerdem alles Auswalzen mit Wasser geschieht und die Reinigung je nach dem Grade des Walzens größer ist, so ist die Bewertungsfolge der gegenwärtigen Marktpreise für Manihot diese: 1. Crêpe, 2. scrappy-Platten, 3. Ballplatten, 4. Bälle.

Die *Preise* pro Pfund betragen nun Anfang 1912 zwischen 3,30 und 5 M., Ende 1912 zwischen 3 und 4,20 M., sind jetzt aber so weit gesunken, daß November 1913 die Preise etwa waren: 2,3 M., 1,95 M., 1,85 M., 1,45 M. Gleichzeitig kostet übrigens auch der beste Para-Kautschuk, der 1910 noch vorübergehend mit 13,50 M. und Anfang 1912 mit 6,50 M. bezahlt wurde, auch nur noch etwas über 4 M.

Es ist also durchweg der Kautschuk im Wert gesunken, indem nun endlich an Stelle des hastigen Aufschwungs der an dem Produkt interessierten Industrien (z. B. der Automobilreifenfabrikation) eine ruhige Entwicklung getreten ist. Damit ist aber natürlich nicht der Grund der Krisis gegeben. Dieser liegt z. T. in dem ernsthaft in Erscheinung getretenen großen Angebot von indischem Hevea-Kautschuk (vgl. Naturw. I, 621). Mögen auch immer noch zugunsten der dort in Frage kommenden Unternehmungen hier und da in

¹⁾ Der Jahresbeitrag für Mitglieder beträgt mindestens 5 M. Alle weiteren Informationen, Statuten und sonstige Schriften übersendet auf Wunsch bereitwilligst die Schriftleitung, Berlin W., Schöneberger Ufer 13. Sie nimmt auch Beitrittserklärungen an.

der Presse einige Übertreibungen mit unterlaufen, wenn von den dort vorhandenen oder gar zu erwartenden Mengen an Kautschuk die Rede ist, Übertreibungen, die sobald als möglich andre Produktionsgebiete zu unterdrücken oder aber in die gleichen Hände zu bringen beabsichtigen; es darf doch nicht mehr verhehlt bleiben, daß ein Fortbestehen anderer Produktionen als der dortigen heißt: die Konkurrenz mit dieser ernsthaft versuchen. Nun ist an sich das Produkt von Hevea das von jeher am besten bewertete. Aber auch höchstbewerteter Manihot-Kautschuk ist manchmal fast gleich bezahlt worden oder hat wenigstens der Fabrikation dieselben Dienste (und dann billiger!) geleistet. Leider galt und gilt das nicht von dem Durchschnitt. Es ist gerade im 1. Teil dieses Aufsatzes auf die noch herrschende oder richtiger gesagt, bis zum Eintritt dieser neuen Krisis herrschend gewesene große Ungleichmäßigkeit der ostafrikanischen Produkte von Manihot hingewiesen worden. Nicht allein sind die Methoden der Zapfung verschiedene, auch die Aufbereitung, vor allem Art und Grad der Reinigung am Ort der Produktion sind den verschiedensten Anschauungen und Ausführungen unterworfen. Es mag sein, daß auf diese Weise hier und da (vielleicht gerade in kleineren sorgfältigeren Betrieben) Qualitäten besonderer Güte erzielt wurden, wie es gar nicht möglich wäre, sie für größere Pflanzungen oder als Gesamtdurchschnitt zu verlangen, es mag auch ebenso sein, daß z. B. die kleinen Betriebe für wirkliche Rentabilität nicht mit Waschungen des Produktes auf maschinellen Wege sich abgeben können, während für größere das leichter ist. Jedenfalls wäre trotz bester Absichten und gewisser Einzelerfolge schon längst die Schaffung einer einheitlichen Marke (Standard-Qualität) wünschenswert gewesen. Und nicht zum wenigsten hat auch *Zimmermann* darauf hinzuwirken gesucht, wie oben erwähnt. Eine solche Marke ist vor allem deshalb nötig, weil in jeder Kautschukfabrik Wert darauf gelegt wird, *ein gleichmäßig aufbereitetes und in verschiedenen Sendungen gleichmäßig bleibendes Material zu verarbeiten*. Bisher haben aber die Importeure niemals für eine derartige Gleichmäßigkeit irgend sich zu verbürgen vermocht. Große Mengen werden in Deutsch-Ostafrika an *einem* Orte bisher noch nicht gewonnen und deshalb ist eine größere gleichmäßige Menge schwer erhältlich.

Selbst wenn aber nun schwierigere Zeit, vor allem der niedrige Preisstand, in dieser Hinsicht zur Vernunft brächte, wäre damit zwar eine durchschnittlich höhere Bewertung des Manihotkautschuks von Deutsch-Ostafrika möglich, es wäre aber der Grund der Krisis noch nicht erschöpft. Es werden an sich die Preise kaum die frühere Höhe erreichen, niemals wohl die, unter der etwa früher die Anlage der Pflanzungen erfolgte, und vielleicht ist es nicht möglich, zu diesen Preisen das Produkt mit Gewinn zu liefern. Es werden von sachverständiger Seite die *Gestehungskosten*

in Deutsch-Ostafrika mit 1,60 bis 3,— M. für das Pfund angegeben¹⁾. Davon sind (nach den höheren Schätzungen) 1,20 bis 1,35 M. die Kosten der reinen Gewinnung, auf Gewichtsverlust bis zu Haus, Verpackung, Frachten, Verladung und Verkauf gehen 1,45 bis 1,70 M., dazu kämen eventuell noch die sehr verschiedenen Waschkosten. Daß bei diesen Unkosten das Produkt des Manihot z. Z. unrentabel ist, versteht sich von selbst. Man will aber den Versuch machen, die Gestehungskosten herabzusetzen. Dies wäre möglich durch Regelung der bekanntermaßen sehr schwierigen *Arbeiterverhältnisse*. Gerade in den an Kautschukpflanzungen so reichen Nordbezirken Deutsch-Ostafrikas (Usambara) fehlt es an Arbeitern. Diese werden aus dem Innern durch Anwerber herangezogen. Die Kosten der Anwerbung belasten das Pfund Kautschuk mit 20 Hellern, oft bleiben die Arbeiter aber nur *auf 1 Jahr, auf länger werden Kontrakte nicht geschlossen*. Je kürzer der Arbeiter aber bleibt, desto geringer ist gerade beim Kautschuk seine Leistungsfähigkeit. Zapfen und Präparieren wollen gelernt sein. Ein geschickter Arbeiter sollte pro Tag 500 bis 700 g nassen Kautschuk liefern können, ein ungeschulter erzielt nicht den zehnten Teil. Ist aber ein Zapfer herangebildet, so scheidet er oft genug aus und wird durch einen Neuling ersetzt. Auch beim Kautschuk sollte von Rechts wegen nicht das ganze Jahr durch gleichmäßig gezapft werden, dabei leiden die Bäume auf die Dauer, es müssen aber selbstverständlich auch in zapfungsfreien Zeiten die Löhne bezahlt werden. Regelung des Arbeiterzuzugs, größere Dauer der Verträge und geringere Werbekosten wären somit sicher eine Hilfe in der gegenwärtigen Lage. In gleicher Weise aber sind *Herabsetzungen der Tarife* von Bahnen und Schiffen zu wünschen, sofern es sich um den Transport von Kautschuk oder zu seiner Gewinnung und Präparation nötiger Materialien (z. B. Koagulationsmittel) handelt²⁾. Freilich hat man auch berechnet³⁾, daß durch diese Ermäßigungen nur unwesentlich geholfen würde. Bei dem großen Preisrückgang, der auf die Tonne etwa 3000 M. ausmacht, würde eine solche Ermäßigung der Frachten, wie sie ins Auge gefaßt wurde, nur etwa 75 M. auf die Tonne Entlastung bedeuten. Selbstverständlich ist auch im Produktionsland selbst mancher Plan aufgetaucht, um durch gemeinsame Arbeit Ersparnisse zu erzielen. So wurde z. B. der Bau einer gemeinsamen Waschanstalt für den Nordbezirk in Erwägung gezogen. Vor allem aber hat man viel darüber diskutiert, wie durch Vermischung des Anbaus der Manihotbäume mit an-

¹⁾ Verh. d. Kautschuk-Komm. des K.-W. K. 18. 9. 1913 S. 21. — Von *Zimmermann* (Manihot-Kautschuk, S. 307) wird betont, daß die Kosten für ältere Bäume abnehmen.

²⁾ Ein Ausfuhrzoll wird in Deutsch-Ostafrika für Kautschuk als Anbauerzeugnis *nicht* erhoben. In Kamerun ist das bisher der Fall, zurzeit sind aber Schritte dagegen im Gange.

³⁾ Deutsche Kolonial-Ztg. (13. 9. 13.) Nr. 37, S. 607.

deren Produkten eine Sicherung für die Gegenwart und vor allem auch für die Zukunft möglich sei. Kapok wird von der einen Seite als lohnender, Ölfrüchte¹⁾ werden von anderer Seite als Ersatz von oder in Kautschukpflanzungen empfohlen. Auch bei Kapok indes bauen sich viele der Meinungen, die ihm eine größere Verwendungsmöglichkeit, etwa gar Verspinnbarkeit erträumen, auf kurzezeit noch trügerischen Hoffnungen²⁾ auf.

In allen den genannten Richtungen sind ernste Schritte von verschiedener Seite getan worden. Die ständige Kautschukkommission des kolonialwirtschaftlichen Komitees hat durch Beschluß vom 18. September 1913 bei Reichskanzler und Kolonialamt nicht allein die intensivere Ingebrauchnahme von Kautschukmaterialien für Zwecke des Heeres usw. (Imprägnation von Kleidung, Zelten, Tornistern) angeregt, um so den Verbrauch im Land zu heben, sondern auch Regelung der Arbeiterverordnungen im Interesse der Kautschukpflanzler und Notstandstarife für Frachten beantragt. (Diese Vorschläge erstrecken sich zugleich übrigens auf die in ähnlicher Lage wie die Ostafrikaner befindlichen Kameruner Pflanzler. Für diese wird im besonderen noch Ausbau der Verkehrsmittel gewünscht, sowie Wegfall des Ausfuhrzolls für Kautschuk.) In ähnlicher Weise haben sich die deutsche Kolonialgesellschaft³⁾ und die Pflanzler selbst hören lassen.

Es gibt auch Stimmen, die der eingetretenen Krisis gerade für die ostafrikanischen Verhältnisse eine gesunde Wirkung zuschreiben. Es würde, so etwa wird eine Stimme aus der Kolonie selbst laut, nicht schaden, wenn durch die Notlage mancher Pflanzler zu sachgemäßer Handhabung seines Betriebes, Überlegung der Wirtschaftlichkeit seiner Ausgaben und zum Ineinklangbringen dieser mit den wirklichen und zu erwartenden Einnahmen veranlaßt würde. Zugeständnisse an die Arbeiter, Löhne, Zapfprämien usw. sind ins Ungesunde gewachsen. Hier kann die Krisis gesund wirken.

Und nun erklingt auch eine tröstliche Stimme⁴⁾. Sie weist darauf hin, daß die *südostasiatischen Pflanzungen*, auf deren Emporkommen im Kern die Krisis zurückgeht, nicht in dem Maße in den letzten 1½ Jahren vorangekommen sind, wie erwartet werden sollte. Die Arbeiterfrage hat sich auch dort als recht wichtig herausgestellt, indem die Löhne teurer geworden sind und nach Regierungsbeschluß in den Vereinigten Malay-Staaten ab 1. Juli 1914 die Anwerbung chinesischer Kontraktarbeiter verboten ist. In Sumatra aber sind bei größerer Nachfrage die Anwerbekosten von javanischen Kulis in die Höhe gegangen.

gen. Eine allgemein in Südostasien eingetretene Teuerung treibt die Europäergehälter in die Höhe und erhöht die Baukosten der Fabrikgebäude. Die Folge ist: der Gestehtungspreis des Kautschuks vermindert sich nicht im Verhältnis zum Steigen des Ertrages, sondern steigt sogar zum Teil weiter. So lohnt sich bei dem relativ geringen Ertrag auch das Zapfen der Bäume dort erst von einem späteren Alter an, d. h. *die Pflanzungen werden später als erwartet reif*. Auch in Südostasien geraten also schwächere Betriebe ins Schwanken, größere Vereinigungen der Kapitalien werden die Folge sein. Diese Änderungen erfordern Zeit.

Wenn wir daraus auf eine Rettungsfrist für die Betriebe in Deutsch-Ostafrika hoffen, so geschieht das in der Erwartung, daß dort *neben anderen Produkten ein unter günstigen Arbeiterverhältnissen rationell und einheitlich gewonnener Kautschuk auch weiter seinen Platz als lohnender Anbau- und Ausfuhrartikel haben dürfte*. Wie freilich zahlenmäßig sich die Werte stellen, wer aus dem Kampfe ausscheiden und wer überleben wird, ist noch schwer zu sagen. Es sind im Augenblick in Deutsch-Ostafrika etwa 19 Millionen Bäume auf 33 000 ha vorhanden, davon die Hälfte zapfreif. Größere Betriebe haben (wenigstens soweit sie deutsch und nicht seit der früheren Krisis englisch sind) alle neben Kautschuk noch andre Produkte zu verzeichnen, schlimmer sind jüngere Anlagen und namentlich einzelne Besitzer daran. Diese werden den Betrieb entweder aufgeben müssen oder sich mit Zwischenkulturen einjähriger Pflanzen behelfen, möglicherweise auch ihre Manihot totzapfen, um vor vollzogener Änderung der Pflanzungsobjekte noch Ertrag daraus zu ziehen.

Bericht über den IX. Internationalen Physiologenkongreß in Groningen 2.—6. September 1913.

Von Dr. Ernst Laqueur, Groningen (Holland).

Vom 2.—6. September fand in Groningen unter Leitung von Prof. H. J. Hamburger der IX. internationale Physiologenkongreß statt. In unserer Zeit der vielen, wohl allzuvielen Zusammenkünfte und Vereinigungen kommt den Internationalen Physiologenkongressen eine besondere Bedeutung zu, und zwar, weil sie ein Moment in sich haben, das nicht etwa durch Lektüre der Arbeiten, die den Mitteilungen zugrunde liegen, zu ersetzen ist. In der kurzen Geschäftsordnung, die zu dem wenigen Formalen dieser Kongresse gehört, lautet § 5: *Der Hauptwert der Mitteilungen ist auf Experimente und Demonstrationen zu legen*.

In der Beachtung dieses Paragraphen liegt das Unterscheidende von den anderen Kongressen und der hohe Wert. In der diesjährigen Tagung sind über 230 wissenschaftliche Mitteilungen erfolgt, und hiervon waren etwa nur der 6. Teil ausschließlich Vorträge; alle anderen Mitteilungen hatten demonstrativen Charakter. Aus der Fülle des in diesem Jahr Gebotenen und der Beschränktheit des hier verfügbaren Raumes

¹⁾ Deutsche Kolonial-Ztg. (16. 8. 13.) Nr. 33, S. 545.
²⁾ G. Tobler-Wolff, Baumwoll-Ersatzstoffe. Die Naturwissenschaften 1913. I. 858.

³⁾ Deutsche Kolonial-Ztg. (30. 8. 13.) Nr. 35, S. 575.

⁴⁾ E. Helfferich, Die Kautschukbaisse und ihre Rückwirkung auf die Kautschukkultur. (Tropenpflanzer XVII [1913] S. 529—538.)

geht ohne weiteres hervor, daß wir nur einen kleinen Teil herausgreifen können. Es ist dabei eine Auswahl zu treffen, die viel Willkürliches an sich hat, denn hierbei ist nicht der Wert der Mitteilungen nur maßgebend — eine äußerst schwer zu findende Größe — sondern die Rücksicht auf den, doch nicht spezialistisch gebildeten Leserkreis dieser Zeitschrift.

Beginnen wir mit den mehr *chemischen Fragen*. *Armand Gautier* hat ein Element, das man bisher von keinem Interesse für die Biologie wählte, in ein neues Licht gestellt: das *Fluor*. Es ist *G.* im Verein mit Mitarbeitern gelungen, *Fl* in allen Organen nachzuweisen. Der Gehalt daran ist aber von Organ zu Organ verschieden: er variiert von 0,15—181 mg in 100 g trocknes Organ, d. i. in einem Verhältnis von 1:1200. Es läßt sich ein gewisser Zusammenhang zwischen *Fl*- und Phosphatgehalt nachweisen. Am reichsten sind die, gewissermaßen toten, Schutzorgane: Haut, Haare, Nägel, Schmelz, am ärmsten die aktiven Gebilde: Drüsen, Hirn, Muskeln. —

Eine ganze Reihe von Mitteilungen behandeln die von Tag zu Tag an Interesse zunehmenden *Fermente*. In eine im Brennpunkt stehende Frage führt ein Vortrag *Abderhaldens*, des Forschers, der besonders viel daran getan, diese Frage in Fluß zu bringen. Es handelt sich um die *Wechselbeziehung der einzelnen Organe zueinander, mittels der auf bestimmte Substrate eingestellten Fermente*. Bekanntlich ist in den letzten Jahren die Erkenntnis gewonnen worden, daß im Blut, falls darin, normalerweise nichtvorhandene, Stoffe gelangen, Fermente auftreten, die gerade diese körperfremden Substanzen abbauen und so ihrer spezifischen Eigenart entkleiden. — Welche Bedeutung diese Erkenntnis schon im einzelnen auf praktischem Gebiet erlangt hat, ist in dieser Zeitschrift schon gelegentlich eines Berichtes über die *Abderhaldensche Schwangerschaftsdiagnose* besprochen worden (Bd. I, S. 283).

In einem gewissen Zusammenhang mit dem Vorhergehenden steht eine Entdeckung *Röhmans*, die von außerordentlicher Bedeutung zu sein scheint. Danach werden blutfremde Stoffe nicht nur auf dem Wege des Abbaues durch besondere Fermente und der darauf folgenden Ausscheidung der erhaltenen Bruchstücke beseitigt, sondern auch dadurch, daß *diese Spaltprodukte zu Synthesen* verwertet werden. Wird durch Einspritzung von Rohrzucker ins Blut ein Blutserum erzeugt, das ein Disaccharid spaltendes Ferment, die sogenannte Invertase enthält, so ist weiterhin in diesem Blut nachzuweisen, daß aus den Spaltprodukten, dem einfachen Trauben- und Fruchtzucker, ein neues Disaccharid, ja sogar ein Polysaccharid, Dextrin (?), synthetisch entsteht. —

Der große *Einfluß der Säuren auf biologische Prozesse* ist bekannt. Ist ein spezifisches Moment dabei auch nachzuweisen, so spielt natürlich die Hauptrolle die dadurch herbeigeführte Reaktionsänderung. Dies hat *Ringer* aus Utrecht bei dem *Ferment des Speichels*, dem Ptyalin, gezeigt. Gleichzeitig wies er nach, daß die Schädigung des diastatischen Prozesses durch größere H-Ionen-Konzentration nicht, wie man öfter behauptet hatte, auf einer Zerstörung des Ferments beruht; es spielt vielmehr ein anderes Moment eine Rolle. Wanderungsversuche im elektrischen Felde ergaben, daß das Ptyalin wie andere Fermente amphotere Eigenschaften besitzt, nur bei einer bestimmten H-Ionen-Konzentration sich nicht bewegt, also elektrisch neutral ist. Diese Konzentration ist annähernd

die gleiche, bei der das Optimum der Wirksamkeit liegt.

Für die wichtige Frage des *Diabetes* wird vielleicht eine Untersuchung *Lessers* aus Mannheim große Bedeutung gewinnen. *L.* wies nach, daß die *isolierte Froschleber* 2 Tage nach Exstirpation des Pankreas, dessen großer Einfluß auf den Zuckerstoffwechsel seit den Untersuchungen *Minkowskis* bekannt ist, sich auch anders verhält als in der Norm: das Glykogen wird nämlich ohne weiteres in Zucker umgesetzt. —

Verdauung.

Durchströmt man eine Speicheldrüse (die sogenannte Unterkieferdrüse des Hundes) mit einer Salzlösung — gut eignet sich hierfür eine von *Locke* angegebene Mischung, die auch noch etwas Hundeserum enthält —, so erhält man bei Reizung der Drüsennerven ziemlich lange Zeit normales Sekret, den Speichel. *Demoor* aus Brüssel erhielt nun folgendes interessante Ergebnis: Setzte er zu der Durchströmungsflüssigkeit einen wässrigen Extrakt, erhalten aus fein zerriebenen Speicheldrüsen, so zeigte sich keine Veränderung, d. h. es trat ohne Nervenreizung keine Sekretion ein. Bestand aber der Zusatz aus einem Extrakt von Drüsen, die kurz vorher gereizt waren, oder noch einfacher aus Speichel, von gereizten Drüsen sezerniert, so lieferten die durchströmten Drüsen ohne weiteres, d. h. ohne Reizung, Speichel. Die reizenden Stoffe in dem Zusatz sind thermolabil, d. h. nach Erwärmen auf 60° verlieren sie ihre Wirksamkeit. — Für den normalen Ablauf der Sekretionen bedeutet dies, daß wohl auch in der Norm bestimmte Stoffe der Sekrete in das Blut gelangen und von dort wieder zurück an den Ausgangspunkt der Sekretion kommen und dann bestimmte Wirkungen ausüben. —

Für die feine Regulation der Verdauungsssekrete spricht eine ganz anderen Zwecken dienende Untersuchung des Wiener Physiologen *C. Schwarz*. Hierbei ergab sich an sogenannten Fistelhunden die genaue Abstimmung der Menge der im Magen sezernierten Salzsäure auf die Menge und Art der verfütterten Nahrungsstoffe.

Verdauungsbewegungen.

Versuche, die, abgesehen von ihrem wissenschaftlichen Wert, auch ein Zeichen für die Selbstüberwindung des Forschers sind, dem seine Probleme nahe gehen, stellte *J. Carlson* aus Chicago an. Mit Hilfe eines in den Magen geführten Ballons registrierte er die Bewegungen des Magens während des Hungers. Er konstatierte, daß Bewegungen gruppenweise auftreten, gleichzeitig mit dem Hungergefühl, das ja bekanntlich auch nicht ununterbrochen vorhanden ist. Beim Hunde ergab sich, daß die Bewegungen auch nach Durchschneidung der Magenerven erhalten bleiben, also entstehen sie wohl durch lokale automatische Mechanismen. Die Hungerbewegungen hören auf, wenn Speise in den Mund genommen wird oder auch indifferente Stoffe gekaut werden. — Durch allerlei Arten der Hirntätigkeit werden die Hungerbewegungen gehemmt; sie sind daher am regelmäßigsten und am intensivsten im Schlaf. Auch durch körperliche Bewegungen, Rennen, werden die Magenbewegungen gehemmt; wahrscheinlich kommen dann Stoffe aus dem geänderten Blut an die Magenmechanismen. Hierfür spricht auch, daß Infektionen und andere Krankheiten die Hungerbewegungen schwächen bzw. völlig verschwinden lassen. Man denkt bei diesem Resultat unwillkürlich an die Tatsache, wie wenig Hunger man

während Erkrankungen auch bei langer Abstinenz empfindet, obwohl im gesunden Zustande ein nur etwas längeres Warten auf die gewohnte Mahlzeit einen schon wütenden Hunger spüren läßt. Die Hungerbewegungen können, wie *Carlson* weiter zeigte (u. a. durch einen Selbstversuch mit fünftägigem Hunger!), bei lang fortgesetztem Nahrungsmangel einen tetanischen dauernden Charakter annehmen. —

Sehr bequem lassen sich die *Bewegungen des ganzen Darmkanals* bei einer Maus beobachten. *E. Laqueur* demonstrierte einen solchen Versuch. Er ist so einfach, daß er z. B. gut in Schulen beim biologischen Unterricht, wenn von *Verdauung* gesprochen wird, gezeigt werden kann; läßt sich dabei zugleich der bedeutsame Einfluß der Temperatur auf biologische Prozesse demonstrieren. Man nimmt einer frisch getöteten Maus den ganzen Darm heraus, was sehr leicht zu machen ist. Hängt man ihn dann in einem Glase mit sogenannter Tyrodelösung auf, für kurze Versuche genügt auch eine 0,9 % NaCl-Lösung, so sieht man ganz langsame Bewegungen des Darmes. Erwärmt man jetzt das Glas, so werden mit steigender Temperatur die Bewegungen immer schneller, und man hat bei etwa 37° ein sehr hübsches Bild der sogenannten Darmperistaltik, wohl etwas vergrößert gegen die Norm, etwa wie bei Leibschmerzen.

Um vorläufig in den mehr chemischen Gebieten zu bleiben, seien hier noch einige Vorträge zur *Chemie des Blutes* und aus der *Stoffwechselphysiologie* erwähnt.

Bekanntlich enthält das *Blut* aller Tiere, abgesehen von dem eisenhaltigen Farbstoff der roten Blutkörperchen noch andere *Farbstoffe*. Ihre Natur ist bisher wenig aufgeklärt. *Hijmans van den Bergh*, dem Groninger Inneren-Kliniker, ist es im Verein mit *Snapper* gelungen, mit Hilfe einer neuen Methode dem Wesen dieser Farbstoffe etwas näher zu kommen und vor allem ihre Quantität zu bestimmen. Es ist dadurch der Anfang zur Erschließung eines recht bedeutsamen Gebietes gemacht worden.

Sehr interessante Bilder lieferte ein Vortrag *Stübel*s, worin er, unterstützt von kinematographischen Projektionen, seine ultramikroskopischen Studien über *Blutplättchen* (Thrombocyten) und *Blutgerinnung* wiedergab. Die Thrombocyten sind bekanntlich ziemlich kleine (2—5 μ) vergängliche Formelemente des Blutes. Sie sind so veränderlich, daß man bis vor kurzem ihre gesonderte Existenz ganz geleugnet und sie nur als Bruchstücke anderer Formbestandteile angesehen hat. — Im Dunkelfelde lassen sie sich sehr gut darstellen, und der Nachweis ihrer amöboiden Bewegungen macht es wahrscheinlich, daß es sich um Gebilde handelt, denen der Wert einer Zelle zukommt.

Stübel hat ferner mit dem Ultramikroskop die Blutgerinnung verfolgt und festgestellt, daß diese, d. h. die Fibrinbildung sich nicht der Gerinnung anderer Eiweißkörper vergleichen läßt, sondern vielmehr unter dem Bilde einer Kristallisation verläuft: in der optisch leeren Blutflüssigkeit scheiden sich Nadeln ab. *Stübel* betont auch die biologische Bedeutung dieser Verschiedenartigkeit von den sonstigen Niederschlagsbildungen bei Eiweißkörpern. Die mechanische Anforderung: durch die Gerinselbildung einen Verschuß des verletzten Blutgefäßes herzustellen, wird besser durch Bildung eines feinen Filzes von Nadeln erfüllt. Bisher hielt man die *Fibrinbildung* für einen irreversiblen Vorgang.

E. Hekma aus Groningen hat nun verschiedene Versuche demonstriert, aus denen die Reversibilität des Vorganges hervorzugehen scheint. II. betrachtet das ganze als einen Übergang eines Soles in ein Gel und umgekehrt. Um nur einen Versuch anzuführen, so läßt sich nicht nur das besonders reine Fibrinogen, sondern auch das von Serum in natürlichen Fibrinogenlösungen gebildete Gel von verdünntem Alkali wieder in Lösung (Solzustand) überführen. Mittels Zusatzes von Serum kann in solchen Lösungen dann wieder Gelbildung hervorgerufen werden: Reversibilität des Gels Fibrin. Die Mehrzahl der den *Stoffwechsel* berührenden Vorträge verlangen genauere physiologische Kenntnisse, wir müssen sie darum hier unerwähnt lassen.

Gestreift seien hier nur die Untersuchungen des bedeutenden amerikanischen Forschers *Graham Lusk*. Bekanntlich kommt den Eiweißkörpern im Stoffwechsel eine ganz besondere Bedeutung zu. Nicht nur, daß sie bis zu einem gewissen Betrage unersetzbar sind, jedes Tier ein gewisses Eiweißminimum zu seiner Erhaltung bedarf; sie besitzen auch noch eine „spezifisch dynamische Wirkung“. Dies bedeutet, der Organismus verbrennt nach Eiweißzufuhr besonders viel und produziert etwa um 25 % mehr Wärme als nach Zufuhr eines indifferenten Nahrungsstoffes in äquivalenter Menge (Fett oder Kohlehydrate). *Graham Lusk* hat nun versucht, diesen Einfluß des Eiweißes zu spezialisieren, und es ist ihm auch der Nachweis gelungen, daß den einfachsten Spaltprodukten, so manchen, aber nicht allen, niedersten Aminosäuren solch spezifisch dynamischer Einfluß zukommt.

E. Laqueur demonstrierte *Kaninchen*, die über 4 Wochen gehungert hatten, und deren Hungerzeit nachher sich noch bis zu 47 Tagen ausdehnen ließ. Es gelang dies durch *Eingabe von Kochsalz*, das in schwacher 0,1—0,5 proz. Lösung in 1 % Zuckerlösung sehr gern getrunken wurde. Der Vergleich mit absolut hungernden (d. h. auch dürstenden) Kaninchen und mit solchen, die allein Zuckerwasser ohne NaCl tranken, brachte diese überraschende Wirkung des Kochsalzes unserm Verständnis näher.

Es zeigte sich nämlich, daß die lang hungernden NaCl-Tiere an Gewicht weniger abnahmen, Wasser, Chlor zurückhielten und endlich weniger Eiweiß zersetzten. Freilich, wie weit es sich hierbei um unmittelbare Wirkungen des Salzes, wie weit um recht indirekte Einflüsse handelt, können erst weitere Untersuchungen entscheiden. — Gelegentlich dieser Hungerversuche konnte auch das weit verbreitete Vorurteil bekämpft werden, wonach Pflanzenfresser schlechter hungern könnten als Fleischfresser. Diese Meinung ist wohl nur durch irrige Vergleiche verschieden alter und vor allen verschieden schwerer Tiere entstanden. So hungern Hunde von 20 kg zweifellos besser als 2 bis 3 kg schwere Kaninchen. Amerikanischen Forschern ist es gelungen, an Hunden Hungerzeiten bis 117! Tage zu beobachten; andererseits können z. B. Katzen, die mit den Kaninchen an Form (Oberfläche) und Gewicht vergleichbar sind, keineswegs so viel länger als diese Hunger ertragen.

Eine andere ebenfalls ziemlich allgemeine Irrlehre ist, daß Hungertiere freiwillig nicht trinken. Das gilt augenscheinlich nur, wenn man ihnen ein Getränk, das sie nicht mögen, nämlich reines Wasser gibt. Nach Zusatz von Zucker oder Kochsalz, wie dies *Snapper* zuerst getan, trinken die Tiere Mengen bis 600 ccm pro die, die beim Menschen etwa 18! Liter am Tage entsprechen. —

In etwas weiterem Sinne, als es gewöhnlich üblich ist, kann man auch den Austausch der Gase, die *Atmung*, zum Stoffwechsel rechnen. Es seien darum im Anschluß an das Vorhergehende einige Mitteilungen, die dies Gebiet betreffen, erwähnt.

Einer seiner ersten Vertreter, *N. Zuntz*, zeigte im Bilde die Apparatur, mit der viele und wichtige Versuche im Tierphysiologischen Institut der Berliner landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt sind. Es war dies gleichsam die Fortsetzung einer auf dem vorhergehenden Kongreß gehaltenen Demonstration, wo uns in Projektionen der Respirationsapparat der Hochschule gezeigt wurde, in dem der gesamte Stoff- und Gaswechsel eines Ochsens oder Pferdes mit größter Genauigkeit beobachtet werden kann.

Das Gegenstück zu diesen Riesenapparaten stellen die sogenannten *Mikro-Respirationsapparate* dar, Vorrichtungen, die den Gaswechsel kleiner Tiere und isolierter Organe zu beobachten gestatten, wie sie *Winterstein* (Rostock) und *Krogh* (Kopenhagen) zeigten. Es kann hier auf eine Darstellung in Bd. I, S. 800 dieser Zeitschrift verwiesen werden.

Zu lebhaften Diskussionen gab ein Vortrag des Heidelberger Pharmakologen *Rohde* Anlaß, und das mit gutem Grunde, weil hier über ein fundamentales Problem, das mit ausgezeichneten Methode angefaßt war, berichtet wurde: *quantitative Beziehungen zwischen Arbeit eines isolierten Organs und O₂-Verbrauch* unter normalen wie unter geänderten Bedingungen festzustellen.

Als Untersuchungsobjekt diente das isolierte Herz, das passiv mit sog. Ringerlösung durchströmt und auf diese Weise lange schlagend erhalten wurde. In der Norm besteht die relativ einfache Beziehung, daß O₂-Verbrauch in einem konstanten Verhältnis zum Produkt aus Pulsschlag und Pulsdruck steht.

Unter pathologischen Umständen (O₂-Mangel, Absterben, Vergiftung mit CO₂, Cyankali, Narkotika usw.) treten schwere Störungen des Energiewechsels ein: diese äußern sich bei hoher Temperatur (37°) stets in einem im Verhältnis zur Druckleistung relativ zu hohen O₂-Verbrauch; bei niedriger Temperatur ist dagegen in einzelnen Fällen vorübergehend die Druckleistung größer als der gleichzeitige Sauerstoff-Verbrauch. Solche Herzen haben in ihrem Energiewechsel Ähnlichkeit mit dem Kaltblüterherzen. —

Über die heute außerordentlich stark bearbeiteten Fragen nach dem Zusammenhange der einzelnen Organe durch die von ihnen erzeugten „inneren Sekrete“ handeln verhältnismäßig wenig Mitteilungen. Erwähnt seien die Versuche des Italieners *Carlo Foa*. Er entfernte an jungen männlichen Hühnern die Zirbeldrüse. Es ist dies ein kleines drüsenartiges Organ, worin bekanntlich in früheren Zeiten beim Menschen der „Sitz der Seele“ vermutet wurde. Bei den operierten Hühnern entwickelten sich die Hoden und der Kamm, der zu den sog. sekundären Geschlechtscharakteren gehört, außerordentlich stark. Auch der Geschlechtstrieb zeigte eine erhebliche Steigerung. Dieselbe Operation an jungen Hennen ausgeführt, hatte keine wesentliche Änderung im Gebiet der Geschlechtssphäre zur Folge. — Bekanntlich enthalten *Muskeln Glykogen*, die sog. tierische Stärke. Der *Gehalt* daran ist bei mehreren Tierarten in den verschiedenen Jahreszeiten verschieden. *Maignon* zeigte, daß hier ein bestimmter Zusammenhang mit dem Geschlechtsapparat vorliegt. So sind z. B. Muskeln männlicher Meerschweinchen konstant glykogenreicher als die weiblicher Tiere. Nach Kastration von Männchen nimmt bei ihnen das Glykogen ab,

während umgekehrt nach Einspritzung von Hodenextrakt eine Zunahme eintritt. Die gleiche Einspritzung bei weiblichen Tieren oder Kastraten bleibt aber wirkungslos. — Der Einfluß der Jahreszeit scheint daher vielleicht auch über den Genitalapparat zu laufen, da wir ja wissen, daß dieser gleichzeitig mit dem Saisonwechsel Veränderungen erfährt.

Mindestens ebensoviel, wie auf den Gebieten der chemischen oder wie man häufig sagt, der vegetativen Physiologie, ist auf denen der *physikalischen* oder *animalen Physiologie* auf dem Kongreß geleistet worden. Ja wahrscheinlich sogar mehr, und dies wohl darum, weil Fragen aus diesem Teile mehr Anlaß zu demonstrierbaren Versuchen geben. Dadurch entziehen sich aber diese Mitteilungen noch mehr einer Wiedergabe und wir müssen uns namentlich hier mit einer kursorischen Darstellung begnügen. —

Viel besprochen wurde die *Herz- und Kreislaufphysiologie*. Besonders den *elektrischen Vorgängen* bei der Tätigkeit des Herzens, die durch die Einthovensche Erfindung des Saitengalvanometers verhältnismäßig leicht und exakt zu beobachten sind, hat man verschiedene Vorträge gewidmet. So sprachen darüber der Berliner Physiologe *Boruttau*, die Engländerin *Florence Buchanan*, *Samojloff* aus Kasan, von Italienern *Fano* und *Spadolini* u. a. m. Herausgegriffen sei hier nur der Befund *Samojloffs*, wonach sich bei *Reizung* des bekannten Eingeweidenerven, des *Nervus Vagus*, der die Aktion des Herzens hemmt, *charakteristische Veränderungen der elektrischen Vorgänge* ergeben. Die Änderungen sind derart, daß sie im Verein mit Beobachtungen anderer den Schluß gestatten, daß sich während der Vagusreizung irgendwelche rückläufige Prozesse, gleichsam Aufbauvorgänge abspielen. Es ist, als ob in der durch die Hemmung erzeugten Ruhe wieder Heizmaterial herangeschafft wird, das dann nach Aufhören der Reizung des hemmenden Nerven wieder verbrannt werden kann. Diesem sehr interessanten Problem, d. h. der Frage, *welche Veränderungen der Vagus bei seiner Reizung im Herzen setzt*, ist auch *Hemmeter* aus Baltimore mehr im speziellen nachgegangen. Er suchte festzustellen, ob eine *Verschiebung* in den Elektrolyten Na, K, Ca, Mg stattfindet. Bekanntlich haben diese Stoffe einen erregenden bzw. hemmenden Einfluß auf die Mehrzahl der biologischen Prozesse. Das Hauptresultat der außerordentlich mühevollen Untersuchung von *H.* ist negativ. Es ließ sich nämlich weder im Herzen noch im Blut ein gesetzmäßiger Unterschied nachweisen, wenn zur Analyse normale Gebilde genommen waren oder solche aus Tieren, bei denen eine längere Vagusreizung stattgefunden hatte.

Als Erläuterung des eben Gesagten, daß Salze einen teils hemmenden, teils erregenden Einfluß haben, sei hier noch eine Mitteilung *Meltzers*, des bekannten Leiters des Rockefellerinstituts, erwähnt. Nachdem dieser Forscher schon früher die Hemmungswirkung des Magnesiums auf die verschiedensten biologischen Vorgänge gezeigt hatte, berichtete er auf diesem Kongreß, daß sich die Hemmung auch beim Menschen als Unterstützungsmittel bei Narkosen verwenden lasse. So gebrauchen Menschen für Bauchoperationen nach Magnesiumeinspritzungen etwa nur die Hälfte der sonst üblichen Menge Äther. Die Patienten waren sofort nach Wegnahme des Äthers bei klarem Bewußtsein und behielten noch $\frac{3}{4}$ Stunden hinterher eine völlige Gefühllosigkeit der Augen, über die ganze Körperhaut, Schleimhaut von Mund und Nase. Es würden sich also

ohne weiteres äußere Eingriffe haben vornehmen lassen.

Wie Klinik und Physiologie großen Nutzen voneinander haben können, zeigen die Mitteilungen des bekannten Innern Mediziners *Sahli* aus Bern und des auch als Psychologen geschätzten Groninger Psychiaters *Wiersma*. Mit Recht betonte *Sahli*, daß man bisher bei der Beobachtung des Pulses und bei seiner sphymographischen Aufzeichnung als eines Maßstabes der Zirkulation nur *einen* der beiden Energiefaktoren berücksichtigt hat: nämlich nur den Intensitätsfaktor, die Änderung des Blutdrucks, nicht aber den Extensitätsfaktor. *Sahli* hat nun einen *Apparat* konstruiert und auch dem Kongresse gezeigt, womit es zu einer *wirklichen Arbeitsmessung des Pulses* kommt, zur sog. *Sphymobolometrie*.

Dem eben erwähnten Kliniker *Wiersma* verdankt die Physiologie eine einfache Anordnung, den *Puls* und seine Schwankungen bei verschiedenen Zuständen fortlaufend *während langer Zeit*, z. B. einer ganzen Nacht, zu registrieren. Die Versuchsperson erhält einen kleinen Gummiballon in die Hand, die dann mit einer Flanellbinde mäßig fest umwickelt wird. Das Zusammenpressen bzw. Lockerlassen des Ballons beim An- und Abschwellen der Blutgefäße, also der Volumenwechsel der eingeschlossenen Luft, wird durch einen Schlauch auf eine elastische Kapsel übertragen, die ihre Bewegung an einem Kymographion oder einer photographischen Platte aufzeichnet. Es sind mittels dieser Methode eine ganze Reihe von Einflüssen auf den Puls festzustellen, Stimmungsänderungen, hysterisch-epileptische Zustände haben einen solchen. Bemerkenswert ist auch, daß sich der Puls von Säuglingen auf diese Weise bequem registrieren ließ. —

Auch bei Versuchen an *Tieren* stellt sich mehrfach der Wunsch ein, eine einfache *Methode der Blutdruckmessung* zu haben, die das *Tier nicht schädigt* und die man *beliebig häufig* wieder vornehmen kann. Es ist dies z. B. durchaus nötig, wenn man den Einfluß einer bestimmten Ernährung auf das Zirkulationssystem untersuchen will. *Van Leeerssum*, der Pharmakologe aus Leyden, gerade mit solchen Fragen beschäftigt, hat darum ein Verfahren angegeben, eine große Halsschlagader, die Karotis, beim Kaninchen in eine langgestreckte Hauttasche zu nähen; das Gefäß mit seiner Hautumkleidung bildet dann gleichsam einen Henkel. Man kann so leicht eine Gummimanschette um das Gefäß legen und die Druckschwankungen beliebig oft ohne Verletzung des Tieres registrieren.

Ein viel behandeltes Problem der letzten Jahre ist die rein methodische Frage, *welche Manometer* geben die *Druckschwankungen* am *getreuesten* wieder? Eine sehr hübsche Konstruktion zeigte der Gießener Physiologe *Garten*. Eine mit Zinksulfat gefüllte Hohlrinne trägt eine elastische Membran. Wird diese bei Druckschwankungen mehr oder weniger eingedrückt, so wird der Querschnitt der Flüssigkeitssäule geändert. Stellt diese nun einen Zweig einer Wheatstoneschen Brücke dar, so lassen sich Druckschwankungen als Widerstandsänderungen z. B. mit dem Saitengalvanometer deutlich registrieren. Dabei kann während des Versuches die Empfindlichkeit sofort durch Änderung der benutzten elektromotorischen Kraft in weiten Grenzen verändert werden und läßt sich leicht so weit steigern, daß 100 mm Quecksilber einem Saitenausschlag von 50 mm entsprechen.

Aus der *Muskelphysiologie* sei hier ein Problem erwähnt. Unsere *willkürlichen Muskelbewegungen* sind

keine Einzelzuckungen, sondern sie haben tetanischen Charakter, d. h. zahlreiche, sehr schnell aufeinander folgende Einzelkontraktionen sind zu einer einzigen, anscheinend einheitlichen Bewegung verschmolzen. Wieviel Einzelbewegungen oder richtiger *wieviel Einzelnervationen* hierbei vorhanden sind, ist ein häufig bearbeitetes Problem. Der Berliner Physiologe *Piper* hat dies wieder mittels des Saitengalvanometers angefaßt, indem er hiermit die jedem Innervationsstoß entsprechende Schwankung des Muskelstroms registrierte. Er findet die Zahl der Impulse beim Unterarm etwa 50 pro Sek.; diese Zahl wechselt nicht mit der Kraft der Kontraktion, wohl aber geht sie durch Ermüdung bis auf die Hälfte herunter.

(Schluß folgt.)

Antarktische Probleme.

Referat von Dr. H. Michaelsen, Berlin.

Über antarktische Probleme sprach Prof. Dr. A. Penck, Direktor des Geographischen Instituts und des Instituts für Meereskunde an der Universität Berlin am 22. Januar 1914 in der Preußischen Akademie der Wissenschaften. *Penck* führte aus, daß die großen Entdeckungsreisen der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts in weitem Umkreis um den Südpol herum Küstenstriche festgestellt haben, so daß man gleich annahm, daß der Südpol sich auf einem Kontinente befindet. Dieser Auffassung schloß sich *Petermann* bei der Zeichnung seiner Karte für *Stiellers* Handatlas nicht an, indem er an seine Stelle den „Antarktischen Ozean“ eintrug. Erst die Challenger-Expedition unter Sir *John Murray* befestigte 1874 wieder die Vorstellung von einem antarktischen Kontinent, für welche der Name „Antarktika“ vorgeschlagen wurde. Schon 1886 hat *Hans Reiter* auf Grund des bis dahin bekannten Küstenverlaufs und dessen Beziehungen zu den angrenzenden Ozeanen über den inneren Aufbau Antarktikas die Vermutung ausgesprochen, daß man hier, wie in Südamerika, ein Massiv und eine Faltingszone unterscheiden könne. Tatsächlich haben die Forschungen ergeben, daß dies Bild im großen und ganzen stimmt.

Im 20. Jahrhundert ging man systematisch an die Erforschung Antarktikas. Deutschland, England, Schottland und Schweden teilten sich die Arbeit, indem sie das Arbeitsfeld in 4 Quadranten teilten. Deutschland wählte das Gebiet südlich des Indischen und Atlantischen Ozeans, welches *Neumayer*, der verdienstvolle Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg, seit 1872 so warm als geeignete Einfallsroute empfohlen hatte. Es war sehr wahrscheinlich, daß in der Flucht Wilkesland—Kempland Land anzutreffen war. Und *Neumayer* vermutete mit einigem Recht, daß die Küste Antarktikas südlich von Kerguelen weiter nach Süden zurückspringt, da es dem Challenger mühelos gelungen war, hier über den Polarkreis vorzudringen und große Tiefen von über 3000 m zu loten. Daraus schloß *Neumayer*, daß man hier wahrscheinlich ein Westgestade des Südviktorialandes antreffen würde. Leider hatte die I. Deutsche Antarktische Expedition das Mißgeschick, zu spät nach Süden aufzubrechen, so daß sie noch nördlich des Polarkreises auf offenem Meere einfror und den Plan aufgeben mußte, das hier gesichtete Gestade weiter nach Westen zu verfolgen. Sie mußte sich daher auch darauf beschränken, auf

mehreren kleinen Schlittenreisen den Gaußberg zu untersuchen, der aus vulkanischen Gesteinen besteht. Aus dem gedrehten Material aber konnte man schließen, daß südlich vom Gaußberg andere Gesteine vorherrschen.

Die schottische Expedition war in der Wedellsee angesetzt. Sie entdeckte das Coatsland, vermochte aber nichts über die geologische Zusammensetzung zu ermitteln.

Außerordentlich reich aber waren die Ergebnisse der englischen und schwedischen Expedition. *Scott* zeigte, daß das Roßbarriere-Eis sich in seiner ganzen Erstreckung mit den Gezeiten hebt und senkt, und daß es sehr wahrscheinlich wenigstens noch bis zum 82° S. schwimmt. *Scott* hat aber hier noch häufige feuchte Südwinde beobachtet, welche Sir *Clements Markham* zu dem Schlusse veranlaßten, daß zwischen Roß- und Wedellsee eine Verbindung vorhanden ist. Durch *Scotts* Beobachtungen wurde auch Licht in die Frage des geologischen Aufbaus von Süd-Viktoria-Land gebracht. Es zeigte sich, daß es einen ganz ähnlichen Aufbau hatte, wie Brasilien, ein Massiv aus alten stark gestörten archaischen Gesteinen, über welches sich zunächst kambrische Kalke, dann eine mächtige Sandsteindecke und endlich eine Diabasdecke lagert.

Ganz anders lagen die von den Schweden untersuchten geologischen Verhältnisse von Grahamland. *O. Nordenskjöld* gelang es, seine Station inmitten fossilreicher mesozoischer und tertiärer Ablagerungen zu errichten, welche schon von *Larsen* nachgewiesen waren. Es konnte der Nachweis erbracht werden, daß im Osten von Grahamland dieselbe geologische Schichtfolge vorhanden ist, wie im Osten von Patagonien, und daß die Westküste von Grahamland aus denselben andinen Gesteinen aufgebaut ist, wie West-Patagonien. Damit hat *O. Nordenskjöld* den Nachweis von der fundamentalen Verschiedenheit im geologischen Aufbau von Ost- und West-Antarktika erbracht. *Sueß* schloß aus diesen wichtigen Entdeckungen, daß wir es in den Südsandwich- und den Südorkneyinseln mit einem ähnlichen Bogen zu tun haben, wie ihn die amerikanischen Cordilleren in den Antillen machen. Dadurch wurde ein neues Problem in der antarktischen Forschung in den Vordergrund gerückt: das Verhältnis der Ketten von Westantarktika zum ostantarktischen Massiv.

Diese Entdeckungen veranlaßten *Penck* 1910, *Filchner* auf dieses Problem hinzuweisen und ihm zu raten, seine Forschungen in der Wedellsee anzusetzen, zumal die schwedische Expedition östlich von Grahamland ein tiefes barometrisches Minimum nachgewiesen hat, wie es sich in der Regel nur über größeren Meeren auszubilden pflegt.

Filchner griff das Problem auf und konnte tatsächlich den Nachweis erbringen, daß die Wedellsee sehr viel weiter, bis $77^{\circ}45'$, nach Süden reicht, als *Bruce* angenommen hat. Es konnte aber noch eine wichtige Entdeckung gemacht werden. Als die Expedition durch den Verlust ihrer Winterstation gezwungen wurde, mit dem Eise driftend, die Heimreise anzutreten, kam das Schiff in die Nähe des Morellandes und lotete hier ganz beträchtliche Tiefen. *Filchner* hat dann hier mit *König* und *Kling* das Schiff verlassen und über das Meereis eine mehrtägige Schlittenreise gemacht, auf der die Entdeckung gemacht wurde, daß das Morelland nicht existiert. Diese Feststellungen allein genügen, um das von *Bruce* nach den Angaben von *Krümmel* auf 14,2 Millionen Quadratkilometer berechnete Areal Antarktikas auf 13,5 Quadratkilometer zu reduzieren. Eine weitere

wichtige Feststellung war die, daß die Wedellsee im Süden von einer der Roßbarriere ganz ähnlichen Eiswand abgeschlossen wird. Während aber *Scott* und *Shakleton* in unmittelbarer Nähe der Roßbarriere erhebliche Tiefen loteten, fand man an der Filchnerbarriere keine großen Tiefen, so daß die Frage, ob Land oder See zwischen Roß- und Wedellsee, zugunsten des Landes entschieden zu werden scheint. Endlich wurden zwischen den Südorkney- und den Südsandwichinseln ganz geringe Tiefen gefunden, wo man früher Tiefen bis zu 4000 m vermutet hatte, so daß die Sueßsche Annahme eines unterseeischen Sockels, welcher mit dem Antillenbogen große Ähnlichkeit hat, an Wahrscheinlichkeit gewinnt.

Dem kühnen Südpolentdecker *Amundsen* danken wir aber Feststellungen von ganz besonderer Tragweite: *Amundsen* drang auf dem Roßbarriere-Eis nach Süden vor und fand zunächst, daß dies bei etwa 85° S zwischen zwei Bergketten endete. Die eine, die Kronprinz-Olaf-Gipfel verlaufen in NW—SO - Richtung und scheinen eine Fortsetzung der von *Shakleton* entdeckten Königin-Alexandra-Kette zu sein. Die andre Kette, das Carmenland, hatte im allgemeinen NO—SW - Richtung, und *Amundsen* vermutet, daß zwischen diesem Gebirge und dem König-Eduard VII.-Land noch weiteres Land vorhanden ist, für welches *Penck* den Namen „Amundsenland“ vorschlägt. Daraus scheint hervorzugehen, daß das Carmenland mit dem König-Eduard VII.-Land in Zusammenhang steht. Bei seinem weiteren Vorstoß aber entdeckte *Amundsen* noch eine weitere Kette, das Königin-Maud-Gebirge, mit Gipfelhöhen von über 5000 m, welches in derselben im großen und ganzen südlichen Richtung zu verlaufen schien, wie der von *Shakleton* aufgenommene Steilabfall von Ostantarktika. Die gesammelten Gesteine zeigen große Ähnlichkeit mit denen vom König-Eduard VII.-Land und denen, welche *Scott* und *Shakleton* am Steilabfall von Ostantarktika sammelten. Daraus scheint hervorzugehen, daß die ganze Umgebung der Roßsee zum antarktischen Massive gehört, und daß sich die westantarktischen Ketten nur auf das Grahamland beschränken. Aber *O. Nordenskjöld* glaubt nicht, daß diese Gesteine archaisch sind und kann sich daher dieser Folgerung nicht anschließen. Zu einer ganz ähnlichen Hypothese kommt *Penck* bei Betrachtung der Oberflächenformen der neu entdeckten Gebirge. Er weist zunächst darauf hin, daß der Plateaucharakter von König-Eduard-Land noch kein Beweis für seine Zugehörigkeit zum ostantarktischen Massiv ist. Wir wissen, daß Ketten sich dort, wo sie enden, abzuflachen pflegen. Ferner neigt *Penck* dazu, das Königin-Maud-Gebirge eher als westantarktische Kette aufzufassen, da die größten Erhebungen unserer Erde stets den Ketten und nie den Massiven angehören. Endlich weist *Penck* darauf hin, daß die Ähnlichkeit der Gesteine kein Beweis für die Zugehörigkeit zum ostantarktischen Sockel ist, da nicht die Gesteinsbeschaffenheit, sondern die Struktur maßgebend ist. Die Pencksche Arbeitshypothese soll das Problem also in eine bestimmte Richtung lenken: gehört das Königin-Maud-Gebirge zu Ostantarktika und ist es eine Fortsetzung vom Coatsland und dem Prinzregent-Luitpold-Lande oder gehört das Königin-Maud-Gebirge zu den westantarktischen Ketten und zieht es sich zum Grahamland hin?

Diesem Problem wollen sich jetzt zwei neue antarktische Forschungsunternehmen widmen. Zu-

nächst ist es Dr. *Felix König*, der Begleiter *Filchners* auf der Schlittenreise zum angeblichen Morelland, welcher mit der österreichischen Antarktischen Expedition dem Abfall des Prinzregent-Luitpold-Landes nach Süden folgen will, um die Beziehungen von Ost- und Westantarktika festzustellen und die Stellung des Königin-Maud-Gebirges zu klären.

Dieselbe Aufgabe hat sich vor kurzem auch Sir *Ernest Shackleton* gestellt. Auch er macht sich die Ergebnisse der Filchnerschen Expedition zunutze und will seine Forschungen von der Wedellsee aus beginnen. Sein Plan geht insofern weiter, als er versuchen will, von der Wedellsee nach der Roßsee durchzustoßen.

Penck fragt nun mit Recht, ob es empfehlenswert ist, zwei große Expeditionen zur Lösung derselben Aufgabe zur selben Zeit an derselben Stelle anzusetzen und ob es nicht besser wäre, wenn jeder von dem Gebiete, mit dem er vertraut ist, ausginge und die große Aufgabe von verschiedenen Seiten angepackt würde.

Endlich weist *Penck* noch auf ein weiteres antarktisches Problem hin, welches lange Zeit, seit 1840, unter dem Glanze dankbarer Aufgaben vernachlässigt worden ist, das Problem der Umgrenzung Antarktiskas. Erst *Douglas Mawson* hat sich 1912 wieder in den Dienst dieser Aufgabe gestellt. Seine Expedition legte in der Commonwealthbucht (Adélieland) und auf der östlichen Fortsetzung des Kaiser-Wilhelm II.-Landes je eine Station an. Von beiden Stationen wurden weite Schlittenpartien unternommen, auf welchen der Gaußberg erreicht wurde und im ganzen etwa 1000 km Küste neu aufgenommen wurden. Damit sind etwa 2600 km Küste des Wilkeslandes festgelegt. Die geologische Ausbeute zeigt, daß es denselben geologischen Aufbau hat, wie das Süd-Viktoria-Land.

Weitere neue Kenntnisse vom Umriß Antarktiskas besitzen wir nicht. Eine offene Frage ist es noch, wie weit sich die Küste zwischen dem Kaiser-Wilhelm II.-Land und dem Kemplande zurückzieht, dort, wo die Challenger südlich vom Polarkreis Tiefen von 3050 m angelotet hat, wie sie *Drygalski* später weiter östlich erst 250 km nördlich vom Polarkreis antraf. Über die geologische Zusammensetzung der weiteren Küsten stellt *Penck* Vermutungen auf, welche sich auf das von der „Valdivia“, der „Challenger“ und der „Scotia“ gedrehte Material stützen. Danach scheint es sich um ein stark abgetragenes Massiv mit Sandsteindecke zu handeln.

Einige andere Expeditionen haben auch versucht, die Küsten von Westantarktika festzulegen. Es wurden vom Schiff zwischen Alexanderland und Charcotland hohe Küsten gesichtet, aber östlich der Peter-Insel wiederum über 4000 m gelotet, so daß man vermuten darf, daß hier die Küste wieder erheblich zurückspringt.

Durch alle diese Forschungen ist uns zwar ein großes Stück der antarktischen Küste neu bekannt geworden. Dennoch weist *Penck* darauf hin, daß wir erst die Hälfte der Gestade kennen.

Die großen Probleme, welche in Antarktika zu nächst gelöst werden sollten, sind also:

1. Beziehungen von Ost- und Westantarktika,
2. Umfang von Antarktika.

In Ergänzung des Referates dieses Vortrages, in welchem nur die großen Gesichtspunkte behandelt worden sind, darf ich noch darauf hinweisen, daß alle Expeditionen sich selbstverständlich neben den Haupt-

aufgaben noch andere stellen, welche den Grund für wichtige Spezialuntersuchungen bilden sollen. *E. David*, Professor der Geologie und physikalischen Geographie in Sydney, hat am 9. Februar 1914 vor der Royal Geographical Society in London (*Nature* vol. 92, Nr. 2319, 19. II. 14, S. 700/702) ebenfalls über „Antarktische Probleme“ gesprochen, indem er u. a. auf einige speziellere Fragen hinweist. Dabei empfiehlt er *Shackleton*, die Wedellsee als Ausgangspunkt zu nehmen, obgleich seit langem bekannt ist, daß *König* hier ansetzen will. Nachdem er sich ebenfalls über die Stellung des Königin-Maud-Gebirges in der Frage der Beziehungen von Ost- und Westantarktika geäußert hat, macht *David* auf die Vulkane aufmerksam. Das westliche Ufer der Roßsee stellt sich als eine große vulkanische Zone dar, welche sich vom Erebus, Morning und Discovery im Süden bis nach Kap Adare erstreckt und von weiteren kleineren Zonen in ostwestlicher Richtung gekreuzt zu werden scheint. Ein weiteres vulkanisches Gebiet haben wir im Grahamland, welches sowohl auf der Westseite (*Bridgman*, *Paulet* und *Deceptioninseln*), als auch im Osten (*Lindenberg*, *Christensen*, *Sealinseln* usw.) von Vulkanen begleitet wird. Ein Vergleich zeigt, daß die Roßseevulkane im Gegensatz zu den Vulkanen Westantarktiskas vom Plateautyp, also vollständig ohne Faltungserscheinungen sind. Auch die Laven und Tuffe der Roßzone stehen in scharfem Gegensatz zu denen von Westantarktika. Erstere sind ebenso ausgesprochen vom atlantischen Typ, wie letztere pacifischen Charakter tragen. Auch *David* ist mit *Nordenskjöld* der Meinung, daß nach den wenigen bekannten geologischen Tatsachen das King-Edward VII.-Land eher zu West-, als zu Ostantarktika gehört. *Debenham* hält das große Kohlenfeld, welches in fast horizontaler Ausbildung alle älteren Gesteine fast vom Pol bis nach Mawsons Station in Adélieland, also mehr als 2500 km weit, zu bedecken scheint, für jungpaläozoisch. Wie die Kohlenfelder von St. Catharina in Südbrasilien und Nordargentinien, welche weit von der andischen Faltungszone entfernt liegen, sind auch diese nur wenig gestört. *J. Griffith Taylor* hat auf den Falklandsinseln (*Granite Harbour*) fossile Fischschuppen von zweifellos devonischem Alter gefunden und die fossilen Fußspuren, welche *H. J. Ferrar* im Beaconsandstein Ostantarktiskas fand, haben eine solche Ähnlichkeit mit denen, welche *Nordenskjöld* im Devon Falklands antraf, daß man annehmen darf, daß sie beide devonisch sind. Diese mehr oder weniger horizontal gelagerten paläozoischen Kohlenfelder und devonischen Gesteine sind aber für das große niedrige Plateau im Osten der Anden charakteristisch.

Einer eingehenden Untersuchung empfiehlt *David* die fossile Flora der Kohlenlager, welche *Shackleton* seinerzeit oben am Breadmoregletscher gefunden hat. Der Fund von Wurzeln hat es sichergestellt, daß die fossilen Bäume auch da gewachsen sind, wo man sie jetzt findet, und es ist eins der interessantesten Probleme, zu untersuchen, wie es möglich war, daß da Bäume gewachsen sind, wo heute $\frac{1}{2}$ Jahr hindurch vollständige Dunkelheit herrscht, ob der Südpol im Paläozoicum an seiner heutigen Stelle war, oder ob die Kontinente wie Schollen auf der Erdoberfläche schwimmen und so ganz beträchtliche Wanderungen gemacht haben (*Murray, Lamplugh*).

Von großer Bedeutung ist die Untersuchung der meteorologischen Verhältnisse Antarktiskas. Es hat sich nachweisen lassen, daß die Eisverhältnisse in der Wedellsee in Beziehungen zu den Regenfällen in Chile

zu setzen sind, daher erscheint es wahrscheinlich, daß ähnliche Beziehungen zwischen Roßsee und Australien vorhanden sind. *David* empfiehlt daher, Material zur Feststellung des Kältepolars beizubringen und in den Tiefdruckgebieten der Roß- und Wedellsee Stationen zu errichten. Noch eine ganze Reihe von weiteren Problemen empfiehlt *David*: Untersuchung über das Zurückgehen des Eises, Bestimmung der Eismächtigkeit im Innern und seiner Beschaffenheit, Entwicklung des kontinentalen Shells und der unterseeischen Rücken.

So wird in Antarktika eine Fülle von Arbeit zu leisten sein. Die von *Penck* aufgeworfenen Probleme stehen aber zunächst noch im Vordergrund des Interesses. Zwei großangelegte Expeditionen wollen Klarheit in diese Fragen bringen und beide haben sich die Wedellsee zum Ausgangspunkt gewählt. Es wäre daher außerordentlich dringend nötig, daß *Shakleton* sich mit *König*, dessen Plan der ältere ist, in Verbindung setzt. Es ging vor einiger Zeit die Nachricht von einer „Südpolkonferenz“ durch die Blätter. Leider beruht diese auf einem Irrtum. Es handelte sich lediglich um eine rein private Unterhaltung zwischen *Amundsen*, *Evans* und *Filchner*, über welche mißverständliche Äußerungen in die Presse gelangt sind. Der Umstand aber beweist die unumgängliche Notwendigkeit einer solchen Konferenz. Auf keinen Fall sollte *Shakleton* die österreichische Expedition einfach ignorieren, wie er es am 14. Februar 1914 („Wiener Neue Presse“) getan hat. Daraus werden sich unabsehbare Schwierigkeiten entwickeln. Hier heißt es, die Sache vielmehr über den persönlichen Ehrgeiz zu stellen.

Eine Gewaltleistung wie die Durchquerung Antarktikas ist vom Standpunkt der wissenschaftlichen Ausbeute eine Energieverschwendung. Wenn dieselbe Energie an die systematische Bearbeitung eines von Sachverständigen aufgestellten Programms gewendet wird, so wird die Wissenschaft einen ungleich größeren Nutzen davon haben, und die Ehre, welche einem erfolgreichen Forscher zuteil wird, ist ungleich größer und dauerhafter, als die, welche ein sensationslüsternes Zeitungspublikum für eine außerordentliche sportliche Leistung zollen kann.

Dazu kommt noch ein zweiter Gedanke. *König* ist mit der Wedellsee vertraut und *Shakleton* kennt die Roßsee auf Grund zweier Expeditionen. Es scheint mir daher tatsächlich ratsam zu sein, daß *Shakleton* den reichen Schatz seiner Erfahrungen in der Roßsee ausnützt und nicht Zeit und Energie in der Wedellsee, die ihm völlig unbekannt ist, verschwendet. Was „Zeit“ bedeutet, hat uns doch das tragische Ende der Scottschen Expedition gelehrt. *Amundsen* war einen Monat früher fertig und traf am Pol sehr viel günstigere Witterungsverhältnisse als *Scott*. Zweifellos wird *Shakleton* in der Wedellsee sehr viel mehr Zeit bis zum Beginn der wirklichen Arbeit aufwenden müssen, als in der Roßsee. Die Aufgabe aber bleibt dieselbe, ob *Shakleton* von der Wedellsee oder von der Roßsee ausgeht. In der Roßsee aber kann er seine früheren Forschungen zum Abschluß bringen, wenn er bei dieser Gelegenheit auch die östliche Umrandung der Roßsee festlegt. Jedenfalls wird *Shakleton* der Wissenschaft einen weit größeren Dienst leisten, wenn er unterstützt durch reiche Erfahrungen ein großes Problem seiner Lösung entgegenführt, als wenn er mit der Durchquerung Antarktikas eine sportliche Gewaltleistung zustande bringt. Ich brauche wohl nicht erst darauf aufmerksam zu machen, daß das Gelingen der Durchquerung noch durchaus nicht

sichergestellt ist. Das Königin-Maud-Gebirge mit seiner Gipfelhöhe von etwa 5000 m kann dem Unternehmen unter Umständen ein schnelles Ende bereiten. Darüber scheint auch *Shakleton* sich klar geworden sein, sonst könnte er persönlich ja ruhig von der Roßsee ausgehen. Wenn auch eine solche Schwierigkeit dem Forscher den Mut nicht nehmen darf, so sollte sie ihn doch anregen, Wege zu suchen, welche das Ziel auf besserem Wege erreichen lassen. Zu diesem Zwecke ist eine Verständigung *Shakletons* mit *König*, welcher sofort mit dem Plan aufgetreten ist, die Filchnerische Expedition fortzusetzen, unbedingt erforderlich.

Zuschriften an die Herausgeber.

Beobachtungen über Röntgenstrahlinterferenzen.

Von M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen.

1. Die Tatsache, daß der Diamant im Gegensatz zu allen anderen bisher mit Röntgenstrahlen untersuchten Kristallen auch unter stumpfen Winkeln gegen den einfallenden Strahl Interferenzmaxima liefert, hängt bekanntlich nach der *Debyeschen* Theorie des Temperatureinflusses aufs engste mit der geringen Atomwärme des Diamantes zusammen. Da auch das Silicium bei Zimmertemperatur erhebliche, wenn auch kleinere Abweichungen vom Dulong-Petitschen Gesetz zeigt (seine Atomwärme beträgt 4,85), so untersuchten die Verfasser auch diesen Kristall daraufhin, fanden aber keine Spur einer derartigen Strahlung „nach hinten“. Ob dieser Unterschied gegen den Diamant auf der Wärmebewegung oder nur darauf beruht, daß beim Silicium infolge einer anderen Gitterkonstanten solche Wellenlängen nach hinten gestrahlt werden müßten, welche im kontinuierlichen Spektrum der einfallenden Strahlung nicht mehr vorhanden sind, muß dahingestellt bleiben.

Den *Debye*effekt zeigt Silicium sehr deutlich. Bei Erwärmung auf 520° C. in dem an anderer Stelle beschriebenen Ofen¹⁾ verschwinden die schwächeren bei —110° (Kristall im Dewargefäß unmittelbar über flüssiger Luft) auftretenden Interferenzpunkte vollständig, die stärkeren bleiben zwar bestehen, zeigen aber eine erhebliche Abnahme der Intensität. Da kein einheitliche Siliziumkristall und auch keine zwei übereinstimmenden Stücke davon zu erhalten waren, wurde dasselbe Stück einmal bei der höheren, das andere Mal bei der tieferen Temperatur untersucht. Trotzdem so die Schwankungen in der Härte der Röntgenröhre in ihrer Wirkung auf das Interferenzbild nicht ebensogut ausgeschaltet waren wie bei den früheren Versuchen, bei denen stets zwei nur in der Temperatur verschiedene Kristalle gleichzeitig untersucht wurden, so scheint uns das Ergebnis doch beweisend, weil die Belichtungszeit bei —110° nur 1½, bei +520° hingegen 6 Stunden bei gleicher Belastung der Röhre und gleich starker Absorption der Röntgenstrahlen (in den Wänden des Dewargefäßes im einen Fall, in Asbestschichten im anderen) betrug.

2. Herr *Friedrich* beschreibt in seinem Vortrag auf der 85. Naturforscherversammlung in Wien gewisse neben den Interferenzpunkten auftretende Kreuzgitterspektren²⁾. Es schien uns wahrscheinlich, daß

¹⁾ M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen, Phys. Z.-S. 15, 75, 1914.

²⁾ W. Friedrich, Phys. Z.-S. 14, 1079, 1913.

diese nicht eigentlich dem Raumgitter des Kristalles ihre Entstehung verdanken, sondern wesentlich an das Auftreten vieler die Regelmäßigkeit des Raumgitters störenden Spaltflächen gebunden sind. Ist nämlich diese Regelmäßigkeit in einer Richtung häufig gestört, so bleiben von den drei bekannten Bedingungen für das Auftreten einer merklichen Intensität nur zwei bestehen, ganz wie das in der Theorie der ebenen Kreuzgitter der Fall ist.

Wir sind nun zu einer Beobachtung gelangt, welche diese Ansicht stützt. Ein Stück trigonalen Magnesium-Hydroxydes ergab bei der Durchstrahlung längs der dreizähligen Achse zunächst Interferenzpunkte; als es aber auf 340° erwärmt und bei dieser Temperatur untersucht wurde, fanden wir ausschließlich 6 vom Mittelpunkt ausgehende Striche, welche offenbar den von Friedrich beschriebenen Kreuzgitterspektren wesensverwandt sind; sie sind nahe dem Mittelpunkt verhältnismäßig schwach, nehmen mit wachsender Entfernung davon an Intensität zunächst zu, um nach Überschreitung eines Maximums wieder abzuklingen. Die Intensitätsverteilung im Spektrum der einfallenden Röntgenstrahlung (d. h. abgesehen von den spektral homogenen Fluoreszenzanteilen) spiegelt sich unseres Erachtens in dieser Energieverteilung wieder. Nach der Abkühlung auf Zimmertemperatur traten bei erneuter Durchstrahlung noch mehr derartige Striche, aber kein Interferenzpunkt auf. Zugleich zeigte sich, daß der anfangs durchsichtige Kristall vollständig trüb und sehr bröckelig geworden war, daß also zahlreiche neue Spaltflächen bei der Erwärmung in ihm entstanden waren.

Diese Versuche sind mit den vom Institut international de physique Solvay und von der Kgl. Preussischen Akademie der Wissenschaften gewährten Mitteln im physikalischen Institut der Universität Zürich durchgeführt.

Bemerkung zu dem Aufsatz von Holle „Gehirn und Seele“.

Zu der interessanten Frage, in welcher Weise sinngemäß die Gehirngewichte verschiedener Tiere verglichen werden können, möchte ich mir einige Worte der Ergänzung im Anschluß an den Aufsatz von Holle, „Gehirn und Seele“ in Nr. 12 erlauben.

Daß ein Vergleich der Hirngewichte mit den Oberflächen zu besseren Resultaten führt, als der Vergleich mit den Körpergewichten, geht aus Holles Ausführungen klar hervor, doch ist diese Betrachtung noch einer Vertiefung fähig, die E. Dubois¹⁾ schon 1898 erreicht und in einer Arbeit, die soeben erschienen ist²⁾, weiter ausgearbeitet hat. Wenn man ohne eine Voraussetzung über die Form des Gesetzes, nach dem bei Tieren von gleichen geistigen Fähigkeiten das Gehirngewicht als Funktion der Körpergröße variiert, die tatsächlichen Werte für Formen vergleicht, die möglichst verschieden groß sind, so erhält man eine zahlenmäßige Beziehung, die nicht einfach auf die Körperfläche hinweist. Die Dimension der Körperfläche ist $s^{2/3}$, wenn s

das Körpergewicht bedeutet, oder $s^{0,666}$. Vergleicht man ausgewachsene Tiere, die möglichst nahe verwandt sind und auf etwa gleicher Stufe der Entwicklung des Nervensystems stehen, z. B. Maus und Ratte, Katze und Löwen usw., so ergibt sich, daß die Dimension des Gehirns proportional dem Ausdruck $s^{0,555}$ ist, d. h., daß mit zunehmender Größe das Gehirngewicht noch etwas langsamer als die Oberfläche wächst.

Dubois hat den „Relationsexponenten“, den wir r nennen wollen, für alle großen Klassen des Wirbelstammes bestimmt und gibt ihn folgendermaßen an:

für Säugetiere	$r = 0,5613$
Vögel	$r = 0,558$
Reptilien	$r = 0,5436$
Amphibien	$r = 0,5501$
Fische	$r = 0,5576$

für Wirbeltiere im Mittel $r = 0,5554$

Die relative Größe eines Gehirns wird dann gemessen durch eine Zahl c , die Dubois als den „Cephalisationsfaktor“ bezeichnet und die sich nach der Formel berechnet:

$$c = \frac{e}{s^r},$$

wenn c das Gehirngewicht, s das Körpergewicht und r den Relationsexponenten 0,555 bedeutet.

Setzen wir den Cephalisationsfaktor für den Menschen gleich 100, so erhalten wir für andere Tiere die folgenden Werte, einerseits nach Holle, andererseits nach Dubois (umgerechnet)¹⁾:

	nach Holle	nach Dubois
Mensch . . .	100	100
Elefant . . .	33	44,5
Orang . . .	33	26,4
Pferd . . .	14,2	16,3
Makak . . .	26	12,9
Hund . . .	14,2	10,6 bis 12,7
Katze . . .	14,2	11,7
Wal . . .	1,88	9,80
Maus . . .	6,4	2,77

Bei den sehr großen und sehr kleinen Tieren weichen die Werte nach den beiden Berechnungsarten am meisten voneinander ab.

E. Dubois hat aber noch eine weitere bemerkenswerte Beobachtung gemacht, die für die Vergleichung verschieden großer Exemplare derselben Spezies wichtig ist: Innerhalb der Art gilt für die Vergleichung der Individuen nicht der oben angegebene Relationsexponent $r = 0,555$, sondern ein viel kleinerer. Er fand ihn

für den Ochsenfrosch zu	0,2316
für den Menschen zu	$\left\{ \begin{array}{l} 0,245 \\ 0,228 \end{array} \right.$

also im Mittel zu 0,23! Das Gewicht des Gehirns eines Menschen von 50 kg und eines solchen von 80 kg sind in ihrem Gewicht viel weniger voneinander verschieden, als die Gehirne zweier ausgewachsener Tiere verschiedener Spezies von denselben Körpergewichtsdifferenzen. Will man also die relative Gehirnentwicklung verschiedener Rassen vergleichen, so darf man ähnliche Gehirngewichte nicht, wie Holle es tut, proportional $s^{0,666}$ setzen, sondern nur proportional $s^{0,23}$. Das Gehirn des Japaners mit 1300 g bei 60 kg

¹⁾ Umgerechnet aus den Faktoren c von Dubois, indem der Wert für den Menschen willkürlich gleich 100 gesetzt wurde.

¹⁾ E. Dubois, Über die Abhängigkeit des Hirngewichtes von der Körpergröße bei den Säugetieren. Arch. f. Anthropologie Bd. 25, 1898, p. 1—28 und 423 bis 441.

²⁾ E. Dubois, On the relation between the quantity of brain and the size of the body in Vertebrates. Koninklijke Akad. van Wetenschappen te Amsterdam Vol. XVI, 1914, p. 1—22.

Körpergewicht würde danach nicht größer sein, als das des Europäers mit 1362 g bei 64 kg Körpergewicht, sondern *kleiner*. Erst bei 1342 g wäre es dem des Europäers gleich. Setzt man die Cephalisation des Europäers gleich 100, so hat der Japaner nur 92,6. Nun aber ergibt sich ein unerwartetes und ganz besonders interessantes Resultat bei der Vergleichung der Mittelwerte für Gehirn- und Körpergewicht bei den beiden Geschlechtern. Die Zahlen, die hier vorliegen, zeigen, daß sich Mann und Weib in bezug auf die Entwicklung des Gehirns *wie zwei verschiedene Spezies* von verschiedener mittlerer Größe verhalten, *nicht dagegen wie verschieden große Individuen derselben Art*. Es ergibt sich nämlich als Relationsexponent für die intersexuelle Vergleichung für den Menschen und den Budeng (Semnopithecus) der Wert 0,553, also genau der Wert, der für die Vergleichung verschiedener Spezies in allen Klassen der Wirbeltiere gefunden wurde. Rechnet man die folgenden Werte mit dem Exponenten 0,555 um, so erhält man:

	Körper- gewicht	Gehirn- gewicht	Cephalisations- faktor
Männer . .	63 685	1353,7	2,9183 = 100,00
Weiber . .	54 432	1233,2	2,9015 = 99,05

Der alte Streit um die relative Größe des männlichen und weiblichen Gehirns schlichtet sich danach in der Weise: beide Gehirne stehen genau in dem Verhältnis, wie die Gehirne zweier gleich gut „cephalisierter“ Tiere verschiedener Spezies.

Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Die obigen Ausführungen stellen in der Tat eine wertvolle Ergänzung meiner Erörterungen dar, insbesondere was den Nachweis einer Abweichung von der *genauen Proportionalität* der Hirngröße mit der Körperoberfläche betrifft. Eine solche zu behaupten, hat mir fern gelegen; ich habe nur dieses Verhältnis berechnet, um zu zeigen, daß eine wesentliche *Abhängigkeit* der Hirngröße von der Körperoberfläche besteht. Ich begreife nicht, nachdem *E. Dubois* diese schon 1898 erkannt hat, daß dann heute immer noch mit dem Vergleich mit der Körpermasse oder mit der absoluten Hirngröße gearbeitet wird. Was den Vergleich des Japaners mit dem Europäer betrifft, so möchte ich zur Erwägung stellen, ob nicht die Berechnung entsprechend verschiedenen *Arten* berechtigter ist als die für verschieden große Individuen derselben Spezies. Eine besondere Bedeutung der Untersuchungen *Dubois'* liegt, wie mir scheint, darin, daß sie einen bemerkenswerten Unterschied zwischen individueller Variation, auch durch Zuchtwahl gesteigerter und fixierter (Hund), und artlicher Verschiedenheit feststellen. Bei den individuellen Schwankungen der Gesamtgröße um einen Mittelwert ändert sich das Gehirn nur nach einem von der Länge abhängigen Verhältnis und verliert damit seine im Mittelwert vorhandene Orientierung nach der Oberfläche. Eine artgemäße Verschiedenheit der Größe bedeutet dagegen eine *neue Gleichgewichtslage*, die nach dem Oberflächenverhältnis eingestellt ist, das, wie ich wahrscheinlich zu machen versucht habe, auch bei der *Entwicklung* des Einzelwesens inne gehalten wird.

Prof. Dr. H. G. Holle, Bremerhaven.

Besprechungen.

Meyer, Kirstine, Die Entwicklung des Temperaturbegriffs im Laufe der Zeiten. Übersetzt aus dem Dänischen von Irmgard Kolde. Braunschweig, Fr. Vie-

weg & Sohn, 1913. 160 S. Preis geh. M. 4,—, geb. M. 4,80.

Wenn wir die Entwicklung des Temperaturbegriffs an Hand des vorliegenden Büchleins verfolgen, so gewinnen wir ein anschauliches Bild von den Kämpfen, die die Wissenschaft durchfechten mußte, um sich zur völligen Klarheit der Begriffe überhaupt hindurchzurufen. Vielleicht sieht man es gerade in der Wärmetheorie, die neben der Mechanik zu den ältesten Zweigen der Physik gehört, am deutlichsten, wie zunächst überall das Empfinden des Menschen oder seine durch mythologische Berichte beeinflusste Phantasie für die Beurteilung der Naturerscheinungen maßgebend ist, und wie erst nach jahrhundertelangen Kämpfen und dem zielbewußten Vorgehen einiger hervorragender Geister allmählich das rein Menschliche aus der Naturwissenschaft entfernt und durch objektive Wahrheit ersetzt wird.

In unserer rasch vorwärts strebenden Zeit bedeutet es eine Art Entsagung, sich in die wirren und unklaren Begriffe jener Zeiten zu vertiefen, in denen wenig experimentiert, die Natur meist schlecht beobachtet, dafür aber um so mehr philosophiert wurde. Dem Referenten ist es nicht leicht geworden, sich durch das Buch hindurchzuarbeiten, zumal der wesentliche Inhalt in ansprechenderer Form in den Prinzipien der Wärmelehre von *Mach* zu finden ist. Für den Historiker indessen hat das Werk *Kirstine Meyers* gewiß hohe Bedeutung, zumal viele Originale des näheren zitiert werden. Besonders eingehend wird der Einfluß *Olaf Römers*, des Landmannes der Verfasserin, auf die Entwicklung der Thermometrie behandelt.

Aus dem Inhalt des Buches mag hier folgendes mitgeteilt werden:

Der Begriff Temperatur konnte sich naturgemäß erst entwickeln, nachdem die wesentlichsten Grundtatsachen auf dem Gebiet der Wärme richtig erkannt waren. Man mußte sich vor allem darüber klar sein, wann zwei Körper gleich oder verschieden stark erwärmt sind. Zu Anfang des 17. Jahrhunderts war dies noch keineswegs der Fall. Die physikalische Erkenntnis ging damals in ihren Wurzeln noch auf Aristoteles und die Philosophen des Altertums zurück, in deren Theorien Liebe und Haß der Elemente eine wesentliche Rolle spielten. Ganz deutlich kommen die gleichen Gedanken in der Lehre von der Antiperistasis zum Ausdruck, die im 17. Jahrhundert große Bedeutung gewann. Ihr zufolge sollen Wärme und Kälte von selbst gesteigert werden, wenn sie von ihren Gegensätzen, Kälte oder Wärme, umgeben sind. Man unterschied damals Stoffe, die man an und für sich als warm ansah, wie Alkohol oder Pfeffer, von solchen, die man an und für sich für kalt hielt, wie Opium, Wasser, Erde oder auch die Luft. Daß derselbe Keller, der im Sommer kalt und im Winter warm erschien, auch wirklich je nach der Jahreszeit verschiedene Temperaturen besaß, galt als feststehende Tatsache. Bald hielt man die Wärme sowohl als die Kälte für einen Stoff, bald wurde angenommen, daß sie die Folgen verschiedenartiger Bewegung seien. *Gassendi* (17. Jahrhundert) unterschied Wärme- und Kälteatome, denen er kugelförmige Gestalt, aber verschiedene Größe zuschrieb. Nach dem Vorgange *Demokrits* dachte er sich die Wärmeatome als die Grundbestandteile, aus denen das Feuer gebildet wird. Für die grobsinnliche Vorstellungsart jener Zeit ist es bezeichnend, daß nach *Gassendi* die fetten und klebrigen Körper deshalb leicht Feuer fangen, weil sie die Feueratome leicht festhalten können.

Die Anzahl der wirklich richtig erkannten Tatsachen war gering. Im wesentlichen war es nur die eine, daß sich Luft, die in einem Behälter eingeschlossen ist, bei Erwärmung ausdehnt. Hierauf gründete bereits *Heron* (100 nach Chr.) einige viel bestaunte Einrichtungen, wie das selbsttätige Öffnen der Tempeltür, wenn auf dem Altar das Feuer entzündet ist. Die gleiche Grunderscheinung machte sich *Drebbel* (um 1600) bei seinem Perpetuum mobile zunutze. Es handelte sich dabei um eine Flüssigkeitssäule, die mit einem großen Luftvolumen in Verbindung stand und bei jedem Wechsel der Temperatur stieg oder fiel. Auch das primitive Thermometer, mit dem der Arzt *Sanctorius* die Höhe des Fiebers zu messen versuchte, ging auf dieselben Tatsachen zurück. Ähnlich wie *Sanctorius* konstruierte *Galilei* ein Instrument, das aus der Volumenänderung einer Luftmasse, die durch eine Flüssigkeitssäule abgeschlossen war, auf den Wärmezustand schließen ließ.

Diese ersten Thermometer besaßen zwar sehr viele Mängel, z. B. waren ihre Angaben vom äußeren Luftdruck abhängig, doch sind mit ihnen die Anfänge der Thermometrie gegeben. Der weiteren Entwicklung standen die fest eingewurzelten Anschauungen des Altertums, die erst nach und nach beseitigt werden konnten, lange hemmend im Wege. Die Florentiner Akademie, deren Thermometer große Berühmtheit erlangten, war eine der wenigen Stätten, an denen damals reine Wissenschaft getrieben wurde. In England trat *Boyle* (1660), der die Naturwissenschaft durch seine schönen und scharfsinnigen Versuche über die Gase lebhaft förderte, mit entscheidenden Beweisen der alten Anschauung von der Antiperistasis und der Existenz an sich kalter Körper (*primum frigidum*) entgegen. Von ihm wissen wir, daß er den Mangel einer allgemein gültigen thermometrischen Skala störend empfand.

Im Jahre 1702 konstruierte *Amontous* ein Luftthermometer, das im wesentlichen als ein Instrument konstanten Volumens anzusehen ist, und bediente sich desselben zur Eichung von Weingeistthermometern. Etwa um die gleiche Zeit stellte auch *O. Römer* zum eigenen Gebrauch Quecksilberthermometer her, die er durch zwei Fixpunkte, und zwar durch den Schmelzpunkt des Eises und den Siedepunkt des Wassers eichte. Das Intervall zwischen beiden Einstellungen teilte er in $52\frac{1}{2}$ gleiche Volumenteile und trug noch $7\frac{1}{2}$ ebenso große Teile unterhalb des Eispunktes bis zu einem von ihm mit 0 bezeichneten Punkt ab. Der Siedepunkt des Wassers erhielt also die Bezeichnung 60. Ganz ähnlich verfuhr *Fahrenheit* in Danzig, der wahrscheinlich mit *Römer* in Verbindung gestanden hat. Er nannte die Temperatur einer Mischung aus Eis, Wasser und Salz 0°, die Temperatur des ohne Salz schmelzenden Eises 32° und die Temperatur eines gesunden Menschen 96°. Der Siedepunkt des Wassers liegt in dieser Skala bei 212°. Je nach dem Meßbereich der Quecksilber- oder Weingeistthermometer kamen verschiedene Fixpunkte zur Anwendung. In den ersten Jahren hielt *Fahrenheit* sein Konstruktionsverfahren geheim und überraschte seine Zeitgenossen in hohem Grade durch die Übereinstimmung der von ihm verfertigten Thermometer. Die Skala von *Réaumur* stammt aus dem Jahre 1730. Sie bedeutet im Vergleich zu derjenigen *Fahrenheits* einen Rückschritt, da er nur einen Fixpunkt (Eis) benutzte und das Kapillarrohr des Thermometers in gleiche Proportionalteile des ganzen Volumens einteilte. Später schlug *Réaumur* vor, einen Weingeist von solcher Konzentration zu verwenden, daß 1000 Raumteile beim

Eispunkt sich auf 1080 Raumteile beim Siedepunkt des Wassers ausdehnen. *Celsius* (1742) bediente sich von vornherein der beiden Fixpunkte des Wassers. Er verfeinerte die Eichmethode, indem er auf die Änderung des Wassersiedepunktes mit dem Druck Rücksicht nahm.

Damit waren Thermometer mit im wesentlichen reproduzierbarer Skala gegeben. Bis zur scharfen Temperaturdefinition unserer Tage war indessen noch ein großer Schritt. Dazu mußte die ganze Theorie der Wärme erst weiter entwickelt werden. *Black*, der die bis dahin so rätselhafte Erscheinung aufklärte, daß beim Sieden eine Wärmezufuhr keine Temperaturerhöhung hervorruft, förderte die Wärmelehre sehr lebhaft, gleichzeitig aber bildete die von ihm stark betonte und dann fast allgemein anerkannte Ansicht von der stofflichen Natur der Wärme ein bedeutendes Hindernis für den weiteren Fortschritt. Durch diese falsche Theorie wurde *Carnot* verhindert, über seine berühmten Betrachtungen, betreffend den idealen Kreisprozeß einer Wärmemaschine, hinauszugelangen. Erst 20 Jahre später, nachdem *Mayer*, *Helmholtz* und *Joule* die Wärme als eine Form der Energie richtig erkannt hatten, gelang es *Clausius* (dessen Namen man übrigens vergeblich in dem vorliegenden Buch sucht) die Carnotschen Überlegungen umzuformen und zu dem zweiten Hauptsatz der Thermodynamik zu erweitern. Damit war der Grund zu der Definition der thermodynamischen Skala gelegt, die zuerst von *Sir William Thomson* (*Lord Kelvin*) aufgestellt wurde. Diese Skala ist unabhängig von jeglicher speziellen Eigenschaft eines Körpers (wie etwa die thermische Ausdehnung) und wird lediglich auf das Verhältnis zweier Wärmemengen, oder auf das Verhältnis von Wärme zur Arbeit bei einem idealen Carnotschen Prozeß zurückgeführt. Man kann die thermodynamische Skala verwirklichen, wenn man an den Angaben der Gasthermometer Korrekturen anbringt, die sich aus gewissen Versuchen über die innere Arbeit der Gase gewinnen lassen. Bestimmte Festsetzungen, die sich allerdings nicht auf spezielle Körper beziehen, sind aber auch hierbei nicht zu vermeiden. Man hat sie so getroffen, daß völlige Übereinstimmung zwischen der thermodynamischen Skala und derjenigen eines Gasthermometers besteht, das man sich mit einem idealen Gase gefüllt denkt. Die Ableitung der soeben erwähnten Korrekturen ist schwierig, sie erfordert die größten experimentellen Hilfsmittel unserer Zeit. Wir sind darum noch nicht in der Lage, die allein rationelle thermodynamische Skala vollständig verwirklichen zu können. Indessen steht zu hoffen, daß sie wenigstens in einem gewissen Bereich bald allgemein eingeführt wird. Dies ist um so nötiger, als die mangelnde Einheit der für wissenschaftliche Messungen allein in Frage kommenden gasthermometrischen Skalen sich mit zunehmender Schärfe der Beobachtungen immer mehr fühlbar macht und die internationale Wasserstoffskala (Gasthermometer konstanten Volumens, gefüllt mit Wasserstoff von 1000 mm Druck bei 0°), die im Jahre 1887 von vielen Kulturstaaten als Norm angenommen wurde, sich als ungeeignet erwiesen hat, die Einheit der Temperaturangaben außerhalb des Bereiches zwischen den beiden Fixpunkten des Wassers zu gewährleisten.

F. Henning, Berlin-Lichterfelde.

Blondlot, R., Einführung in die Thermodynamik. Mit Zusätzen und Verbesserungen des Autors versehene autorisierte deutsche Ausgabe der zweiten französi-

schen Auflage, besorgt von *Carl Schorr* und *Friedrich Platschek*. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1913. VIII, 102 S. Preis M. 4,—.

Der Verfasser beruft sich zur Rechtfertigung des Erscheinens seiner Schrift in deutscher Sprache auf eine Besprechung, die *Ostwald* der französischen Ausgabe gewidmet hat und in der er ausspricht, daß die Einführung wohl wert wäre, auch in deutscher Sprache herausgegeben zu werden. In der Tat ist die Schrift von ganz ausgezeichneter Klarheit und Anschaulichkeit, die im ersten Teil noch gefördert wird durch — von Abbildungen unterstützte — ausführliche Hinweise auf die experimentellen Grundlagen. Die neuere Entwicklung der Thermodynamik wird mit keinem Worte gestreift — die Grenze erscheint hier allzu eng gezogen. In solcher Beschränkung auf den Charakter einer Einführung aber dürfte die kleine Schrift wohl geeignet sein, zu einer ersten Klärung und Festigung der Grundbegriffe zu dienen. *Alfred Coehn, Göttingen.*

Kleine Mitteilungen.

Über die Farbe des Meerwassers sprach Dr. *E. Oettinger* (Berlin) am 20. Januar 1914 im Institut für Meereskunde: Nach Angabe der Mittel, mit denen die Wasserfärbung festgestellt wird, führte *Oettinger* die verschiedenen Theorien an, welche die Farbe des Meerwassers erklären wollen:

1. *Bunsen* zeigte, daß reines, d. h. destilliertes, Wasser, welches vollkommen luftfrei ist, bei einer Schichtdicke von etwa 5 m grünlich-blaue Färbung besitzt, welche bei noch größeren Dicken in Blau übergeht, falls das einfallende Licht weiß ist. Er erklärte das durch die Annahme, daß reines Wasser die roten Strahlen viel stärker absorbiert als die blauen. Dies wurde durch Messungen von *Hüfner* bestätigt. Dasselbe fanden auch *Albrecht*, *Aschkinä*ß und andere. Die Absorptionskurve des Wassers sieht im sichtbaren Teil des Spektrums so aus, daß sie mit relativ großen Werten im Rot dann ziemlich rasch abfällt und im Blau sehr nahe der Abszissenachse (Achse der Wellenlänge) verläuft. Im Grün liegt eine Absorptionsstufe von geringer Stärke und Breite. Nach *Bunsen* gelangt nun neben dem oberflächreflektierten Licht noch Licht ins Auge, welches an den im Wasser suspendierten mineralischen und organischen Körpern reflektiert wird. Dies ist aber um so blauer, je länger der Weg im Wasser ist, d. h. also je weniger Teilchen suspendiert sind. Je klarer also das Wasser ist, desto blauer ist seine Farbe. Der Satz wird mittels Durchsichtigkeitsmessungen gut bestätigt.

2. Die *Springische, chemische Theorie* ist der *Bunsen*-schen sehr verwandt. Nach ihr hängt die Farbe des Wassers nur von der chemischen Natur ab. Jede See hat eine charakteristische Absorptionskurve. *Spring* zeigt, daß die meist vorkommenden Salze in Wasser gelöst eine dem reinen Wasser sehr ähnliche Absorptionskurve zeigen. Nur die absoluten Werte sind geringer. Auch *Spring* meint, daß die suspendierten Teilchen nur reflektierend wirken. Für Binnenseen ist die *Springische Theorie* in vielen Punkten bestätigt worden. *Aufseß* stellt nach den Absorptionskurven 4 Typen von Binnenseen fest.

3. Die *Seretsche Theorie* faßt das Wasser als trübes Medium auf, gibt also den suspendierten Teilchen nicht

aur reflektierenden, sondern auch beugenden Einfluß. Kombiniert man diesen Einfluß mit der Eigenfarbe des Wassers, so erhält man eine Erklärung für das Blau, welche der für das Himmelslicht sehr ähnlich ist. Die Polarisation senkrecht zum einfallenden Strahl ist bei Binnenseen sicher nachgewiesen, bei Meerwasser fehlen zurzeit noch Messungen. Die Theorie erklärt die blaue und grüne Farbe der Meere.

4. Nach der *Rayleighschen Theorie* ist die Eigenfarbe des Wassers grün, da nie genügend Schichtdicken durchgemessen werden, um rote und gelbe Strahlen völlig zu absorbieren. Die blaue Farbe wird auf Reflex des Himmelslichtes zurückgeführt. *Rayleigh* zeigt, daß das Blau des Wassers und des Himmels dieselbe Intensität hat, muß aber Ausnahmen zugeben, so vor allem die Messungen in der Nähe von Aden. Daher kann diese Theorie nicht aufrechterhalten werden, wenn auch ein Einfluß in dieser Richtung nicht geleugnet werden kann.

Über die **Internationale Mittelmeerforschung** sprach Professor *Ed. Brückner* am 10. Februar 1914 im Institut für Meereskunde, Berlin. Der Fürst von Monaco hatte im Februar d. J. auf diplomatischem Wege zur ersten internationalen Mittelmeerkonferenz eingeladen, an welcher sich die Delegierten der Regierungen von Österreich, Italien, Frankreich, Spanien und Griechenland beteiligten. England und Ägypten hatten keine Vertreter geschickt. Der Zweck der Konferenz war, eine rationelle Bewirtschaftung des Meeres auf wissenschaftlicher Grundlage in die Wege zu leiten und die nötigen Vorarbeiten auf die interessierten Mächte zu verteilen. Die Konferenz hat nun zunächst die Profile bestimmt, welche regelmäßig in der 2. Hälfte der Monate Februar, Mai, August und November abgefahren werden sollen und diese an die Staaten verteilt. Sie gehen meist senkrecht zu Strömungen, soweit man diese kennt und führen sowohl durch die Tiefenbecken, als auch entlang der Schwellen. Die 232 Stationen erster Ordnung, zu denen sich noch eine ganze Reihe Stationen zweiter Ordnung gesellen, auf denen nur bis 50 m Tiefe gearbeitet werden soll, sind so angeordnet, daß sie in Küstennähe 20 Seemeilen, auf hoher See aber 50 Seemeilen voneinander entfernt liegen. Überall soll hydrographisch und biologisch gearbeitet werden, und zwar z. T. vielstündig, wie es Dr. *A. Merz* (Berlin) im Golf von Triest und auf den deutschen Feuerschiffen mit so großem Erfolge durchgeführt hat. Die hydrographischen Beobachtungen sollen in den Tiefen 0, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 300, 500, 1000, 2000 m und am Boden gesammelt werden. Mir scheint allerdings das Studium der mittleren Schichten größere Aufmerksamkeit zu verdienen. Die Untersuchung der Wasserbewegung ist durch regelmäßiges Aussetzen von Flaschenposten besonders da in Aussicht genommen, wo sie am größten ist, wie z. B. in den Meeresstraßen.

Die Hochseearbeiten sollen durch Forschungen von Küstenstationen, welche z. T. erst gegründet werden müssen, unterstützt werden, welche sich auf die Untersuchung der Tiefenverhältnisse, der Bodenbeschaffenheit, Verbreitung von Pflanzen und Tierwelt, Gezeiten usw. ausdehnen sollen.

Von der Durchführung dieses großzügigen Planes verspricht sich die Wissenschaft die Lösung großer hydrographischer Probleme. *Michaelsen, Berlin.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 14.

3. April 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Das Kugellager und seine Verbreitung im Maschinenbau. Von *Ingenieur Werner Ahrens, Winterthur.* S. 333.

Die europäische Syphilis am Ausgang des Mittelalters. Von *Dr. Paul Diepgen, Freiburg i. Br.* S. 338.

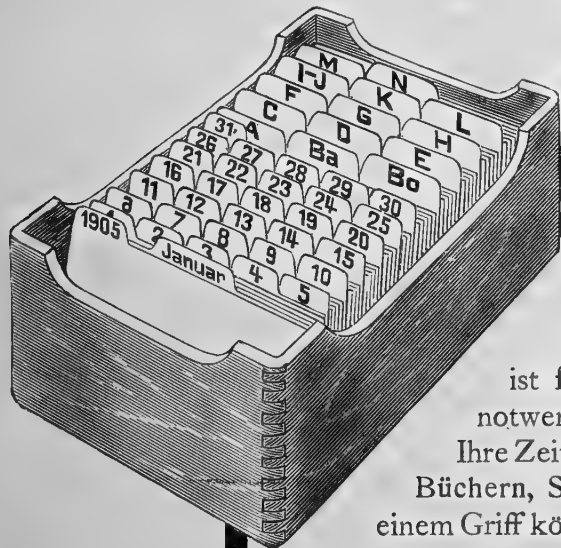
Der gegenwärtige Stand der Radium-Frage in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Von *Dr. Karl L. Henning, Denver.* S. 343.

Bericht über den IX. Internationalen Physiologenkongress in Groningen 2.—6. September 1913. Von *Dr. Ernst Laqueur, Groningen.* (Schluß.) S. 347.

Besprechungen. S. 350.

Astronomische Mitteilungen. S. 354.

Kleine Mitteilungen. S. 355.



Übersicht über das Arbeitsmaterial

ist für die Männer der Wissenschaft ebenso notwendig wie für Geschäftsleute. Vergeuden Sie Ihre Zeit nicht mit planlosem Suchen in ungesichteten Büchern, Separatabzügen, Zeichnungen u. dergl. Mit einem Griff können Sie zur Hand haben, was Sie brauchen!

Die Karthotek ist am Schreibtisch, in der Bibliothek, im Laboratorium, kurz überall, wo systematisch gearbeitet werden soll, ein wohlfeiles Hilfsmittel, das Ordnung und Übersicht unfehlbar aufrecht erhält. Verlangen Sie — ohne jede Kaufverpflichtung — nähere Auskunft von

GLOGOWSKI & CO., BERLIN N. 65.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 40 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Kryptogamenflora für Anfänger.

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse
für Studierende und Liebhaber.

Von

Professor Dr. Gustav Lindau,

Privatdozent der Botanik an der Universität Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem.

Soeben erschien:

Sechster Band:

Die Torf- und Lebermoose.

Von

Dr. Wilhelm Lorich.

Mit 296 Textfiguren.

Die Farnpflanzen (Pteridophyta).

Von

Guido Brause,

Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Textfiguren.

Preis M. 8.40; in Leinwand gebunden M. 9.20.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Über Rassenhygiene

Von

Dr. Kurt Goldstein

Universität-professor in Königsberg i. Pr.

1913. Preis M. 2.80

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

3. April 1914.

Heft 14.

Das Kugellager und seine Verbreitung im Maschinenbau.

Von Ingenieur Werner Ahrens, Winterthur.

Allgemeines (Entwicklung, Vorzüge).

Der Nichtfachmann pflegt in der Regel nur durch das Fahrrad, die Nähmaschine und ähnliche Gebrauchsgegenstände, allenfalls auch wohl durch das Automobil Kenntnis, wenn auch nur oberflächliche, vom Kugellager zu erhalten. Daß Kugellager seit neuerer Zeit für die verschiedensten Gebiete des Schwermaschinenbaues, zur Aufnahme großer, zum Teil sogar gewaltiger Lasten mit Erfolg verwendet werden, ist dagegen wohl nur den wenigsten bekannt, weswegen einige Erläuterungen zu diesem Kapitel von Interesse sein dürften. Allerdings wird diese Aufgabe dadurch erschwert, daß es sich hier nicht um einen großen neuen Gedanken, sondern um etwas Altbekanntes handelt, nämlich um die Nutzbarmachung des Umstandes, daß die Bewegung von Lasten durch Rollen, Wagenräder, Kugeln usw. außerordentlich erleichtert werden kann.

Wesentlich an dem Kugellager ist nicht der Gedanke an sich, sondern die vielen kleinen Mittel sind es, durch die das Lager erst praktisch brauchbare Formen erhält. Aus diesem Grunde ergibt sich, daß ich den Leser mit einer Reihe von Einzelheiten, die zunächst nur Interesse für den Spezialkonstrukteur zu haben scheinen, bekannt machen muß. Die Behandlung dieser Einzelheiten, die den Gegenstand der Sorgen und Schmerzen für den Konstrukteur bilden, gestattet dann auch gleichzeitig, einen weiteren Leserkreis einen kleinen Blick in die Werkstatt des Konstrukteurs tun und ihn dabei erkennen zu lassen, daß die Entstehung derartiger, unscheinbarer Massenproduktionsgegenstände von recht vielen Untersuchungen, Verfeinerungen des Materials, Verminderung der Herstellungskosten, dem Sammeln von Erfahrungen über Anwendungsmöglichkeit usw. abhängig sein kann. Da es vor dem Kugellager bereits ein brauchbares Element, nämlich das Gleitlager gab, konnte sich das erstere naturgemäß nur einführen, wenn die Überlegenheit nachgewiesen und in manchen Fällen zahlenmäßig festgestellt wird. In wie außerordentlichem Maße das Ergebnis vom Material, der Form der Laufbahnen, dem Genauigkeitsgrad u. a. abhängt, lassen einige Vergleiche erkennen. Vor mehreren hundert Jahren hat man in Einzelfällen (beispielsweise für Kirchturmwetterfah-

nen) bereits Kugellager verwendet, und diese aus widerstandsfähigem Material (Bronze oder Eisen) hergestellt. An die Stelle des Eisens ist inzwischen ein widerstandsfähigeres Material, nämlich der Stahl, getreten, dessen Härte nach der Bearbeitung durch Erwärmen und plötzliches Erkalten noch wesentlich erhöht werden kann. Durch die Benutzung gehärteter Ringe und Kugeln steigt die Belastungsfähigkeit auf das 20 fache eines flußeisernen Lagers gleicher Abmessungen. Ferner ist die Form der Kugellaufbahn von großem Einfluß auf die Tragfähigkeit. Die Genauigkeitsgrade bei der Herstellung sind ebenfalls auf das 50—100 fache des früher üblichen gestiegen, werden doch heute beispielsweise Kugeln ohne Schwierigkeit auf $\frac{1}{500}$ bis $\frac{1}{1000}$ mm genau geliefert. Je genauer aber die Lager, um so höher die Tragkraft, Lebensdauer und Betriebssicherheit.

Wenn auch das Prinzip des Kugellagers seit langer Zeit bekannt ist, so beginnt die Entwicklung des heute üblichen, aus bestem, Stahl hergestellten Präzisionskugellagers jedoch erst mit der Entwicklung der Fahrradindustrie. Die allgemeine Verbreitung des Fahrrades war nur möglich unter der Voraussetzung, daß die menschliche Energie zum Antrieb ausreicht. Um dieses Ziel zu erreichen, war die Verwendung des Kugellagers, das bald darauf im Automobilbau eine nicht minder wichtige Rolle spielen sollte, von außerordentlichem Vorteil. Aus der Geschichte des Automobils ist bekannt, daß die alsbald nach Erfindung der Dampfmaschine einsetzenden Bemühungen, praktisch brauchbare Kraftfahrzeuge zu konstruieren, scheiterten und scheitern mußten, weil die Wagen im Verhältnis zu den auf ihnen installierten Maschinen zu schwer und weil sie nicht genügend manövrierfähig waren. Verwirklicht wurde das Automobil erst viel später, und zwar durch die Verwendung von Material großer Festigkeit, durch die Anwendung schnelllaufender Motoren großer Leistungen pro Gewichtseinheit, durch die Einführung der Pneumatiks sowie durch eine Reihe sinnreicher Vorrichtungen, die die Manövrierfähigkeit des Wagens erhöhten und den Verschleiß der Pneumatiks verminderten, schließlich aber auch durch die Verwendung von Kugellagern für die vielen, im Automobil erforderlichen Getriebewellen und für die Achslager. Durch die Benutzung von Kugellagern ist eine bedeutende Verringerung des Kraftaufwandes möglich und damit wiederum die Wahl eines kleineren Motors, kleiner Benzin- und Kühlwasservorräte. Die Gewichtsver-

minderung gestattet wiederum, alle Teile des Wagens leichter zu wählen, und sie fällt besonders deswegen ins Gewicht, weil es sich nicht allein um Aufnahme ruhender Lasten handelt, sondern darum, daß die Konstruktionen den beträchtlichen, während des Fahrens auftretenden Massenwirkungen genügen müssen. Daher tragen die Kugellager wesentlich zur Verminderung der Herstellungskosten, des Verschleißes (besonders auch der Pneumatiks) und zur Verminderung des Brennstoffverbrauches bei. Eine wie große Rolle die Frage der Lagerung spielt, empfindet man angesichts der Überlegung, daß die gesamte Motorleistung eines in gleichmäßiger Fahrt befindlichen Automobils ausschließlich zur Überwindung von Reibungswiderständen aufgewendet wird: Luftreibung, Reibung der Laufräder auf dem Erdboden, Zahnradreibung sowie Reibung in den zahlreichen Lagern, und diese letztere ist bedeutend, sind doch für die Räder und Getriebe nicht weniger als 25—35 Kugellager erforderlich.

Durch die Entwicklung des Automobilbaus wuchs der Bedarf an Kugellagern der verschiedensten Größen, auch solcher bis zu mehreren tausend Kilogramm Tragkraft, so bedeutend, daß eine eigene Kugellagerindustrie entstand, die das neue Maschinenelement in großen Mengen als Präzisionsarbeit auf den Markt brachte und nach und nach auch für andere Anwendungsgebiete einzuführen vermochte. Die Vorbedingung für die Fabrikation brauchbarer Lager war, eine Klärung in bezug auf die Kraft- und Bewegungsverhältnisse zu schaffen sowie hinreichende Erfahrungen über das Verhalten der Kugellager im Betrieb zu sammeln. Im Jahre 1898 nahm Prof. *Stribeck* als Direktor der wissenschaftlich-technischen Versuchsanstalt zu Neubabelsberg umfangreiche Forschungsarbeiten in Angriff, die über all diejenigen Punkte, die im Laboratorium geklärt werden können, Licht verbreiteten. Die zweckmäßigsten Formen der Kugellaufbahn, die Reibungsverhältnisse, die zulässigen Belastungen, das Verhalten der Materialien, wurden durch diese Versuche bestimmt. Das Verhalten der Kugellager im Dauerbetrieb ergründeten die Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken, auf deren Veranlassung und mit deren Unterstützung Herr Prof. *Stribeck* seine Versuche unternommen hatte, durch eine große Zahl von Versuchen, die sie in ihren eigenen Probierräumen anstellten. Inzwischen ist eine eigene Kugellagerindustrie entstanden mit einer ganzen Reihe von Werken, die zum Teil Tausende von Arbeitern beschäftigen und die allein in Deutschland derzeit täglich etwa 40 000 Kugellager zu produzieren vermögen. Die vorerwähnten Stribeckschen Untersuchungen ergaben verschiedene Resultate, auf Grund derer Kugellager großer Leistungen verwirklicht werden konnten, da die aus diesen Untersuchungen hervorgegangenen Lager erheblich größere Trag-

kraft und erheblich längere Lebensdauer als die früher genannten besitzen.

Tragfähigkeit der Kugellager.

Neben dem Material spielt die Form der Lager eine ganz wesentliche Rolle, da von ihr einerseits die Tragfähigkeit, andererseits der Verschleiß abhängt. Da sich die Kugeln, sobald das Lager belastet wird, in die Laufbahnen eindrücken und sowohl Formänderungen der Kugeln wie der Laufbahn (wenn auch nur elastische Formänderungen) unvermeidlich sind, kann ein theoretisch genaues Abrollen weder bei

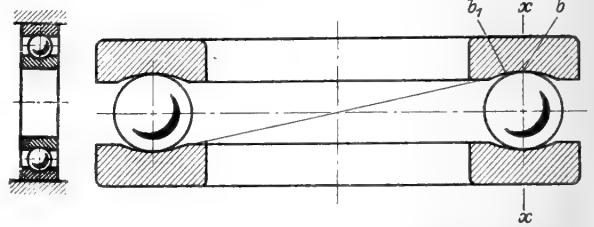


Fig. 1.

Fig. 2.

einem sog. Stützlager (Fig. 2), noch beim Traglager (Fig. 1) eintreten. Es galt nun, diejenige Form der Laufbahnen herauszufinden, die auf der einen Seite möglichst hohe Tragfähigkeit, auf der anderen Seite möglichst genaues Abrollen (denn je ungenauer das Abrollen, je größer der Verschleiß) garantiert. Die ursprünglichste und auch im Fahrradbau beibehaltene Form ist die des sog. Konuslagers, so genannt, weil die durch die Kugelberührungspunkte zur Wellenmitte gezogenen Tangenten der Kugeln, Mantellinien eines Konus sind. Diese Konuslager haben in geringem Maße das Vermögen, sich genau abzurollen. Genaues Abrollen würde nur möglich sein, wenn die Spitzen beider Konusse in der

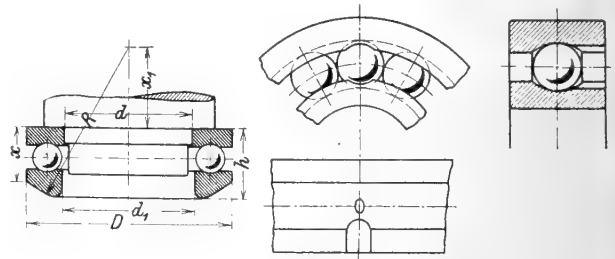


Fig. 3.

Fig. 4.

Wellenmitte zusammenfallen, eine Konstruktion, die sich verbietet, weil dann die Kugeln aus den Laufrillen herausgepreßt werden würden. Die Stribeckschen Untersuchungen ergaben, daß für das Traglager die in Fig. 1 bzw. in Fig. 4 und für das Stützlager die in Fig. 2 und 3 gezeigte Form die zweckentsprechendste ist. Dabei können bei den Traglagern die Laufrillenradien des Außenringes größer sein als die des Innenringes, weil die Kugeln sich am Außenring ohnehin besser anschmiegen. Der Einfluß der Kugelauf-

lagefläche ist aus der Fig. 5 leicht ersichtlich. Bei gleicher Belastung der Kugeln in den drei gezeigten Fällen sind die spezifischen Flächenpressungen in allen drei Fällen gleich. Wenn zwei gegeneinander gedrückte Kugeln der gleichen Flächenpressung ausgesetzt werden sollen, wie eine gegen eine ebene Fläche gedrückte Kugel, so muß also der Querschnitt viermal so groß sein, als der Querschnitt der gegen die ebene Fläche gedrückten Kugel. Andererseits zeigt sich, daß der Querschnitt der gegen die ebene Fläche gedrückten Kugel 2,52 mal so groß ist als der Querschnitt der spezifisch ebenso hoch belasteten, gegen eine kugelig (mit $d_1 = 2,7d$) ausgedrehten Pfanne gedrückten. Um ein besseres Bild von der Tragfähigkeit der Kugellager zu erhalten, sei gestattet, kurz auf einige Rechnungsgrundlagen einzugehen. Die zulässige Belastung einer Kugel pflegt man aus der Gleichung

$$P = k \cdot d^2$$

zu bestimmen, worin P die zulässige Belastung in Kilogramm, d der Kugeldurchmesser in Kubikmeter, k ein in der Regel zwischen 20

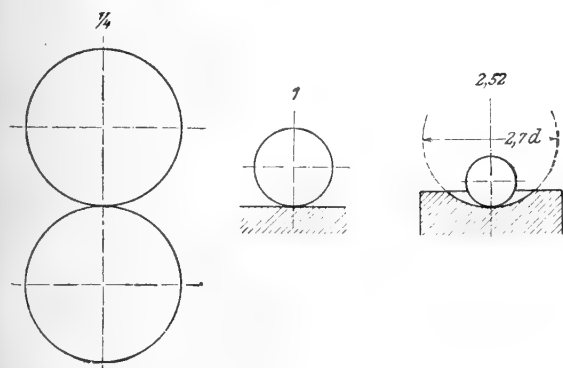


Fig. 5.

bis 200 schwankender Erfahrungskoeffizient ist. Eine Kugel von 1 cm Durchmesser kann demnach, wenn man $k = 100$ annimmt, mit 100 kg belastet werden. Bei einem Stützkugellager wird die Tragkraft, wie nicht weiter erklärt werden muß, gleich dem vorstehenden Wert *mal der Zahl der Kugeln*:

$$P_{\text{tot}} = n \cdot k \cdot d^2$$

Zahlenmäßig ausgedrückt ergibt sich beispielsweise für ein kleines Stützlager von 20 Kugeln, 1 cm Durchmesser, bei einem größten Kugellageringdurchmesser von 80 mm und bei Annahme des Belastungskoeffizienten mit $k = 100$, die respektable Tragfähigkeit von $P = 20 \cdot 100 \cdot 1^2 = 2000$ kg. Bei einem Traglager wird, da nur ein Teil der Kugeln und dieser in verschiedenem Maße an der Aufnahme der Belastung teilnimmt

$$P = \frac{n \cdot k \cdot d^2}{4,37},$$

also etwa $\frac{1}{5}$ mal so hoch, wie bei einem Stützlager mit den gleichen Kugeln. In der Regel kann

jedoch der Koeffizient k für Traglager größer als für Stützlager gewählt werden, besonders bei hohen Tourenzahlen.

Rollende Reibung; Energieersparnis.

Eine wesentliche Eigenschaft des Kugellagers und überhaupt der rollenden Reibung ist, daß der Reibungskoeffizient der Ruhe gleich demjenigen der Bewegung ist. Ein auf Kugellagern ruhender Eisenbahnwagen kann daher beispielsweise mit außerordentlich geringen Kräften in den Zustand der Bewegung versetzt werden, da sowohl die Räder auf den Schienen als auch die Achszapfen in den Kugellagern in erster Linie nur rollende Reibung verursachen. Aus diesem Grunde ist es möglich, einen solchen Wagen mit einem verhältnismäßig leichten Druck der Hand anzufahren. Wie groß die Unterschiede sind, ergibt sich aus der Gegenüberstellung, daß der Reibungskoeffizient der Ruhe von Gleitlagern allgemein 0,14 und der Reibungskoeffizient des Kugellagers 0,0011 bis 0,0014 ist. Im Augenblicke des Anziehens treten im Gleitlager also 100 mal so große Widerstände wie im Kugellager auf. Nimmt man als Gewicht des Eisenbahnwagens 15 000 kg an und als Durchmesser des Achszapfens $\frac{1}{8}$ des Eisenbahnraddurchmessers, so ist für die Überwindung der Lagerreibung, wenn der Kugellagerreibungskoeffizient 0,0012 ist, eine Kraft von nur

$$\frac{15000 \cdot 0,0012}{8} = 2,25 \text{ kg}$$

erforderlich. Die ganze Kraft, die zur Inangsetzung des Wagens erforderlich ist, erhöht sich noch um die Reibung der Räder auf den Schienen. Da es sich hier jedoch ebenfalls um rollende Bewegung handelt, sind auch diese Widerstände verhältnismäßig gering, wenschon sie diejenigen des Lagers wesentlich übersteigen. Je schneller die Bewegung wird, um so kleiner werden die Reibungskoeffizienten der Gleitlager, also um so geringer wird der Unterschied zwischen Gleit- und Kugellager, um so stärker fallen, um beim Beispiel des Eisenbahnwagens zu bleiben, die Luftwiderstände ins Gewicht. So ergibt sich bei einem mit 40 km p. Std. fahrenden Eisenbahnzug die Ersparnis, die durch die Kugellager gegenüber den Gleitlagern erreicht wird, zu etwa 15%. Bei all diesen Vergleichen ist zu berücksichtigen, daß, wie gesagt, die Lagerreibung nur einen Teil der gesamten Arbeit ausmacht. Die Reibung, welche die Räder auf den Schienen verursachen, bleibt in beiden Fällen die gleiche, desgleichen der Luftwiderstand und auch die Beschleunigungsarbeit, die beim Anfahren aufzubringen ist. Noch bedeutender fällt die Verminderung der Lagerwiderstände bei langsam laufenden Wellen ins Gewicht, beispielsweise bei Schiebebühnen, Draisinen, Leuchtturmdrehfeuern, Kranhaken, Wetterfahnen und dergleichen, da für diese die Gleitlager-Reibungskoeffizienten sehr hoch sind. Wenn man beispielsweise

eine als Statue ausgebildete Wetterfahne von 200 kg Gewicht dadurch zur Drehung bringen will, daß die eine ausgestreckte Hand der lebensgroßen Figur dem Wind eine Angriffsfläche bietet, dann ist für die Drehung nur ein Druck von 20 g auf die Handfläche nötig. Eine wesentliche Eigenschaft der Kugellager ist, daß die Reibungskoeffizienten bei den verschiedensten Geschwindigkeiten und den verschiedensten Belastungen nur ganz unwesentlich schwanken. Die Kugellager stehen hiermit in außerordentlichem Gegensatz zu den Gleitlagern, deren Reibungskoeffizienten in sehr starkem Maße von einer Reihe von Faktoren abhängig sind, nämlich von der Geschwindigkeit, mit der sich die Wellen auf

wenigsten Fällen möglich, ein Gleitlager so zu gestalten, daß es wirklich die günstigsten Reibungsverhältnisse aufweist. Bei großen Maschinen, die bei stets gleichen Lagerdrucken, ungefähr gleichen Temperaturen und gleichen Umdrehungszahlen laufen, und bei denen die Frage der Lagerung sehr wichtig ist, so daß Preßschmierlager verwendet werden, bei denen eine Ölhaut zwischen Welle und Auflager zur Verminderung der Reibung beiträgt, ist es verhältnismäßig leicht möglich, die Reibungsverluste klein zu halten. In großen Dampfturbinen oder elektrischen Maschinen treten in der Tat trotz Verwendung von Gleitlagern sehr geringe Widerstände auf.

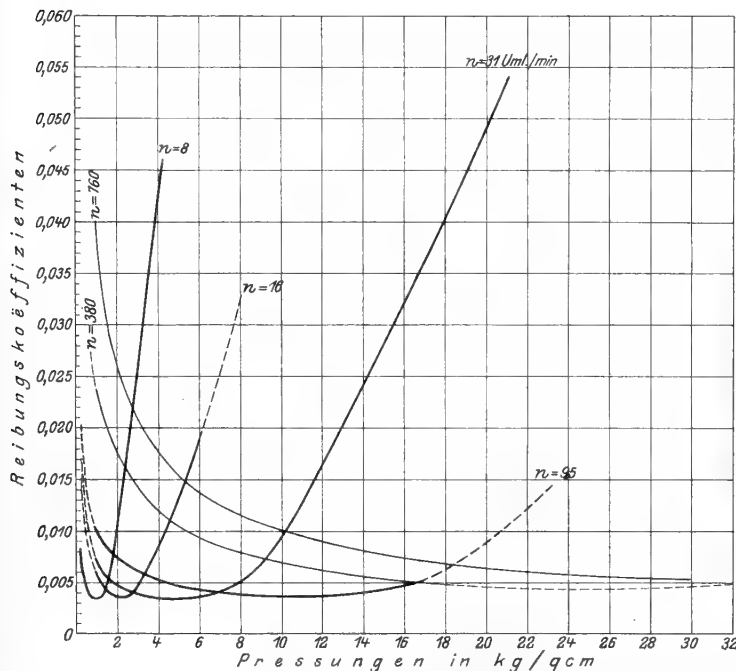


Fig. 6. Reibungskoeffizienten eines Gleitlagers für verschiedene Umlaufzahlen.

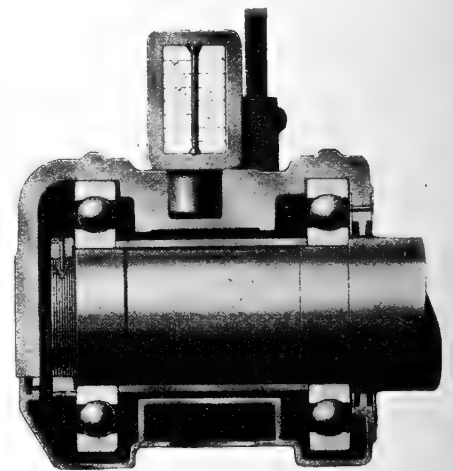


Fig. 7. Kugellager für Personenwagen. Konstruktion der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken.

der Unterlage drehen, von der Flächenpressung, von den Temperaturen, vom sog. Einlaufen. Die Verhältnisse der Gleitlager werden am klarsten durch die Kurvenschar Fig. 6 dargestellt, in die die Reibungskoeffizienten eines Gleitlagers für verschiedene Umlaufzahlen eingetragen sind und aus der als Beispiel die mit 8 Umdr./min. laufende Welle herausgegriffen werden soll. Schon bei einer verhältnismäßig geringen Schwankung der Belastung von 1 kg auf 4 kg pro cm^2 erhöht sich der Reibungskoeffizient von 0,04 auf 0,45, also den 11 fachen Betrag. Der Reibungskoeffizient erhöht sich jedoch, wie die Kurve zeigt, nicht nur bei Erhöhung, sondern auch bei Verminderung der Last. Druckverminderung von 1 kg auf 0,3 kg hat eine Vergrößerung des Reibungskoeffizienten auf das Dreifache zur Folge. In der Praxis ist es daher in den

Anwendungsgebiete. Zu den wichtigsten Anwendungsgebieten des Kugellagers gehören heute: Transmissionswellen, Schneckengetriebe, Kreispumpen, Krane, kleinere Elektromotoren und Dynamomaschinen, Automobile und Werkzeugmaschinen. Auch zur Aufnahme der zum Teil sehr bedeutenden Drucke der Schraubenwellen von Schiffen werden Kugellager benutzt, besonders dann, wenn die Energieersparnis von großer Wichtigkeit ist, wie beispielsweise im Kriegsschiffbau (Unterseeboote). Weitere Anwendung finden Kugellager für Zentrifugen, Wasserturbinen, Holzbearbeitungsmaschinen (Bandsägen, Kreissägen, Hobelmaschinen, Sägegatter), Textilmaschinen usw.

Die folgenden Beispiele erläutern die Anwendung des Kugellagers.

In Fig. 7 u. 8 sind Eisenbahnwagenlagerungen

dargestellt. Mit den Lagern Fig. 7 werden seit 1903 bei der Eisenbahnhauptwerkstätte Grunewald Versuche angestellt, und zwar an im regelmäßigen Vorortverkehr stehenden Eisenbahnwagen (je ein Wagen 2. und 3. Klasse). Die Versuche haben noch nicht zu einer allgemeinen Verwendung der Kugellager bei den Staatsbahnwagen geführt, da die im Eisenbahnbetrieb natürlich sehr hohen Anforderungen in bezug auf Betriebssicherheit zurzeit noch nicht als genügend erachtet werden. Dazu kommen die höheren Kosten und die weitgreifende Umgestaltung, die die gesamte Wagen-

beiden Wagen zusammen zeigt sich ein wesentlich geringerer Unterschied, denn in dem Augenblick, in dem der zweite Wagen angezogen wird, befindet sich der erste wegen der Verwendung nachgiebiger Kupplungen bereits im Zustand der Bewegung, so daß für ihn nicht mehr der Reibungskoeffizient der Ruhe in Frage kommt und die für seine Fortbewegung erforderliche Kraft deswegen bereits von 350 auf 48 kg gesunken ist. Die Messungen auf der Strecke bei 40 km Geschwindigkeit zeigten, daß die Widerstände für die Kugellagerwagen von 63 kg auf 88 kg *anwuchsen*, wäh-

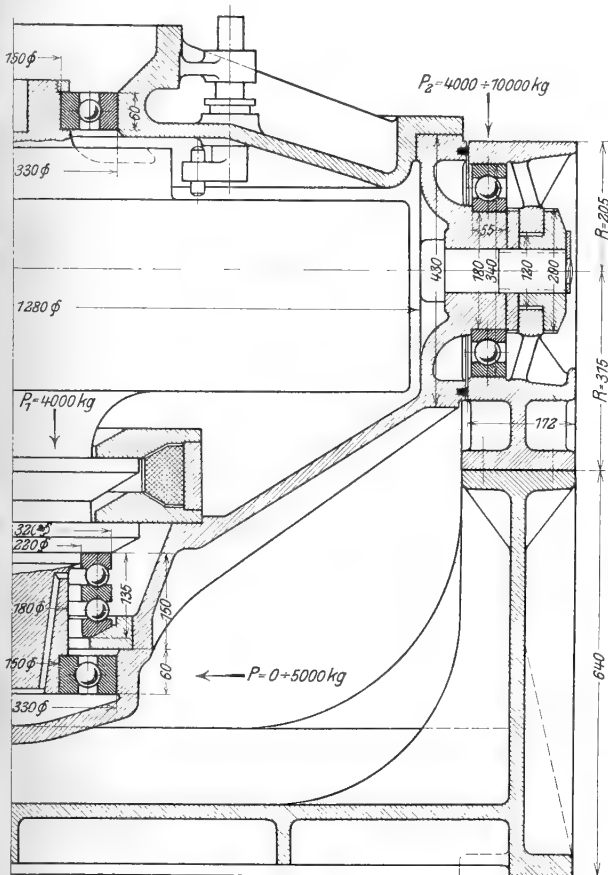


Fig. 9.

Lagerung eines Schiffskreisels. Kugellager der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken.

konstruktion erfährt. Die genauen Messungen über die Größe der Anzugswiderstände der Versuchswagen ergaben folgende Resultate:

	Gewicht in kg	Anzugskraft in kg	
		Gleitlager	Kugellager
1. Wagen . .	16 130	350	25
2. Wagen . .	17 020	400	40
Beide Wagen	33 150	448	63

Die Tabelle zeigt, daß bei Versuchen mit einem einzelnen Wagen die Unterschiede zwischen Gleit- und Kugellagern sehr bedeutend sind (Widerstände für Gleitlagerwagen 10—14 mal so groß als für Kugellagerwagen). Bei Versuchen mit den

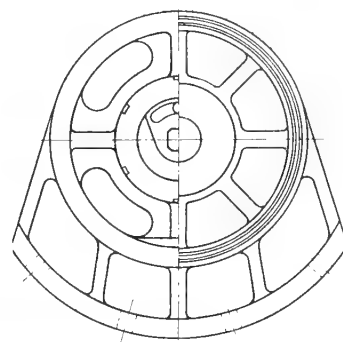
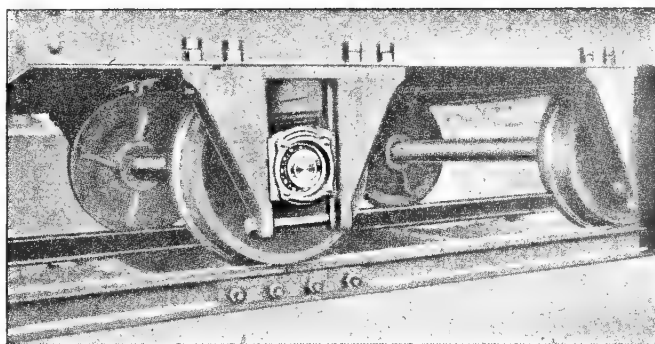


Fig. 8.

Gleisfahrzeuglagerung. Kugellager der Schwedischen Kugellagerfabrik S. K. F. Gothenburg.



rend sie für die Gleitlagerwagen von 448 auf 98 kg *heruntergingen*. Hier zeigt sich besonders deutlich die früher erwähnte Tatsache, daß für Kugellager der Reibungskoeffizient der Ruhe der gleiche ist, wie derjenige der Bewegung. Fig. 8 zeigt eine Kugellagerung, die in ein Gleisfahrzeug eingebaut ist.

Ein weiteres Beispiel für die Lagerung großer in Bewegung befindlicher Massen, bei denen die Verminderung der Reibungswiderstände von Wichtigkeit ist, zeigt die Fig. 9. Sie stellt einen Schiffskreisel dar, der für den Peildampfer Schaarhorn in Hamburg nach dem Entwurf des

Herrn Dr. *Thele* (Hamburg) mit einem Etagenstützlager nach dem Entwurf des Verfassers ausgeführt wurde. Die Kugellager wurden durch die Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken angefertigt. Es handelt sich im vorliegenden Falle um die Aufnahme großer Gewichte, die sich mit sehr großen Geschwindigkeiten drehen. Die gesamte für die Drehung erforderliche Energie dient ausschließlich zur Überwindung der Lagerreibung und der Luftwiderstände. Im vorliegenden Falle ist also die Verminderung der Lagerreibung von sehr großem Einfluß auf den gesamten Kraftbedarf. Gewisse Bedenken für die Benutzung des Stützlagers bestanden in der hohen Umlaufzahl. Die Kreiselwelle dreht sich mit 2000 Umläufen pro Minute. Die hohen Umlaufzahlen sind besonders für Stützlager von Bedeutung, weil die Stützlagerkugeln auf Grund der Zentrifugalkraft das

nungsmäßige zur Überwindung der Lagerreibung nötige Energieaufwand wird bei einem Reibungskoeffizienten von $\eta = 0,0012$ ca. 2,5 bis 3 PS. Demnach sind bei dem angegebenen Kraftbedarf von 4,5 PS etwa $\frac{1}{2}$ — $\frac{2}{3}$ des Kraftbedarfes Lagerreibungswiderstände, während der Rest durch die Luftwiderstände, denen der Kreisel ausgesetzt ist, hervorgerufen wird. Von Interesse ist auch, daß man für eine zuverlässige Schmierung des Kreisels die Wirkung der Zentrifugalkraft nutzbar machte, indem das Schmiermaterial des unteren Lagers durch den im Wellenzapfen befindlichen, schräg nach außen führenden Kanal getrieben und so auf die oberen Stützlagerringe gespült wird.

Um zum Schluß noch ein Anwendungsgebiet sehr schwerer Lager zu zeigen, sei die Fig. 10 wiedergegeben, die einen mit 120 000 kg belasteten, sich langsam drehenden Röstofen darstellt.

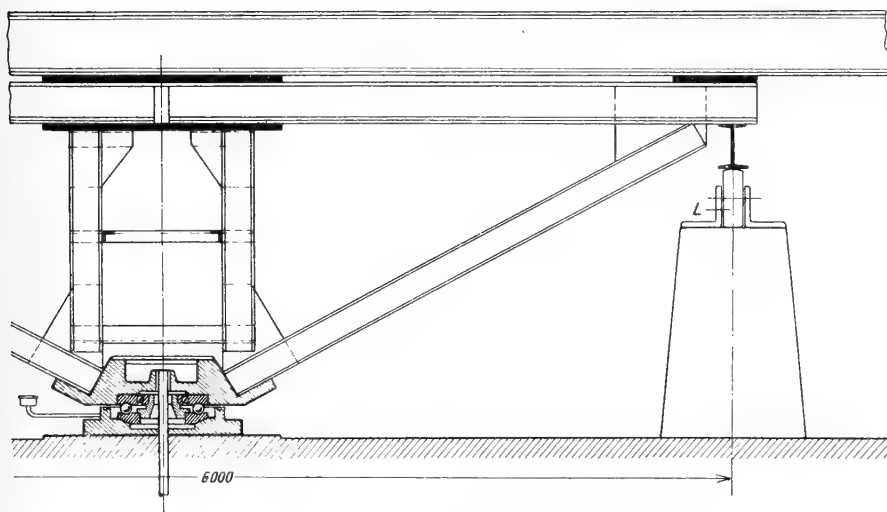


Fig. 10.

Bestreben haben, aus ihrer Laufbahn herauszu-eilen, wobei sie bemüht sind, die Lagerringe auseinanderzudrücken. Dadurch treten für das Stützlager ungünstige Betriebsverhältnisse ein. Um die ungünstige Wirkung der hohen Tourenzahlen zu vermindern, wurde das aus drei Ringen bestehende Etagenlager verwendet, dessen unterer Ring stillsteht, dessen oberer Ring sich mit der Welle zusammen, also 2000 mal in der Minute dreht, während der mittlere Ring sich erfahrungsgemäß ungefähr mit der halben Umlaufzahl, also 1000 Uml./min. bewegt.

Das gesamte Gehäuse, in dem der Kreisel rotiert, mußte schwenkbar aufgehängt sein, wozu die seitlich sichtbaren mit 4000—10 000 kg belasteten Lager dienen. Diese letzteren haben also nur kleine intermittierend auftretende und nur während der Schwenkungen zum Ausdruck kommende Bewegungen zu vollführen. Der Kraftbedarf des Kreisels ergab sich als außerordentlich niedrig; bei voller Umlaufzahl zu 4,5 PS, während der eine Stunde erfordernden Anlaufperiode allerdings den doppelten Betrag übersteigend. Der rech-

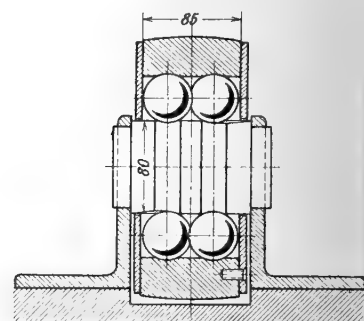


Fig. 11.

Röstofentragrolle für 14000 kg Belastung, ausgeführt von den D. W. F.

40 000 kg werden durch das mittlere Stützkugellager aufgenommen, die übrigen 80 000 kg durch 14 auf einem Kreis von 6 m Durchmesser angeordnete Tragrollen (Fig. 11). Selbst für die außerordentlichen Drucke der Hüttenwerkswalzen sind Kugellager verwendet, die Lasten bis zu 200 000 kg pro Lager aufzunehmen haben.

(Schluß folgt.)

Die europäische Syphilis am Ausgang des Mittelalters.

Ein kritisches Referat.

Von Dr. Paul Diepgen, Freiburg i. Br.

Zur Entscheidung der alten Streitfrage, ob die Syphilis im Abendland von jeher heimisch war oder von Amerika am Ende des XV. Jahrhunderts in Europa importiert wurde, kommen in Betracht: 1. präkolumbische Knochenfunde aus beiden Weltteilen, 2. Krankheitsbeschreibungen von Ärzten

und Laien und bildliche Krankheitsdarstellungen, 3. die namentliche Bezeichnung der Krankheit, 4. Angaben der Zeitgenossen über den Ursprung der Krankheit gleich nach dem Bekanntwerden der Syphilis in der europäischen Kulturwelt, 5. das Verhalten der Syphilis als Krankheit am Ausgang des Mittelalters, 6. die Kenntnis der spezifischen Syphilistherapie.

Im Hinblick auf die postmortalen Veränderungen der Knochensubstanz in der Erde ist von der *Knochenpathologie* vorläufig wohl nicht zu viel zu erwarten, wenn auch neuerdings *Lannelongue*, *Gangolphe*, *Raymond*¹⁾ an Knochen aus französischem Boden Syphilis feststellten und *Norman Moore* an einem Skelett aus Nubien (ca. 2000 v. Chr.) Veränderungen sah, die man nach seiner Ansicht bei einem modernen Exemplar bestimmt für syphilitisch erklären würde, während *Hrdlickas* unter Tausenden von Knochen aus Amerika keinen einzigen Fall konstatierte.

Die Möglichkeit, aus der *Beschreibung* eines antiken oder mittelalterlichen Arztes ein Krankheitsbild so zu diagnostizieren, daß man es in einem der modernen Krankheitstypen unterbringen kann, ist so gering, daß sie praktisch vor allem für das historische Studium des bunten Vielerlei der Hautsymptome kaum zu Resultaten führen kann. Das gilt erst recht für die Äußerungen medizinischer Laien (Gilgamesepos, Bibel, Talmud, griechische und römische Redner, Poeten, Sage, Dichtung usw.²⁾, die sich auf die Folgen des Geschlechtsgenusses und genitale Affektionen beziehen, und noch mehr für die Werke der bildenden Kunst von altetruskischen Weihegaben, anderen Votiven, peruanischen Terrakotten angefangen bis zu den Gemälden mittelalterlicher Meister³⁾. Allerdings konformieren sich die klinischen Beschreibungen aus dem letzten Jahrhundert des fünfzehnten und dem Anfang des XVI. Jahrhunderts besser als die früheren dem Bilde unserer Syphilis. Aber selbst um diese Zeit, wo die Syphilis in Europa sicher vorhanden und bekannt war, würden wir nur nach der Beschreibung ohne die ausdrückliche Versicherung der Autoren, daß es Syphilis war, die Diagnose nicht stellen wollen, vor allem nicht, wenn, wie so oft, die primäre Genitalerkrankung übersehen ist. Dazu sind die Kenntnisse doch zu lückenhaft, selbst bei den tüchtigsten Beobachtern, wie *Fracastoro*, oder bei *Ulrich von Hutten*, der die Krankheit für einen Laien, der sie am eigenen Leibe durchgemacht hat, äußerst dürftig darstellt.

Um so wichtiger ist es, wann der *Name der Krankheit* zum ersten Mal auftaucht. Die Bezeichnung eines Leidens mit einem spezifischen

Namen setzt voraus, daß man das Leiden von anderen unterscheiden wollte, wie das Wort Säugetier die Bekanntschaft mit dieser Tierform dartut. Unter den Hunderten von Namen, die man für die Syphilis nach ihrem Bekanntwerden verwendete⁴⁾, läßt sich nur von der Bezeichnung „Franzosenkrankheit“ behaupten, daß man seit 1495 bis auf unsere Tage nichts anderes als Syphilis darunter verstanden hat. Die Amerikanisten leiten sie davon ab, daß die Krankheit erstmalig im Heere des Franzosenkönigs Karls VIII. auf dem Feldzug nach Neapel in Italien in den Jahren 1494 und 1495 in größerem Umfang ausgebrochen sei, aber *Sudhoff*⁵⁾ wies die Bezeichnung mal franzoso schon in zwei oberitalienischen Rezepten aus der Zeit um 1440 für ein Leiden nach, das mit Mitteln bekämpft wird, die man auch gegen Syphilis verwendete. Es hindert nichts, schon diese Franzosenkrankheit für Syphilis zu halten⁶⁾, zumal, wie *Sudhoff* weiter zeigte, für eine epidemische Ausbreitung der Krankheit im Heere der Franzosen positive Beweise nicht zu erbringen sind.

Von den *Zeitgenossen* spricht sich nur ein spanischer Arzt *Ruy Diaz de Isla* (1462 bis nach 1542)⁷⁾ klipp und klar für den amerikanischen Ursprung, den Import durch infizierte Matrosen des Columbus in Barcelona, die Weiterverschleppung mit spanischen Söldnern Karls nach Italien und über Europa aus, aber er hat diese Ansicht erst zwischen 1510—1521 schriftlich fixiert, wo die Fama vom Heimatland der neuen Seuche bereits geschäftig am Werke war. So kommen auch die gleichlautenden von amerikanistischer Seite als Zeugen berufenen Berichte der *Laien Bartholomé de las Casas*⁸⁾ und *Oviedo*⁹⁾ zu spät. Zum wenigsten ist die Auffassung von dem amerikanischen Ursprung der Lues in Barcelona in der Zeit, auf die es ankommt, eine persönliche und vereinzelte Ansicht des *Diaz de Isla* gewesen; denn der Arzt und Philosoph *Nicolaus Scallatius*, welcher im Juni 1495 aus Italien nach Barcelona kam, schreibt, daß die Ärzte dieser Stadt die Krankheit aus Gallien herleiten¹⁰⁾. Damit übereinstimmend sagt der Genueser *Agostino Giustiniano* in seinen An-

1) *Bloch* (2), 66, zieht daraus, daß die Syphilis in vielen Ländern mit dem Namen eines anderen Landes oder Volkes in Zusammenhang gebracht wird, den Schluß, daß die Seuche in den betreffenden Ländern von dem anderen Volke importiert sein mußte. Man kann das aber gerade so zwanglos erklären, wenn man annimmt, daß der Name der Seuche zu dem Volk in Beziehung gesetzt wird, das die Kenntnis des Leidens vermittelt.

2) *Sudhoff* (21).

3) Der Versuch *Richters* (19), das mal franzoso der Rezepte mit einer „aus Harngries und Stein“ entstehenden Krankheit (Tripper) zu identifizieren, ist von *Sudhoff* (30) zurückgewiesen worden.

4) *Bloch* (2), 174 ff.

5) Cfr. *ibid.* 192 ff.

6) Cfr. *ibid.* 184 ff.

7) *Sudhoff* (31), 1115 ff.

1) Cfr. Literaturverzeichnis (5), (18) und *Sudhoff* (34), S. 7.

2) Vgl. hierzu vor allem *Bloch* (2), Zweite Abteilung.

3) Den Versuch, solche Darstellungen im Sinne der antiken Syphilis zu verwenden, machte neuerdings wieder *Kronfeld* (8).

nalen¹⁾, wo er den Ausbruch in Genua auf 1495 angibt, daß die Spanier die Krankheit ebenso wie die Italiener *Mal Francese* genannt hätten.

Von der größten Wichtigkeit sind die Berichte aus Italien, welches nach *Bloch* die zweite Station auf dem Wege der Verseuchung Europas darstellt, indem während des Aufenthalts der Franzosen in Neapel ein explosionsartiger Ausbruch der Lues erfolgte²⁾. Das wichtigste Zeugnis hierfür, der Bericht des bekannten Anatomen *Gabriele Fallopio*, der durch seinen in der kritischen Zeit in Neapel selbst anwesend gewesenen Vater informiert sein soll³⁾, hat seine Beweiskraft verloren, seitdem der betreffende Passus als Interpolation nachgewiesen ist. Auf der andern Seite haben die Zeitgenossen, die über die Vorgänge in Neapel am besten orientiert sein konnten, von einer solchen Initialepidemie nichts gewußt. In den Diarien des *Marino Sanuto*, der neben seinen eigenen Beobachtungen Berichte bringt, wie sie der venetianischen Regierung von allen Seiten zufließen, werden die Truppenbewegungen bis ins Detail geschildert und die gesundheitlichen Verhältnisse oft berührt, aber von einer Geschlechtspest ist mit keinem Wort die Rede⁴⁾. Erst am 8. Juli 1496 bringt *Marino Sanuto* unter anderen Aufzeichnungen die Notiz, daß die Franzosenkrankheit seit zwei Jahren sozusagen über die ganze Welt verbreitet sei. Man behauptete zwar allgemein, das Leiden sei von den Franzosen gekommen, aber diese sagen, sie hätten es schon (erst?) zwei Jahre und nennen es *mal italiano*. Die Notiz des Lokalchronisten von Neapel *Tommasio da Catania*, der doch eine Epidemie sicher nicht unerwähnt gelassen hätte, unterscheidet sich nicht von dem, was aus den anderen Städten berichtet wird. Er gibt den Ausbruch in Neapel ohne Kommentar für das Jahr 1496 an⁵⁾. Bedeutungsvoll ist ferner das Schweigen des Veroneser Arztes *Paeantius Benedictus* in seinen *Diaria de bello Carolino*, welche den Gesundheitszustand der Truppen und alles auf die Medizin Bezügliche mit regem Interesse verfolgen und die venerischen Exzesse der Franzosen, die *Bloch* für die schnelle Verbreitung der Syphilis mit verantwortlich macht, schildern⁶⁾.

Von besonderer Wichtigkeit scheint mir überhaupt gerade das Fehlen des Hinweises auf eine neapolitanische Syphilisepidemie bei den italienischen zeitgenössischen Ärzten zu sein. Sie hätten sich den Beitrag zur Lösung des Ursprungs der

„neuen, rätselhaften“ Krankheit doch sicher nicht entgehen lassen. Neben solchen, die wie *Benivieni*¹⁾, *Manardus*²⁾, *Pintor*³⁾, *Cataneo*⁴⁾, *da Vigo*⁵⁾ sich damit begnügen, die Spanier oder Franzosen als Importeure zu bezeichnen⁶⁾ oder das zeitliche Zusammentreffen des Ausbruchs mit dem Franzosenfeldzug zu konstatieren, erklärt *Marcellus Cumanus*⁷⁾ das Leiden, das er zuerst in der venetianischen Armee vor Novara 1495 beobachtete⁸⁾ „ex uno influxu coelesti“. *Niccolo Leonicensio*⁹⁾ hält die Syphilis für eine alte Krankheit, die in Italien infolge klimatischer Einflüsse 1494 neu zum Vorschein kam. *Sebastian Aquilano*¹⁰⁾ identifiziert die Franzosenkrankheit mit der Elephantiasis des *Galen*. Sein Traktat „de morbo gallico“ ist eine um so wertvollere Quelle, als der Verfasser, der damals gerade Professor der Medizin in Ferrara geworden war, nicht nur die eigene Meinung bringen will, sondern auch, quae diebus elapsis de aegritudine, quam morbum gallicum vocant, apud principes nostros disputatae sunt . . . quaeque reliqui arbitrantur exactissimi iudicii. Hätte in den Disputen der medizinischen Größen von Ferrara jemand den Ursprung auf eine furchtbare Epidemie in Neapel bezogen, *Aquilanus* hätte es sicher erwähnt.

Die Angaben der *italienischen Chronisten* über das Datum des ersten Auftretens der Krankheit in der Stadt oder Gegend, deren Chroniken sie schreiben, bewegen sich zwischen 1494 und 1497. Aus der ganzen Fassung der Notizen geht oft hervor, daß die Fixierung des Termins willkürlich ist¹¹⁾. Der Pisaner *Portovenieri* bringt in seinem Tagebuch z. B. eine zwischen dem 27. April und 7. Mai 1496 wahrscheinlich nachträglich eingeschobene Notiz, daß die Krankheit in Pisa seit Jahr und Tag beobachtet werde; man war also erst im Frühjahr 1496 auf sie aufmerksam geworden.

Alles das spricht für eine sich langsam durchringende Syphiliserkenntnis, aber nicht für einen epidemischen Ausbruch eines frisch importierten Leidens in Italien.

Was den fünften Punkt angeht, so hat *Bloch*¹²⁾ die Bösartigkeit der Syphilis, die am Ausgang des Mittelalters in ganz Europa in Form einer foudroyanten Epidemie aufgetreten sein soll, als Be-

¹⁾ *Bloch* (2), 244.

²⁾ *Bloch* (2), 157 und 244. *Manardus* schrieb um 1500; er läßt die Syphilis nach der „älteren Ansicht“ von einer leprös infizierten Dirne in Valencia, nach der anderen von Amerika ausgehen.

³⁾ *Bloch* (2), 159.

⁴⁾ *Luisinus* (9) I, 139.

⁵⁾ *Bloch* (2), 157.

⁶⁾ *Cataneo* sagt ausdrücklich, daß es unrecht sei, wenn die Franzosen von Morbus Neapolitanus reden, als sei das Leiden nur jener Gegend eigentümlich.

⁷⁾ *Cfr. Astruc* (1), 468.

⁸⁾ Nach *Sudhoff* (36) hat er diese Beobachtung erst später niedergeschrieben.

⁹⁾ *Luisinus* (9) I, 15 ff.

¹⁰⁾ *Luisinus* (9) I, 1 ff.

¹¹⁾ *Sudhoff* (24) und (36).

¹²⁾ Vgl. unter anderem *Bloch* (3), 26.

¹⁾ Cfr. *Bloch* (2), 163.

²⁾ *Bloch* (2), 153 ff.

³⁾ Cfr. *Bloch* (2), 154 und *Sudhoff* (24), 2 ff.

⁴⁾ *Sudhoff* (24), 4 ff.

⁵⁾ *Sudhoff* (24), 10. Erst nach Abschluß der Arbeit ging mir der Artikel (36) von *Sudhoff* zu, in dem aus weiteren Chronisten und Zeitgenossen nachgewiesen wird, daß die Initialepidemie in Neapel nicht existierte, und daß die Syphiliserkenntnis in Italien keineswegs früher, sondern etwa gleichzeitig wie in Deutschland erfolgte.

⁶⁾ *Sudhoff* I. c.

weis für ihre Neuheit angesehen, weil sich diese Bösartigkeit nur auf einem „jungfräulichen“ Boden, nur in dem Körper eines bis dahin unverseuchten, antitoxinfreien Europäers entfalten konnte. War die Syphilis denn damals wirklich so bösartig?

Von Spanien, wo der erste Ausbruch in größerem Umfang nach Ansicht der Amerikanisten vor sich gehen mußte, haben wir aus den spärlich fließenden zeitgenössischen Quellen keine zahlenmäßigen Angaben. *Scillatius*¹⁾ spricht zwar von zahlreichen Kranken in Barcelona mit heftigen Symptomen, erwähnt aber keinen Todesfall, als Durchschnittsdauer des Leidens ein Jahr. Was er weiß, hat er von den Ärzten Barcelonas. Mit Recht weist *Sudhoff* darauf hin, daß diese eine bösartige Epidemie niemals übersehen hätten, da man gerade in den Hafenstädten schon seit langem, durch die Pest gewitzigt, den Import alter und neuer Seuchen im Auge hatte. Sehr wichtig ist ferner das negative Zeugnis des Nürnberger Arztes *Münzer*²⁾, der seinen Wohnsitz zur Zeit der Pest verließ, Spanien mit allen größeren Plätzen in der kritischen Zeit vom September 1494 bis Januar 1495 bereiste, alles etwaige Seuchen Betreffende sorgfältig beachtete, aber in seinen detaillierten Aufzeichnungen von einer Syphilis-epidemie nicht einmal eine Andeutung hinterlassen hat. Daß in Sevilla in den Hospitälern 1497 und 1498 Syphilitische Aufnahme finden, daß 1501 daselbst ein Spezialhospital für sie errichtet wird, zeigt keineswegs, wie *Bloch*³⁾ will, eine besonders frühzeitige und schlimme Ausbreitung der Krankheit in diesem Lande; denn damals war dasselbe, zum Teil schon früher, in deutschen Städten, wie in Freiburg i. Br., Straßburg, Frankfurt a. M., Nürnberg, Augsburg, ebenfalls geschehen. Auf italienischem Boden ist, abgesehen von Neapel, auch für andere Gegenden bei wirklichen Zeitgenossen keineswegs von einem so bösartigen Charakter die Rede, wie man nach *Bloch* annehmen sollte. *Sanuto* sagt z. B. ausdrücklich, daß nur wenige an der Krankheit sterben, *Lucca Landucci* für Florenz, daß wenigstens die primäre Mortalität gering ist, bei *Portovenieri* finden sich keine Hinweise auf eine bösartige Epidemie zu Pisa, und so schweigt mancher Arzt und Chronist von Tod und Seuchenelend, wenn er von der Syphilis spricht, ein bedeutungsvolles Schweigen, wenn man bedenkt, wie lebhaft die mittelalterliche Menschheit sich für Volkskrankheiten interessierte, seitdem einmal der schwarze Tod mit der Sense durch das Land geschritten war. In Deutschland haben wir aus Frankfurt a. M. zahlenmäßige Angaben. In den Bedebüchern dieser Stadt werden die Syphilitiker, soweit sie sich feststellen ließen, notiert⁴⁾. Sie belaufen sich danach unter rund 8000 Einwohnern 1496 auf

6, 1497 auf 15, 1499 auf 3 Kranke. Trotzdem berichtet der Frankfurter Patrizier *Hiob Rohrbach* (1494—1502) in seinem Tagebuch von der unerhört grausigen und erschrecklichen Krankheit, die von den Welschen unter die Deutschen gekommen sei. „Selbst bei der Annahme, daß die genannten Ziffern lange nicht alle Syphilitischen umfassen, besteht ein gewaltiger Widerspruch zwischen den Berichten der Chroniken und den nüchternen Zahlen der Statistik. Für die geringe Erkrankungsziffer sprechen ferner die geringen Kosten, die der Stadtsäckel für die Unterbringung der einheimischen Syphilitiker in den Isolierhäusern zu leisten hatte“).

Die chronikalischen Nachrichten aus deutschen Quellen²⁾ möchte ich für Schlesien³⁾ um die bei *Meyer, Arn. Oskar*, Studien zur Vorgeschichte der Reformation. Aus schlesischen Quellen, Historische Bibliothek XIV, (S. 13, Anm. 5), mitgeteilte Notiz aus dem Breslauer Staatsarchiv Jan. Mss. fol. XVIII, vol. 194 b, *Eisenmengers* Schweidnitzer Chronik vermehren, auf die mich Herr Professor *Alfred Schultze* aufmerksam machte: „in diesem yar (1495)⁴⁾ hatt angefangen die Krankheit der Franzosen zu regieren.“ Bei der großen Entfernung von Spanien bzw. Italien wäre unter Berücksichtigung der mittelalterlichen Verkehrsverhältnisse eine Verbreitung der Lues in so kurzer Zeit bis nach Schlesien allerdings ein ganz auffallendes Ereignis, das man nur mit dem Fortschreiten der Pest mit ihren so viel größeren Übertragungsmöglichkeiten vergleichen könnte.

Was die Nachrichten aus England angeht, so findet sich in *M. S. Lambeth* 84, geschrieben Ende des XV. Jahrhunderts, nur in einer Handschrift, offenbar Original, erhalten, zum Teil veröffentlicht von *Friedrich Brie*⁵⁾, eine Notiz aus dem Jahre 1475 über eine tödliche Geschlechtskrankheit, die direkt auf den Verkehr mit Frauen zurückgeführt wird. Ihre Kenntnis verdanke ich Herrn Prof. *Brie*. Der Passus lautet⁶⁾: „And aftyr this (in wörtlicher Übersetzung:) ging König Edward (IV) über die See nach Frankreich und beanspruchte Gascogne und Guienne. Und der König von Frankreich wünschte ein Abkommen mit ihm und stimmte zu unserem König jährlich 10 000 Pfd. für Gascogne und Guienne zu bezahlen, und er bezahlte es lange danach. And in that Journey our Kyng lost many a man that fylle to the lust of women and wer brent be them, and the membrys rotted away and they deyed. „Auf diesem Feldzug (1475) verlor der König manchen Mann, der der Begierde nach Frauen anheimfiel und von ihnen gebrannt wurde, und ihre Glieder faulten ab und sie starben.“ Es folgen noch Nachrichten über andere Seuchen.

Daß namentlich in Deutschland und Italien so manche Chronisten von einer schrecklichen Syphilis-epidemie mit unzähligen Opfern berichten, hat

¹⁾ Man vergleiche den kurvenmäßig dargestellten Ausweis über die Ausgaben des Blatternhauses zu Augsburg für die Jahre 1497—1582 bei *Sudhoff* (37).

²⁾ Vgl. unter anderem *Bloch* (3), 26.

³⁾ Vgl. *Bloch* (2), 240.

⁴⁾ In dem Referat über einen von mir gehaltenen Vortrag in der Deutschen med. Wochenschrift XLIV, S. 206, heißt es irrtümlich 1494.

⁵⁾ Early English Text Society Original Series 136: *The Brut of the Chronicles of England*.

⁶⁾ Cfr. l. c. S. 603 f.

¹⁾ *Sudhoff* (31), 1117, Anm. 2.

²⁾ *Sudhoff* (31), 1120 ff.

³⁾ *Bloch* (2), 232.

⁴⁾ Vgl. *Tülle* (35) und *Sudhoff* (21), 36.

seinen Grund zunächst in Verwechslungen mit anderen mit Hautausschlägen verbundenen Krankheiten. Der Arzt mochte wohl leicht geneigt sein, das neue Leiden, von dem alle Welt sprach, auch da zu diagnostizieren, wo es nicht vorhanden war. Zudem wartete der astrologisch geschulte Arzt — und weitaus die Mehrzahl der Mediziner schwor noch auf die Sterne — seit dem Jahre 1484 auf eine Geschlechtspest, die nach der Gestaltung des Sternenhimmels einfach kommen mußte¹⁾. *Steinlein*²⁾ hat gezeigt, wie die astrologischen Folgerungen aus der Sternbewegung in den Jahre 1483, 1484 und in den folgenden Jahren, vor allem 1494 in ganz überraschender Weise zu dem stimmen, was aus den zeitgenössischen Quellen verschiedenster Art über den Ursprung, den Weg und den epidemischen Charakter der Syphilis verlautet, wie das alles zwanglos aus den Sternen erklärt werden kann. So mußte z. B. die 1483 stattfindende Konjunktion von Jupiter, Mars und Venus im Bilde des die Genitalien beherrschenden Skorpion gerade für Spanien und Frankreich verhängnisvoll werden. Denn Jupiter ist über den Westen der Welt, in Europa über Spanien und Frankreich gesetzt.

In Deutschland wurde die öffentliche Aufmerksamkeit noch durch das Gotteslästerer-Edikt *Maximilians*³⁾ erregt mit dem Passus von der „neuen, schweren, in unseren Tagen entstandenen allenthalben grassierenden Krankheit, die sie im Volk Franzosenkrankheit nennen“. Es wurde 1495 im ganzen Reich verkündet und hat aller Wahrscheinlichkeit nach auch Norditalien beeinflusst. Überall wiederholen die Chronisten den Passus. An der furchtbaren Plage, dem epidemischen Charakter war kein Zweifel mehr. Die überall gelegentlich beobachteten Luesfälle wuchsen lawinenartig. Die moralisierende Übertreibung der auch in dem Edikt als Gottesstrafe bezeichneten Krankheit zeigt sich oft genug; so sagt beispielsweise *Franciscus Muraltus*⁴⁾, der in seinem erst im Anfang des zweiten Jahrzehntes des XVI. Jahrhunderts niedergeschriebenen Bericht das Auftreten der Syphilis in Oberitalien für das Jahr 1495 mit allen Schrecken ausstattet, daß die Krankheit „Päpste, Könige, Fürsten, Markgrafen, Heerführer, Ritter, fast alle Adligen, Kaufleute, alle Wollüstlinge, Welt- und Ordenspriester ergriffen habe, so daß man an ihr am besten den Keuschen vom Unkeuschen zu unterscheiden vermochte.“

Endlich konnten durch die Ausweisung der nicht heimatsberechtigten Syphilitischen, welche die Städte vielfach als Abwehrmaßregel ergriffen, Luetische in größerer Zahl auf der Landstraße zusammengetrieben werden. Dadurch wurden Syphilisepidemien vorgetäuscht⁵⁾. An-

dererseits hat diese eigenartige hygienische Methode dazu beigetragen, die Krankheit in den unteren Schichten der Bevölkerung wirklich weiter zu verbreiten. Ein Vergleich der Hygiene des Mittelalters mit der Hygiene unserer Tage, der Gedanke an die unendlich größere Möglichkeit der Krankheitsübertragung in der Alltätlichkeit jener Kultur, wie sie *Bloch*¹⁾ so richtig geschildert hat, erklärt auch ohne die Annahme des „jungfräulichen“ Bodens, daß die Syphilis der mittelalterlichen Menschheit gefährlicher werden konnte als der modernen. Man mag Syphiliserkrankungen in größerem Maßstabe, wie sie z. B. 1574 zu Brünn von einem Badehause ausgingen²⁾, als Epidemie oder Endemie bezeichnen, eine Syphilisepidemie hat es am Ausgang des Mittelalters nicht gegeben.

Die Syphilis hat damals nicht ihren Einzug in Europa gehalten, sondern sie ist von der wissenschaftlichen Medizin im eigenen Lande entdeckt worden. *Sudhoff*³⁾ hat den Werdegang dieser Entdeckung in sehr plausibler Weise an die Geschichte der Therapie geknüpft. Es war eine alte Erfahrung der Praxis, daß man bei einer bestimmten Gruppe von Hautausschlägen mit der Einreibung von Quecksilber eine völlige Heilung erzielen kann, während das Medikament bei anderen Hautkrankheiten versagt. Im XIV. Jahrhundert werden die auf diese Weise zu heilenden Affektionen als *Scabies grossa* zusammengefaßt, in Südfrankreich nennt man sie auch *variola grossa*, volkstümlich *grosse vérole*, das „gros mal“ der „Dirnen, Zuhälter, Lebemänner und ihrer getreuen Berater, der Barbierchirurgen“, das, was die erwähnten Chirurgenrezepte aus Oberitalien ca. 1440 mal *franzoso* nennen, ist das *gros mal* des südfranzösischen *Dirnenmilieus*, die Syphilis. Die, welche am meisten mit ihr zu tun hatten, kannten sie schon lange empirisch als Leiden *sui generis*. Erst in den Jahren 1495–96 wurde diese Kenntnis allgemein verbreitet. Man wurde zuerst in Italien darauf aufmerksam, wie häufig das Leiden war. So ging das Gerücht von der neuen Krankheit durch die Welt. Das zufällige, zeitliche Zusammentreffen mit der Entdeckung Amerikas verleitete erst später dazu einen Import von daher anzunehmen.

Literatur:

1. *Astruc, Jean*, De morbis venereis libri sex. Paris 1738. — 2. *Bloch, Iwan*, Der Ursprung der Syphilis. Eine medizinische und kulturgeschichtliche Untersuchung. Jena. Erste Abteilung 1901, zweite Abteilung 1911. — 3. Derselbe, Das erste Auftreten der Syphilis (Lustseuche) in der europäischen Kulturwelt. Gewürdigt in seiner weltgeschichtlichen Bedeutung, dargestellt nach Anfang, Verlauf und voraussichtlichem Ende. Vortrag, gehalten in der Staatswissenschaftlichen Vereinigung zu Berlin am 12. November 1903. Jena 1904. — 4. *Dorveaux, Paul*, La syphilis mentionnée dans les chroniques de la fin du XVe siècle. Bulletin de la société française d'histoire de la médecine XII,

¹⁾ *Sudhoff* (22), 6.

²⁾ *Steinlein* (20).

³⁾ *Sudhoff* (22), 1 f., (27).

⁴⁾ *Sudhoff* (24).

⁵⁾ *Sudhoff* (34), 40.

¹⁾ *Bloch* (2), 253 f.

²⁾ Vgl. v. *Györy* (7).

³⁾ *Sudhoff* (34), 13 f.

154—159. — 5. *Gangolphe, Michel*, Os pathologiques préhistoriques. Bulletin de la Société de chirurgie de Lyon XV (1912), S. 154—155. — 6. Derselbe, Syphilis osseuse préhistorique. Lyon médical 119 (1912), S. 189 bis 200. Mit 2 Tafeln. Vgl. Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften XII, 88. — 7. *v. Györy, Tiberius*, Der Morbus Brunogallicus (1577). Ein Beitrag zur Geschichte der Syphilis-epidemien. Zur historischen Biologie der Krankheits-erreger Heft 6. Gießen 1912. — 8. *Kronfeld, Adolf*, Beiträge zur Geschichte der Medizin I, Wien 1911, 3—27. — 9. *Luisinus, Aloysius*, Aphrodisiacus sive de lue venerea tom. II. Lugduni Batavorum 1728. — 10. *Moore, Norman*, The presence and intensity of Syphilis in the past and at the present day. The Lancet 1912, 1600—1603. — 11. *v. Nießen, Max*, Der Syphilis-bazillus, seine Geschichte, Literatur, Kultur und spezifische Pathogenität für Tiere und Menschen. Leipzig 1908. — 12. *v. Notthafft, Albrecht*, Die Legende von der Altertums-syphilis. Leipzig 1907. — 13. *Proksch, J. K.*, Die Literatur über die venerischen Krankheiten von den ersten Schriften über Syphilis aus dem Ende des fünfzehnten Jahrhunderts bis zum Jahre 1889. Drei Bände, Bonn 1889—1891. — 14. Derselbe, Die Geschichte der venerischen Krankheiten. Erster und zweiter Teil. Bonn 1895. — 15. Derselbe, Beiträge zur Geschichte der Syphilis. Bonn 1904. — 16. Derselbe, Geschichte der Geschlechtskrankheiten in *Finger, Jadassohn, Ehrmann, Groß*, Handbuch der Geschlechtskrankheiten I, 1—140. Wien und Leipzig 1910. — 17. *Quist, C.*, Die neueren urkundlichen Nachrichten über das erste Auftreten der Syphilis im 15. Jahrhundert. Virchows Archiv 64 (1875), 307—327. — 18. *Raymond, Paul*, Les maladies de nos ancêtres à l'âge de la pierre. Aesculape, Juni 1912, 121—123. Mit 6 Abbildungen im Text; cfr. Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften XII, 88. — 19. *Richter, Paul*, Welche Bedeutung hat der „mal franzoso“ in Italien in der ersten Hälfte des XV. Jahrhunderts für die Ansicht vom amerikanischen Ursprung der Syphilis? Dermatologische Zeitschrift XX (1913), 34—41. — 20. *Steinlein, Stephan*, Astrologie und Heilkunde. Ein vorläufiger Beitrag zur Kenntnis der „Entstehung“ der Syphilis vor der Entdeckung Amerikas. München 1912. — 21. *Sudhoff, Karl*, Mal franzoso in Italien in der ersten Hälfte des 15. Jahrhunderts. Zur historischen Biologie der Krankheitserreger, Heft 5. Gießen 1912. — 22. Derselbe, Graphische und typographische Erstlinge der Syphilisliteratur aus den Jahren 1495 und 1496. München 1912. — 23. Derselbe, Aus der Frühgeschichte der Syphilis. Studien zur Geschichte der Medizin. Heft IX. Leipzig 1912. — 24. Derselbe, Italienische Zeitgenossen und Chronisten über den Ausbruch der Syphilis 1495 bzw. 1496. Medizinische Klinik 1913, Nr. 19—22. — 25. Derselbe, Ein neues Syphilisblatt und die Dettelbacher Syphiliswunder 1507—1511 mit den Krankengeschichten des *Joh. Trithemius*. Archiv für Geschichte der Medizin VI, 432 f. — 26. Derselbe, Sorge für die Syphiliskranken und Luesprophylaxe zu Nürnberg in den Jahren 1498—1505. Archiv für Dermatologie und Syphilis Bd. 118, 306 f. — 27. Derselbe, Gotteslästerermandat, *Berthold von Henneberg* und die Syphilis. Mitteilungen zur Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften XII, 1—9. — 28. Derselbe, Anfänge der Syphilisbeobachtung und Syphilisprophylaxe zu Frankfurt a. M. 1496—1502. Dermatologische Zeitschrift XX, 95—116. — 29. Derselbe, Die ersten Maßnahmen der Stadt Nürnberg gegen die Syphilis 1496 und 1497. Archiv für Dermatologie und Syphilis 116, 1—30. — 30. Derselbe, „Amerikanischer Ursprung“ und „Mal franzoso“ um die Mitte des XV. Jahrhunderts in Italien. Dermatologische Zeitschrift XX, 325—327. — 31. Derselbe, Syphilis in Spanien in den Jahren 1494 und 1495. Der Brief des *Scillacio* und der Reisebericht des *Monclarius*. Dermatologische Wochenschrift 57, 1115—1126. — 32. Derselbe, Zur „prähistorischen“ bzw. „präkolumbischen“

Syphilis in der alten und neuen Welt. Münchener medizinische Wochenschrift 1913, Nr. 12. — 33. Derselbe, Syphilis und Pest in München am Ende des XV. und zu Anfang des XVI. Jahrhunderts. Ebenda Nr. 26. — 34. Derselbe, Der Ursprung der Syphilis. Vortrag gehalten auf dem internationalen medizinischen Kongreß zu London am 7. August 1913. Leipzig 1913. — 35. *Tille, Armin*, Die mala Franzosa zu Frankfurt a. M. Janus III, 1898, 57—62. Erst nach Fertigstellung der Arbeit, die vom Verfasser zu Vorträgen in der kulturwissenschaftlichen Gesellschaft am 4. Dezember und der medizinischen Gesellschaft am 16. Dezember 1913 in Freiburg i. B. ausgearbeitet wurde, gingen mir die beiden folgenden Arbeiten von *Sudhoff* zu: — 36. Weitere Chronisten und Zeitgenossen über den Ausbruch der Syphilis 1495 bzw. 1496 in Italien. Med. Klinik (Berlin) 1913, S. 1789—1790, 1831—1833, 1873—1874, 1915—1916, 1961—1962. — 37. Des Märchens Ende von der „großen Syphilis-epidemie“ in Europa nach der Entdeckung der Antilen. Vortrag in der Medizinischen Gesellschaft von Leipzig am 3. Oktober 1913. Münch. med. Woch. 1913, Nr. 49.

Der gegenwärtige Stand der Radium-Frage in den Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Von Dr. Karl L. Henning, Denver, Colo. U. S. A.

Die Entdeckung hochwertiger, das seltene Metall Radium enthaltender Erzlagerstätten im nordwestlichen Colorado und östlichen Utah sowie die weitere Tatsache, daß in Gilpin County, Col., dem ältesten Grubendistrikt des Staates, Pechblende vorkommt, die in den 70er und 80er Jahren des verfloßenen Jahrhunderts als „wertloses“ Nebenprodukt bei dem Abbau der goldführenden Gänge auf die Abfallhalde geworfen wurde, hat in der amerikanischen Presse in den letzten Monaten eine wahre Hochflut von Zeitungsberichten entstehen lassen, von denen indessen gesagt werden kann, daß sie in bezug auf wahrheitsgemäße Darstellung der tatsächlichen Verhältnisse auch nicht das mindeste Vertrauen verdienen, vielmehr eher geeignet sind, durch ihre falschen Ausführungen und direkt erlogenen Daten das gesamte Bergwesen des Westens der Vereinigten Staaten in Mißkredit zu bringen. Leider hat auch die deutsche Presse, im guten Glauben an diese Berichte, sich betören lassen und ihnen durch Nachdruck noch weitere Verbreitung gegeben, auf diese Weise das Übel nur noch schlimmer machend, als es ohnehin schon ist.

Eine weitere Aufregung wurde in Amerika selbst hervorgerufen durch das Bekanntwerden der Tatsache, daß während der Jahre 1911 und 1912 hochwertige Radiumerze aus Amerika nach dem europäischen Markt wanderten, dort auf Radium verarbeitet wurden, das dann zum kleinen Teil wieder nach Amerika zurückwanderte und Preise erzielte, die zu dem ursprünglichen, für die Erze selbst gezahlten Preise in gar keinem rationalen Verhältnis standen. Seitens des United States Bureau of Mines angestellte Nachforschungen er-

gaben, daß während des Jahres 1912 Karnotiterze mit einem Tonnengehalt von 28,8 Uraniumoxyd gehoben wurden und nach Europa wanderten. Der größte Teil des gewonnenen Erzes führte zwischen 2 und 3 % U_3O_8 , d. h. daß 8,8 g Radiumchlorid oder ein Äquivalent von 11,43 g Radiumbromid aus den nach Europa exportierten Erzen gewonnen werden kann.

Daß derartige Verhältnisse überhaupt bestehen und bestehen können, hängt aufs engste mit der Lage des Bergbaues in Amerika zusammen, der nur zu einem geringen Grad der staatlichen Oberaufsicht unterliegt. Irgendjemand kann hier einen Claim aufnehmen, wenn er glaubt, „irgendwo“ Erz gefunden zu haben. In vielen Fällen sind aber diese „Goldgruben“ weiter nichts als offenkundiger Humbug, auf den dann viele, „die nicht alle werden“, hoffnungslos hereinfallen. Werden an irgendeiner Stelle des Landes hochwertige Erzlagertstätten entdeckt, dann beeilen sich sofort Millionäre oder Korporationen, diese Fundstätten mit Beschlag zu belegen und auszubeuten; eine staatliche Kontrolle solcher Transaktionen ist dabei von vornherein ausgeschlossen¹⁾.

Um nun zu verhindern, daß die in Colorado und Utah entdeckten Radiumerzlagertstätten dem Schicksal privater Ausbeutung und privater Nutznießung verfallen, hat die Vereinigte-Staaten-Regierung die erwähnten Erzlagertstätten als „public domain“ erklärt bzw. dieselben mit Beschlag belegt. Diese Maßnahme der Regierung hat nun, wie dies auch nicht anders zu erwarten war, einen „Sturm der Entrüstung“ im Staate Colorado hervorgerufen, der sich zunächst in Form von Presseprotesten äußerte, die nach Ton und Inhalt wohl kaum die Note „anständig“ verdienen dürften. Denver Industrielle bereiteten dann eine Eingabe an die Regierung vor, die von einem Schreiben des Gouverneurs *E. M. Ammons*²⁾ und des Grubeninspektors (*Commissioner of Mines*) *T. R. Henahan* begleitet war, aber hinsichtlich der Verdrehung der Tatsachen und falschen Darstellung das Menschenmögliche leistete. Ich halte es deshalb für angebracht, die Antwort des Ministers des Innern (*Secretary of the Interior*) auf die genannte Eingabe in wörtlicher Übersetzung hier folgen zu lassen, um so mehr, als dieses Schreiben zugleich eine absolut wahrheitsgemäße Darstellung der Sachlage selbst gibt und auch für die nicht an der Sache direkt Beteiligten von hohem Wert sein dürfte.

¹⁾ Vgl. in dieser Sache das Kapitel „Bergrecht“ meines Werkes: Die Erzlagertstätten der Ver. St. v. N.-A. Stuttgart 1911.

²⁾ *Ammons* war, bevor er im Januar 1913 zum Gouverneur des Staates Colorado erwählt wurde, Farmer, Viehzüchter und Viehhändler. Daß eine solche, auf dem niedersten Bildungsniveau stehende Persönlichkeit von Bergbau und Erzlagertstätten auch nicht die leiseste Ahnung haben kann, bedarf keiner besonderen Ausführung. Auch der als „Bergbauinspektor“ fungierende *Henahan* entbehrt jeder, für seinen Beruf absolut notwendigen wissenschaftlichen Bildung.

The Secretary of the Interior.

Washington, 7. Januar 1914.

Mein lieber Gouverneur!

Ich bestätige den Empfang Ihres Schreibens vom 3. ds. M. nebst dem Ihres Grubeninspektors (*Commissioner of Mines*) vom 30. Dezember 1913, die gegen die seitens der Vereinigten-Staaten-Regierung beabsichtigte Zurückziehung öffentlicher, Radium-Erzlagertstätten enthaltender Ländereien Protest erhebt. Ich bin der Ansicht, daß beide Schreiben augenscheinlich zum Teil auf einer Entstellung der Tatsachen beruhen, zum Teil auch auf einem Mißverständnis meiner dem Kongreß unterbreiteten Empfehlung, von welcher letzterer ich Ihnen hierbei eine Abschrift, zugleich eine solche der Gesamtresolution, zur gefl. Kenntnisnahme überreiche.

Die Größe der im Staate Colorado reservierten oder zurückgezogenen Ländereien ist in einer derart gröblichen und hartnäckigen Weise falsch dargestellt, daß die von Ihrem Grubeninspektor gegebene statistische Aufstellung vor allem der Korrektur zu unterziehen ist. Er konstatiert, daß ein Areal von „nahezu 24 Millionen Acres“ Land „von der Regierung unter Schloß und Siegel“ (under lock and seal) gehalten wird. Seine gegebenen Ziffern von 14 648 000 acres öffentlichen Domainalländereien in den Waldreserven sollten 13 426 759 netto sein, während seine auf die Kohle enthaltenden Ländereien gegebene Ziffer: 9 143 968 Acres noch weiter von der Wirklichkeit entfernt ist. Die von der Vereinigten-Staaten-Regierung in Colorado zurückgezogenen, Kohle enthaltenden Areale belaufen sich zurzeit auf 5 037 441 Acres und selbst von dieser Summe sind nur 60—75 % tatsächlich „öffentliches“ Land. Die Wahrheit ist daher die, daß nach Hinzufügung von 343 534 Acres bereits zurückgezogenen ölhaltigen Landes und nach Hinzufügung der zur Anlage von Wasserreservoirs in Aussicht genommenen Ländereien (die, nebenbei bemerkt, von dem Grubeninspektor überhaupt nicht erwähnt sind) die Gesamtsumme der zurückgezogenen und reservierten Landstriche in Colorado nicht „nahezu 24 Millionen Acres“, sondern nur 17—19 Millionen Acres beträgt. Weder ein Teil, noch viel weniger das Ganze dieser Ländereien kann als „abgesperrt“ (*locked up*) bezeichnet werden, da die der Regierung gehörenden Waldparzellen, wie Sie wissen, unter dem *Mineral Land Law* zur Besitzergreifung offen stehen und auch zum Abgrasen durch Vieh und Schafe, die Eigentum der Coloradoer Bürger sind, frei stehen und welche erstere nach den bestehenden Staatsgesetzen der Besteuerung unterliegen. Die öffentlichen Grundstücke, die in den zurückgezogenen 5 Millionen Acres kohleführender Areale mit inbegriffen sind, sind seit dem 22. Juni 1910 — und auch noch heute — zum Zwecke des Ackerbaues offen, wie sie gleichzeitig der Patentierung und Besteuerung unterworfen

sind. Es wird mir von dem *Commissioner of the General Land office* mitgeteilt, daß zurzeit ca. 19 Millionen Acres in Colorado nichtapprobiertes und nichtreserviertes Land bestehen, von denen über 90 % vermessen sind und deshalb zu was auch immer für einen Zweck zur Besitzergreifung freistehen.

Es scheint die Auffassung zu bestehen, daß große Areale in „irgendeinem Teil“ des Staates als „verdächtig“ von der Besitzergreifung durch Private ausgeschlossen seien und aus diesem Grunde das Prospektieren nicht nur auf die Radium enthaltenden, sondern auch auf die Edel- und Halbedelmetalle „führenden“ Ländereien unterbunden sei. Derartige Befürchtungen sind durchaus unbegründet. Das Vorkommen Radium enthaltender Mineralien — insoweit diese in Colorado nachgewiesen sind — ist im wesentlichen genau bestimmt, und es besteht seitens der Regierung nicht die Absicht, die Zurückziehungen auf außerhalb dieser, relativ wohl bestimmten und abgegrenzten Zone gelegenen Areale auszuweiten. Auch machen die Carnotitvorkommen ein Erschürfen von Edel- oder Halbedelmetallen nicht allzu notwendig.

Wie Ihnen bekannt, sind die Pechblendevorkommen in Gilpin County sämtlich im Besitz von Privaten oder Korporationen, und eine einzige amerikanische Gesellschaft kontrolliert schon mehr als 100 Claims auf Carnotit, aus denen das Radiumprodukt zum höchsten Angebot nach irgendeinem Lande verkauft wird. Jene Carnotitlagerstätten, die hauptsächlich zum Gebrauch des amerikanischen Volkes in Aussicht genommen sind, finden sich größtenteils nur in bestimmten Gesteinsschichten, so daß die Verteilung dieser Erze enge begrenzt ist.

Im weiteren wird die von der Regierung beabsichtigte Zurückziehung die bereits bestehenden oder gesetzlich oder in gutem Glauben erworbenen Claims nicht berühren. Auch würde die Zurückziehung eines vakanten oder noch nicht endgültig erworbenen Areals, das Ihre Prospektoren noch nicht zur Eintragung geeignet erkannten, weder ein Inerwägungziehen oder gar eine Einstellung bergbaulicher Tätigkeit im Gefolge haben. Noch viel weniger kann davon die Rede sein, den Ruin einer großen, noch in ihren Anfängen stehenden Industrie herbeizuführen, wie Sie — laut Ihrem Brief — befürchten. Der Zweck der vorgeschlagenen Gesetzesvorlage ist nicht die Vorenthaltung einer Nutznießung, vielmehr eine Entwicklung des Bergbaues, und zwar unter Bedingungen, die nicht nur den besten Gebrauch dieser wertvollen Erzlagerstätten gewährleisten, sondern auch eine Förderung der bergbaulichen Interessen im Auge haben, ohne welche Maßnahmen die Erzlagerstätten völlig wertlos wären.

Die Gesamtresolution, die dem Kongresse zur Erwägung unterbreitet ist, befürwortet nicht nur, dem Präsidenten Autorität zu verleihen, Radium-

lagerstätten vor künftiger privater Ausbeutung zu schützen, sondern sie will ferner dem *Secretary of the Interior* auch die Befugnis erteilen, diese Ländereien in Pacht zu vergeben; sie will ihm ferner das Recht geben, diese Erzlagerstätten staatlich überwachen zu können, um ihn auf diese Weise in den Stand zu setzen, den nötigen Bedarf an Radium für die Vereinigte-Staaten-Regierung und für die Hospitäler des Landes decken zu können.

Die nachdrückliche Oberaufsicht, die eine solche Gesetzesvorlage auf Grund der zwingenden Natur der Sachlage verdienen und verlangen würde, dürfte keine Verzögerung rechtfertigen, die Lagerstätten zur praktischen Nutzbarmachung zu öffnen.

Im weiteren will das vorgeschlagene Gesetz nicht „befehlender“ Natur sein; es will vielmehr den Präsidenten bei seiner Diskretion nur autorisieren, die Disposition und Utilisierung der Radiumlagerstätten zu kontrollieren. Auf diese Weise wird es möglich, irgendwelche beabsichtigte Zurückziehung zu beschränken oder zu modifizieren, und es ist meine weitere Absicht, die Ausübung dieser Befugnis nur darauf zu beschränken, als öffentliches Eigentum ein genügend großes Areal zurückzuhalten, das infolge seines Radiumgehaltes wertvoll genug erscheint, um dem amerikanischen Volke die Gewähr zu bieten, sich das nötige Radium auf die billigste Weise und ohne die geringste Verzögerung zu verschaffen. Ich glaube, daß unsere Bürger ein Recht haben, eine solche bevorzugende Erwägung sogar zu verlangen.

Das Bestreben der Regierung sollte, und ich bin überzeugt, wird auch darauf gerichtet sein, alle Gruben in Colorado und Utah, die Radiumerze bergen, in jeder nur denkbaren Weise und zum Schutze amerikanischer Interessen zu entwickeln. Eine baldige Erschöpfung dieser Lagerstätten, und zwar in dem Sinne, den wir gewöhnlich mit anderen Lagerstätten verbinden, ist nicht zu befürchten. Das aus diesen Erzen gewonnene Radium wird ohne bemerkenswerte Verluste zu beständigem Gebrauch praktisch verwendbar, ist im wesentlichen von anhaltendem Nutzen und wird auf diese Weise eine permanente Zugabe für den benötigten Bedarf. Dasselbe Radium, das heute in den Dienst der Menschheit gestellt wird, kann von unseren Kindern auf viele Generationen hin gebraucht werden.

Ich freue mich deshalb, Ihnen versichern zu können, daß alle Befürchtungen der Hemmung eines möglichen Auflebens des Bergbaues in Colorado oder eine Paralisierung einer noch in den Anfängen stehenden Industrie auf einer gänzlich mißverstandenen Annahme von „unter Schloß und Riegel gehaltenen Erzlagerstätten“ beruhen, und daß in keiner Weise eine Reaktion auf Grund der vorgeschlagenen gesetzlichen Maßnahmen zu befürchten ist. Der wahre Zweck meiner Maßnahmen in meiner Eigenschaft als öffentlicher

Beamter besteht in der Erschließung jener Radiumlagerstätten Ihres Staates, die bisher von ihren Prospektoren übersehen bzw. von Privatinteressen nicht in Angriff genommen wurden; sie besteht ferner darin, durch Verpachtung oder durch andere Mittel, die eine Erleichterung des Abbaus der in Rede stehenden Erzlagerstätten gewährleisten, die Gewinnung der Erze überhaupt zu erleichtern, damit auf diese Weise die Regierung in die Lage kommen kann, das Radium aus ihren eigenen Ländereien zu gewinnen, und zwar im Interesse des öffentlichen Gesundheitswohls, ohne dabei auf Gnade und Ungnade Spekulant oder ausländischen Händlern zum Opfer fallen zu müssen.

Die Gesetzesvorlage bedeutet eine Frage des Lebens oder Todes von Hunderttausenden und ich glaube, daß das amerikanische Volk jene großzügige Politik auf das nachdrücklichste unterstützen wird, die darauf abzielt, aus jenen Ländereien, die zurzeit öffentliches Eigentum sind, amerikanisches Radium in genügender Quantität für amerikanische Hospitäler zu gewinnen, so daß künftighin auch den ärmsten Patienten jene ärztliche Behandlung zuteil werden kann, die gegenwärtig nur wenige Auserwählte genießen können.

Die amtliche Statistik von 1913 zeigt, daß unser Export von Radium enthaltenden Uranium- und Vanadiumerzen einen höheren Radiumgehalt aus nach Europa verschifften Coloradoerzen enthält, als es jener ist, den die in diesem Lande aufbereiteten und zurückgehaltenen Erze aufweisen. Die von Ihrem Grubeninspektor aufgestellten Ziffern — obgleich korrekt für einen einzelnen Monat — können deshalb nicht als maßgebend für die jährliche Bewegung des Radiummarktes angesehen werden, insoweit wie diese letzteren nur auf Grund statistischer Daten bekannt sind. Was im weiteren auch immer der Prozentsatz der Erze sein mag, die zurzeit aus privaten Gruben oder aus solchen von Korporationen exportiert werden, so scheint es mir recht und billig, jenem Radium, das sich in öffentlichen Ländereien findet, amerikanische Vorzugsrechte zuzubilligen. Zu diesem Zweck will das Gesetz eine Kontrolle festlegen, die durch eine sofortige Erschließung der Gruben und durch Gewinnung des Radiums aus jenen Erzen gewonnen werden kann.

Ich bin sicher, daß Sie die angeführten Tatsachen würdigen werden und daß, während die Gesetzgebung sich bemühen wird, dem gesamten amerikanischen Volk einen Dienst zu leisten, ich es persönlich als meine Aufgabe betrachten werde, die Interessen Colorados zu schützen und zu fördern. Wie das Bundes-Obergericht im Hinblick auf andere Erzlagerstätten es ausgesprochen hat, so ist „eine neue Ära des Wohlstandes erschienen; ein Wohlstand, der jenen irgend eines Staates weit übertrifft“ und in dem der Wohlstand „jedes Staates um so größer wird durch die Aufteilung seiner natürlichen und geschaffenen Hilfsquellen

mit jedem anderen Staate und jener der anderen Staaten mit ihm“.

Hochachtungsvoll

Lane.

Die wissenschaftliche Erforschung der Radiumerzlagerstätten ist — soweit die noch nicht bereits von Privatinteressen erworbenen Claims in Frage kommen — ausschließlich in den Händen der U. S. Geological Survey bzw. des unter dem Department of the Interior stehenden *Bureau of Mines* (*Joseph A. Holmes, Direktor*). Das letztere unterhält in Denver eine Zweigstelle, der der ausgezeichnete Chemiker *Richard B. Moore* und der Bergingenieur *Karl L. Kithil*, ein Deutscher, vorstehen. Durch meine engen, freundschaftlichen Beziehungen zu letzterem bin ich in der Lage den Lesern dieser Zeitschrift deshalb einen besseren Bescheid über die Lage der Dinge in re Radiumerze geben zu können, als es ohne diese Hilfe mir möglich gewesen wäre¹⁾.

Wie mir nun kürzlich Herr *Kithil* mitteilte, hat die Vereinigte-Staaten-Regierung *nicht* die bereits in privaten Händen befindlichen Claims zurückgezogen, vielmehr die Entscheidung getroffen, *alle nach dem 15. Januar 1914 entdeckten, Radium enthaltenden Erzlagerstätten als Regierungseigentum zu erklären*. Dagegen haben die Prospektoren oder diejenigen, die einen solchen Claim zu erwerben beabsichtigen, das Recht, denselben auszubeuten, sind aber verpflichtet, das gesamte so gewonnene Erz an die Regierung bzw. das *Bureau of Mines* abzuliefern und zwar zu einem von dem *Secretary of the Interior* hierfür von Zeit zu Zeit festzusetzenden Preis, der zwar noch nicht allgemein offiziell bestimmt ist, aber mit 2,50 Dollar per Pfund U_3O_8 vorgeschlagen wurde und zwar f. o. b. Denver. Im Falle nun der betr. Prospektor oder wer immer den betr. Claim erwirbt, während eines Jahres nicht ununterbrochen 8 Monate daran arbeitet, oder wie der technische Ausdruck hier lautet „*assessment work*“ verrichtet, dann kann dieser Claim an einen anderen zur Aufnahme vergeben werden.

Seitens des *Bureau of Mines* wurde der Regierung ein weiterer Vorschlag unterbreitet, der dahin geht, den Kongreß zu veranlassen 150 000 Dollar zur Errichtung von Gebäulichkeiten und zur Etablierung einer nach dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft ausgerüsteten Aufbereitungsanstalt zu bewilligen, und zwar nicht nur zum Zwecke fachmännischer Untersuchung radioaktiver Mineralien, sondern zur Prüfung aller in den Weststaaten vorkommenden Erze. Ferner soll der Kongreß 300 000 Dollar zur Erbauung und vollständigen Einrichtung einer chemischen Radiumanstalt zur Gewinnung des Radiums für Regierungszwecke bereit stellen; die zu diesem

¹⁾ Ich verfehle nicht, Herrn *Kithil* für seine freundschaftlichen Mitteilungen sowie für die Durchsicht dieses Aufsatzes vor seiner Absendung auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Zwecke zu untersuchenden Radiumerze sollen den von der Regierung zurückgezogenen Ländereien entnommen werden bzw. jenen Erzen, die durch Kauf erworben werden.

In verschiedenen Kreisen besteht die Ansicht, daß die Vereinigte-Staaten-Regierung die getroffenen und noch zu treffenden Maßnahmen aus dem Grunde in Szene gesetzt hätte, „um sich in selbstsüchtiger Weise zu bereichern“. Nichts ist niedriger als eine derartige Behauptung! Die Regierung verfolgt einzig und allein ehrliche und insofern auch philanthropische Zwecke, als das gewonnene Radium an die Hospitäler gehen wird, die damit Versuche an Patienten anzustellen beabsichtigen. Zwei hervorragende amerikanische Philanthropen, Dr. Howard A. Kelley in Baltimore und Dr. James Douglas, New York City, Teilhaber der Firma Dodge, Phelps & Co., haben je 75 000 Dollar dem in New York errichteten *National Radium Institute* zur Verfügung gestellt bzw. die genannten Summen ausgeworfen, um Mittel und Wege zu finden, bessere Methoden zur Gewinnung des Radiums zu erforschen. Eine Kooperation zwischen dem genannten Institut und der Regierung ist dadurch ermöglicht worden, daß sich Kelley und Douglas verpflichteten, aus dem ganzen Unternehmen *keinen finanziellen Profit zu erzielen*. Das in den Erzen enthaltene Uran und Vanadium wird zur Deckung eines Teils der Unkosten verkauft, während das gewonnene Radium zum Teil in den Händen des Instituts zur Vornahme weiterer Studien verbleibt, zum größeren Teil aber an die in New York und Baltimore bestehenden Hospitäler geht, in denen Versuche mit Radium an Patienten angestellt werden sollen. Die Behandlung der Patienten ist für diese völlig kostenlos.

Bericht über den IX. Internationalen Physiologenkongreß in Groningen 2. bis 6. September 1913.

Von Dr. Ernst Laqueur, Groningen (Holland).

(Schluß.)

Nervensystem.

Bekanntlich unterscheidet man funktionell zwei Arten von Nervenfaser: zentrifugale (meist motorische) und zentripetale (meist sensible). Beide Faserarten haben in der Peripherie charakteristische Endausbreitungen, die einen zur Abgabe von Impulsen, die anderen zur Aufnahme von Eindrücken.

Schon mehrfach sind Versuche angestellt worden, die zeigen, daß es sich um keine prinzipiell voneinander verschiedenen Gebilde handelt, so gelingt es z. B. einen *motorischen* und einen *sensiblen* Nerven nach ihrer Durchschneidung miteinander zum Verheilen zu bringen. Dieses Experiment hat auch der Leydener Anatom J. Bocke wieder ausgeführt und bei Igeln den durchschnittenen sensiblen Zungennerven (Lingualis) mit dem Nerven der Zungenmuskulatur (Hypoglossus) zur Verheilung gebracht. Dies wurde in wunderschönen

mikroskopischen Präparaten gezeigt. Das Neue dabei ist, daß die regenerierenden Fasern die einmal eingeschlagene Bahn nicht mehr verlassen können, bis zur peripheren Endausbreitung auswachsen und dort ihr charakteristisches Gepräge zeigen: so bilden sich z. B. um die Geschmacksbecher, die Aufnahmeorgane für die Geschmacksempfindungen, motorische Verästelungen, in denen der Hypoglossus bis zum Lingualisende herauswächst, und umgekehrt entstehen sensible Endausbreitungen um die ursprünglichen motorischen Enden des Hypoglossus.

Eines der interessantesten und in den letzten Jahren viel behandelten Probleme ist die *Regulierung unserer Bewegungen und Körperstellung* durch das *Zentralnervensystem*; und zwar handelt es sich jetzt meist um die Regulationen der einfachsten Phänomene, die auf Reflexen der niederen Zentren beruhen. — Zwei der bedeutendsten Vertreter gerade auf diesem Gebiete kamen auf dem Kongreß zu Worte: *Sherrington* und *Magnus*. Der Engländer *Sherrington*, einer der originellsten und geschicktesten Experimentatoren, zeigte einen Versuch, der begreifen läßt, wie eigentlich die regelmäßige Abwechslung beim Gehen zustande kommt.

Sherrington hat zunächst gelehrt, daß eine geköpfte Katze stundenlang weiterlebt, wenn man sie warm hält und für künstliche Atmung sorgt: man erhält so ein sog. warmblütiges Reflextier, wie man es früher nur bei Kaltblütern, Frosch oder Aal, kannte. — Wenn man nicht den ganzen Kopf wegnimmt (*dekapiert*), sondern nur das Gehirn mit Ausnahme des hinteren Teiles, des sog. Kopfmarkes, entfernt bzw. es nur abtrennt (*decerebriert*), so erhält man auch ein Reflextier, das aber durch Erhaltung des Atemzentrums noch selbstständig atmet.

An solchen decerebrierten, nach unseren heutigen Vorstellungen natürlich gefühllosen Katzen werden an beiden Beinen alle Muskeln entfernt bzw. durch Zerschneidung ihrer motorischen Nerven gelähmt bis auf den großen Kniestrecker am Oberschenkel. Alle sensiblen (zentripetalen oder afferenten) Nerven sind ebenfalls durchtrennt mit Ausnahme des sensiblen Nerven des Unterschenkels und Fußes.

Wird nun auf einer, z. B. der linken Seite dieser sensible Nerv elektrisch gereizt, so wird der Kniestreckmuskel derselben Seite verlängert, d. i. der linke Unterschenkel gebeugt. (Man bezeichnet diesen Effekt auch als Hemmung des Muskels, weil in der Norm immer eine gewisse Kontraktion, ein bestimmter Verkürzungszustand besteht.) Während also auf der linken Seite bei der Reizung des linken Nerven diese Hemmung eintritt, wird der Streckmuskel der anderen Seite *erregt*, also das rechte Bein gestreckt. Bei Reizung des Nerven der anderen, der rechten, Seite tritt das Umgekehrte ein, d. i. der linke Unterschenkel gestreckt und der rechte gebeugt. Durch abwechselnde gut abgestufte Reizung der beiderseitigen sensiblen Nerven bekommt man in regelmäßigem Rhythmus abwechselnde Bewegungen beider Unterschenkel, ein *Schreiten*.

Ohne auf Einzelheiten einzugehen, bedeutet dieser und ähnliche Versuche folgendes: Durch einen Vorgang in der Peripherie — setzen wir statt der unnatürlichen elektrischen Reizung des Nerven die natürliche durch seine Endorgane, also eine Erregung z. B. durch eine bestimmte Aufsetzen der Fußsohle — wird im Rückenmark eine bestimmte Veränderung gesetzt, worauf (also reflektorisch) die Muskeln beider Beine innerviert werden, und zwar teils in gerade entgegengesetztem Sinne. Diese Änderung, d. i. die nun veränderte Spannung der Muskeln, der Stellung der Gelenke usw., strahlt aber wie-

der auf das Rückenmark zurück, setzt dort wieder neue Änderungen, neue Impulse gehen aus usw. Sofern keine Störungen eintreten, werden die sensiblen Eindrücke einander ähneln, infolgedessen die verschiedenen Impulse, und es wird so zu regelmäßigen, *rhythmischen* Bewegungen kommen. — Es ist klar, daß es sich hier nur um Andeutungen außerordentlich wichtiger Gesetzmäßigkeiten handeln kann. —

Neben Sherrington ist es hauptsächlich Magnus, der dessen Lehre weiter ausgebaut hat. Eigentlich Pharmakologe hat Magnus hier wie auch auf anderem Gebiete der Physiologie bedeutsame Erkenntnisse verschafft. So zeigte er auf diesem Kongreß, unterstützt von kinematographischen Projektionen, wie die *Hal tung des Körpers* und die *Stellung der Gliedmaßen abhängig* ist von der *Kopfstellung*. Jede Änderung dieser veranlaßt bestimmte Reflexe der ganzen Körper- und Gliedermuskulatur. So nimmt z. B. der dezerebrierte Hund eine andere Stellung ein, wenn ihm der Kopf nach rechts gedreht wird, wenn er ihn vorher in der Mitte oder nach links hatte. Dasselbe läßt sich bei völlig idiotischen Kindern, die gleichsam den dezerebrierten Tieren entsprechen, zeigen. Daß der Nachweis des Einflusses der Kopfstellung wie überhaupt auch andere einfache reflektorische Vorgänge nur schwer aufzufinden sind bzw. sich dem Nachweise ganz entziehen, liegt an der Kontrolle und Hemmung, die das Gehirn dauernd auf alle nachgeordneten Teile ausübt.

Im Verein mit seinem langjährigen Mitarbeiter *de Kleijn* konnte Magnus dann ferner abgrenzen, wie weit die Halsreflexe eine Rolle spielen *neben* dem schon lange bekannten *Einfluß des Labyrinths auf die Körperhaltung*. Bekanntlich besitzen wir im inneren Ohr in den Bogengängen mit Anhang ein sog. statisches Organ, das für die Orientierung im Raum eine große Bedeutung hat. Mittels *einseitiger Exstirpationen des Labyrinths* beim Kaninchen gelang eine ziemlich weitgehende *Analyse der Bewegungs- und Stellungsregulationen*. Neben den von der Kopfstellung (Halsstellung) und den vom Labyrinth ausgelösten Reflexen spielt beim normalen Tier natürlich das *Auge* eine große Rolle und auch dessen Einfluß ließ sich etwas näher verfolgen. —

Wie kurz vorher erwähnt, ist in der Norm über alle niederen Regulationsmechanismen der Stellung wie Bewegung das *Gehirn* gesetzt. Auf diesem Kongreß ist relativ wenig von den auf früheren sehr häufig behandelten Gebieten die Rede, die besonders mit den Bewegungen verknüpft sind, von der sog. *motorischen Rindenzone*. Durch Reizung bestimmter Punkte lassen sich bekanntlich ganz bestimmte Bewegungen einzelner Muskelgruppen auslösen, andererseits durch Verletzungen charakteristische Ausfälle, bestimmte Lähmungen erzielen. Ein Vortrag des Innsbrucker Physiologen *Trendelenburg* beschäftigt sich im speziellen, wie weit ein *Ausgleich der Bewegungsstörungen*, die durch *Verletzungen der Großhirnrinde* hervorgerufen sind, eintritt.

Wenn z. B. einem Affen die sog. Armregion „unterschnitten“ wird, sie also von den Verbindungen mit den niederen Zentren und Nerven des Arms abgetrennt wird, so wird der zugehörige Arm zunächst nicht gebraucht, und wird das Tier sich selbst überlassen, so bleibt auch der Ausfall bestehen. Der Defekt erinnert am meisten an den, wie ihn ein Mensch mit einem einseitigen Schlaganfall aufweist, der hauptsächlich die obere Extremität betroffen hat. — Wird nun bei einem operierten Affen der Gebrauch des gelähmten Armes *erzwungen*, so tritt allmähliche Restitution ein. Der

gelähmte Arm lernt wieder greifen und fast alle Bewegungen werden bis auf gewisse Eigentümlichkeiten allmählich normal. Allerdings ist diese Erzwingung, den Arm überhaupt zu benutzen, gar nicht so einfach, und erst die äußerste Not bringt den Affen so weit. So muß man, um zunächst die Benützung des gesunden Armes zu verhindern, diesen amputieren, aber auch dann entschließt sich das Tier oft noch nicht, es mit dem gelähmten zu probieren, eher wird der Fuß als Greifhand gebraucht. Und erst, wenn dieser leicht gefesselt wird, beginnen die Versuche mit der gelähmten Hand. — Solche Versuche haben sicher neben dem theoretischen Wert eine praktische Bedeutung, indem sie zeigen, wie weit durch sog. *Übungstherapie* der Ersatz scheinbar dauernd verlorener zentraler Leistungen erzielt werden kann. —

Im Anschluß an die vorher mehrmals erwähnte *Methode*, Tiere des *Einflusses der höheren Zentren* durch Dezerebrierung zu berauben, sei hier noch eine Demonstration des bekannten Cambridger Physiologen *Langley* erwähnt, dem diese Ausschaltung auf gleichsam unblutige Weise gelingt. Er spritzt narkotisierten Tieren eine Stärkekörner enthaltende und mit Gummi versetzte Salzlösung in die Gefäße des Kopfes. Er erhält dann nach einigen Minuten, je nach dem genaueren Ort der Injektion — ob zentral oder mehr peripher — eine völlige Ausschaltung des ganzen Gehirns oder nur seiner obersten Teile.

Die Methode der mehr oder minder direkten Dezerebrierung bekommt eine immer größere Anwendung bei physiologischen Versuchen, auch wenn man nur *eine* Hirnfunktion, nur das Bewußtsein, ausschalten will.

Das bisher bei inneren Eingriffen allein zur Verfügung stehende Mittel, die Narkose, bringt immer ein schädigendes Agens in den Körper. So hat z. B. der schon einmal erwähnte Leydener Pharmakologe *van Leerssum* diesmal gezeigt, wie gut sich bei *dezerebrierten Tieren Versuche über die Nierenleistungen* anstellen lassen, ohne daß die Resultate durch Narkotika, welche die Nieren selbst beeinflussen, kompliziert sind. —

Um wieder zur *Hirnphysiologie* zurückzukehren, seien hier noch zwei recht interessante Mitteilungen erwähnt.

Bekanntlich beginnt Mensch und Tier *schneller zu atmen*, wenn *seine Temperatur* steigt. Es handelt sich hierbei um eine wichtige regulatorische Einrichtung, besonders bei den Tieren, bei denen die Wärmeregulation weniger durch Verdampfung von der Haut als durch die Wasserabgabe von seiten der Lunge geschieht (z. B. beim Hunde); bei der vermehrten Atmung wird dann natürlich auch die Verdampfung gesteigert. Man bezeichnet im speziellen diese Atmungsverschnellung als „*thermische Polypnoe*“.

Gewisse Gifte, z. B. das Brechmittel *Apomorphin*, *verhindern* nach Versuchen des französischen Forschers *Camus* das Auftreten dieser *Polypnoe*. Auf dem diesmaligen Kongreß berichtete er, wie man bei Anwendung dieses Mittels bequem die vitale Bedeutung dieser Regulation erkennen kann.

Werden 2 narkotisierte Hunde der direkten Sonnenbestrahlung ausgesetzt, so beginnt nach einer gewissen Zeit die Atemverschnellung. Wird dem einen der Hunde Apomorphin in minimaler Menge injiziert, so hört die Polypnoe auf und einige Zeit darauf, während der die Körpertemperatur auf 46° gestiegen, tritt der Tod ein. Bei dem anderen Hund dagegen ist die Temperatur nur auf 41,7° gestiegen, und er bleibt ganz gesund.

Wo ist der Sitz dieser wichtigen Atemregulation?

Man dachte zuerst natürlich an den Ort des Atemzentrums, an das Kopfmark. Dem griechischen Physiologen *Nikolaides* ist es im Verein mit seinem Assistenten *Dontas* gelungen, nachzuweisen, daß ein bestimmtes Zentrum hierfür im Großhirn in Betracht kommt. Es ist eine unter der Rinde gelegene Gangliengruppe, der sog. Streifenkörper. In Parenthese sei hier als ein Zeichen des Interesses, das man dem Internationalen Physiologenkongreß entgegenbringt, bemerkt, daß *Dontas* als einer der ersten die Erlaubnis zur Demobilisation erhielt, damit er noch, direkt vom bulgarisch-griechischen Kriegsschauplatz durchreisend, zu unserem Kongreß zurecht komme, und die Versuche zu der eben besprochenen Frage anstellen könne.

Als Anhang zu diesem ganzen Kapitel aus der Physiologie des Nervensystems sei noch eine Mitteilung des Berner Physiologen *Asher* erwähnt. Ihm ist es gelungen, in dem schon mehrfach genannten Nervus *Vagus sekretorische Fasern für die Niere* aufzuweisen. Bisher hatte sich gerade dieses wichtige Organ dem Nachweis entzogen, daß auch bei seiner spezifischen Funktion bestimmte Nerven beteiligt sind. Hierzu steht die allgemeine Erfahrung, die auch jedem Laien bekannt ist, daß die Harnsekretion starken nervösen Einflüssen unterworfen ist, in keinem Gegensatz. Die Niere ist nämlich außerordentlich empfindlich gegen jede Änderung der Zirkulationsverhältnisse, und diese wiederum hängen in hohem Grade vom Nervensystem ab. *Asher* hat nun gezeigt, daß Reizung der Vagusfasern, auch ohne daß hierdurch unter bestimmten Versuchsbedingungen die Blutzufuhr zur Niere geändert ist, einen sekretorischen Effekt hat.

Aus der Physiologie der Sinnesorgane seien hier nur wenige Mitteilungen besprochen.

Brossa und *Kohlrausch*, zwei jüngere im Berliner physiologischen Institut arbeitende Forscher, wiesen nach, daß die verschiedenen Spektralfarben verschiedene objektive Veränderungen in der Netzhaut hervorbringen. Der wie bei anderen Organen, so auch bei der Netzhaut vorhandene elektrische Strom zeigt bei der Tätigkeit der Netzhaut, d. i. bei Belichtung Änderungen. Und nun zeigten *K.* und *Br.* am Auge des durch Curare (südamerikanisches Pfeilgift) gelähmten, völlig bewegungslosen Frosches, daß die einzelnen Spektralfarben charakteristische Stromänderungen hervorriefen. Auf Differenzen in der Lichtintensität, die besonders ausgeschlossen wurden, konnten die Verschiedenheiten nicht beruhen.

Ähnliche Befunde ergab eine Untersuchung des Bonner Physiologen *Fr. W. Fröhlich* am Auge von *Cephalopoden*.

Bekanntlich ist den Forschungen der letzten 20 Jahre (von *Frey*, *Blix*, *Goldschneider*) gelungen, nachzuweisen, daß wir beim „Tastsinn“ keinem einheitlichen Sinn gegenüberstehen, mit überall gleichmäßig verbreiteten Aufnahmeorganen, sondern daß es sich vielmehr um eine Dissoziation der Aufnahmeapparate für die verschiedenen Hautempfindungen handelt. Man kann genau die Punkte unterscheiden, welche die einfache Berührungsempfindung vermitteln von Punkten, wo das Schmerzgefühl ausgelöst wird, und diese sind wieder zu trennen von den voneinander zu unterscheidenden Punkten für Wärme- und für Kälteempfindung.

Der amerikanische Forscher *Warren P. Lombard* nahm vor 2 Jahren eine genaue Skizze von der Verteilung der verschiedenen Punkte an seiner Haut auf. Die Orientierung und Festlegung der Stellen geschah mittels der bekanntlich konstant bleibenden, für jeden

Menschen charakteristischen Hautfurchen und -linien (Daktyloskopie bei Verbrechern). Eine Kontrolle dieser Skizze vor kurzer Zeit ergab eine fast völlig gleiche Anordnung der Empfindungspunkte mit der ersten Aufnahme; die einzelnen Punkte wichen nicht mehr als höchstens 0,3 mm von ihrer früheren Lage ab, und dies ist wohl auf nicht vermeidbare Fehler der Messung und Aufzeichnung zurückzuführen. Also auch diese kleinen Sinnesorgane liegen dauernd während des Lebens an demselben Ort, ebenso wie das Auge oder Ohr.

Zum Schlusse dieses Berichtes möchte ich noch einige Mitteilungen erwähnen, die besonders von methodischen Fortschritten handeln.

Schon bei dem vorletzten Kongresse hatte *H. J. Hamburger* durch eine Mitteilung mehrerer Versuche der Zentrifuge einen breiteren Raum beim chemischen, besonders physiologisch-chemischen Arbeiten schaffen wollen. Auf diesem Kongreß zeigte *Hans Friedenthal*, welcher große Bedeutung dieses Instrument noch gewinnen kann. *Friedenthal* (Nikolassee), einer der wenigen deutschen Forscher, die ohne staatliche Unterstützung im eigenen Privatlaboratorium in rastloser Arbeit verschiedene wichtige Erkenntnisse der gesamten Biologie verschafft haben, ist es gelungen, eine Zentrifuge zu konstruieren, die bis zu 36 000 Umdrehungen pro Minute macht.

Von den verschiedenen Anwendungen, die er bisher mit diesem Instrument gemacht hat, seien einige erwähnt. Pflanzen und Tiere so starken Zentrifugalkräften ausgesetzt zeigen ganz charakteristische Veränderungen. So verhalten sich Blätter und Blüten wie erfrorene Pflanzen, indem die wasserhaltigsten Teile zuerst zerstört werden und in ganz kurzer Zeit eintrocknen. — Durch passend abgestuftes Zentrifugieren von Tieren lassen sich die schönsten natürlichen Blutinjektionen erzielen. Bakterien lassen sich quantitativ aus ihrem Medium entfernen, die beweglichen von den unbeweglichen sondern. — Kolloide gelang es, aus ihren Lösungen zu entfernen; so konnte Jodstärke quantitativ aus jodierten Stärkelösungen abgeschieden werden. Durch Kälte wird die Trennung von Substanzen in der Zentrifuge bedeutend erleichtert. *Friedenthal* kühlt mit flüssiger Luft und erzwang die Abscheidung reiner Kristalle aus Gemengen, die unkristallisierbar schienen.

Auch *Strzyzowski*, der physiologische Chemiker aus Lausanne, suchte in anderer Weise das Anwendungsgebiet der Zentrifuge zu erweitern; und zwar will er sie zu einer quantitativen Bestimmung des Eiweißes im Harn benutzen.

Von Bedeutung wird gewiß ein Apparat werden, den der Hallenser Physiologe *Abderhalden* demonstrierte. Es handelt sich um eine Wage, die automatisch Gewichtszu- und -abnahme registriert.

Die Wage trägt am Wagebalken einen Spiegel, auf den Licht fällt. Dieses wird auf lichtempfindliches Papier geworfen. Jedesmal, wenn ein Dezigramm an Gewicht verloren oder gewonnen ist, wird die Wage automatisch für einen Moment arretiert und ein Dezigrammgewichtstück auf jene Seite aufgelegt, die ein Dezigramm verloren hat. Die Wage geht dann von neuem von der Gleichgewichtslage aus.

Erwähnenswert ist noch ein Kryoskop von *Dekhuijzen* aus Utrecht. Er hat dies schon vor 5 Jahren konstruiert und publiziert¹⁾, aber es wird wohl erst jetzt, nachdem auf diesem Kongresse seine bequeme Anwend-

¹⁾ Näheres s. Biochem. Zeitschr. (Verlag Springer) XI, 1908, 346.

barkeit demonstriert worden ist, die verdiente größere Verbreitung finden. Ohne auf Einzelheiten einzugehen, sei erwähnt, daß der Apparat in *wenigen Minuten Gefrierpunktsbestimmungen von $\frac{1}{500}^{\circ}$ Genauigkeit* gestattet und stundenlang arbeitet.

Fermente zu cystologischen Studien anzuwenden und umgekehrt mittels solcher mikroskopischer Beobachtungen etwas über die *Lokalisation von Fermenten auszusagen*, ist, wie die Utrechter Physiologin *van Herwerden* mit Recht betont, eine lohnende Aufgabe.

Aus Rindermilz wird z. B. eine *Nuclease* hergestellt, ein Ferment, das Nucleinsäure, einen wichtigen Eiweißpaarling, spaltet. Setzt man dieses Ferment Seegeleiern oder Ganglienzellen zu, so sieht man bestimmte Körner schwinden, von deren Affinität zu gewissen Farbstoffen man wohl etwas wußte, nicht aber, aus welchen Stoffen sie bestehen. — Andererseits gelang es mittels eines von *Röhm* und *Spitzer* angegebenen Reagens, das sich bei Gegenwart einer Oxydase charakteristisch färbt, über das *ontogenetische Verhalten einer Oxydase* näheres auszusagen. Sie ist bereits in unbefruchteten Eiern vorhanden, erst nur schwach, dann nach der Befruchtung stärker wirksam, um im weiteren Verlauf in einem gewissen Entwicklungsstadium ganz zu schwinden. — Es sind dies selbstverständlich nur einige Beispiele, die zeigen sollen, welcher Art die Erkenntnisse sind, die diese Methode schaffen kann. —

Hier sei noch besonders die *Bedeutung des Kinetographen* gerade für physiologische Versuche erwähnt. Gerade auf diesem Kongresse bewährte er sich wiederum ausgezeichnet. Viele Dinge sind *nicht nur reproduzierbar und damit demonstrierbar* durch den Kinetographen geworden, sondern überhaupt erst dadurch der *unmittelbaren Beobachtung erschlossen worden*. Einmal kann der Mensch nicht 24 und mehr Stunden hintereinander geregelt beobachten, er kann immer nur in Pausen sehen und dadurch allein Zustände beobachten, deren Zwischenstadien die Phantasie ergänzen muß; andererseits kann aber das Auge nur wenige Eindrücke innerhalb einer Sekunde getrennt wahrnehmen, geschweige können wir solche flüchtige Wahrnehmungen exakt darstellen: fortlaufende Beobachtungen langsamer oder schneller Bewegungen sind daher überhaupt nur mit der Serienphotographie möglich. — Eine ganze Reihe wundervoll gelungener Aufnahmen zeigten französische Forscher: *Comandon*, der wissenschaftliche Vertreter der bekannten *Firma Pathé*, ferner *Bull*, der Leiter des Instituts *Marey* in Paris. Während *Bull* in der Kabine saß und seine Films abrollte, gab der jüngste Nobelpreisträger, der berühmte Physiologe *Richet*, die Erläuterungen dazu.

Zu guter Letzt mag noch ein Scheinkino erwähnt sein, so zu nennen, weil es, ohne ein Kino zu sein, vollkommen den Eindruck einer kinematographischen Wiedergabe macht, oder eigentlich vielmehr die Täuschung hervorbringt, als spiele sich der Vorgang erst vor unseren Augen zum erstenmal ab. Es handelt sich um das sog. *Kurvenkino* des Freiburger Pharmakologen *Straub*; wenn es möglich wäre, würden hierfür diesem Forscher gewiß die verschiedenen Versuchstiere physiologischer und pharmakologischer Vorlesungen ihren Dank bezeugen. Es wird eine bereits in früheren Versuchen gewonnene Kurve, auf Diapositiven, langsam von dem einen Ende her abgedeckt, so daß man den Eindruck erhält, daß sie erst in diesem Augenblick aufgeschrieben wird. Da es bei vielen *Vorlesungsversuchen* gerade auf *Beobachtung einer Kurve* ankommt, welche — sagen wir — der Blutdruck- oder Atmungs-

schreiber auf beruhtes Papier aufzeichnet, während das Tier selbst kaum etwas Beachtenswertes darbietet, so bleibt, wie *Straub* mit Recht sagt, das „Miterleben und Beobachten durch den Hörer gewahrt, ohne Assistenten, Vorbereitungen, Tiermaterial zu verlangen und sich Mißerfolgen auszusetzen“. —

Im Verhältnis zu dem wirklich auf dem IX. internationalen Physiologenkongresse Geleisteten ist dieser Bericht trotz seiner Ausdehnung noch immer spärlich. — Fast die meisten Gebiete der Physiologie haben wir darin gestreift. Oft nur von ungefähr kann der Leser ahnen, welche Hauptfragen darin aufgeworfen sind, und fast stets wird er spüren, daß wir von ihrer Beantwortung noch weit, sehr weit entfernt sind. Oft wird er auch kaum dem Gedanken entgehen: welch merkwürdige Umwege scheinen doch eingeschlagen! aber — bei alledem fühlt er wohl doch: der Fortschritt ist am Werk.

Besprechungen.

Lorentz, H. A., A. Einstein und H. Minkowski, Das Relativitätsprinzip. Eine Sammlung von Abhandlungen mit Anmerkungen von A. Sommerfeld und Vorwort von O. Blumenthal. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. IV, 89 S. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 3,60.

Vor Jahresfrist erschien das erste Heft der von Herrn O. Blumenthal herausgegebenen „Fortgeschritte der mathematischen Wissenschaften in Monographien“; es enthielt die beiden großen Arbeiten *Minkowskis*, in denen er die heute allgemein angenommenen Grundgleichungen der Elektrodynamik bewegter Körper aus dem Relativitätsprinzip entwickelte. Jetzt liegt das zweite Heft dieser „Monographien“ vor, das sich seinem Inhalt nach an das erste eng anschließt. Die beiden genannten Arbeiten *Minkowskis* bedeuten nämlich einen gewissen Abschluß in der Entwicklung der Elektrodynamik; es mag daher für den Herausgeber nahe gelegen haben, auch die Entwicklung der Wissenschaft bis zu diesem Punkte in ähnlicher Weise zur Darstellung zu bringen. Zu diesem Zwecke hat er die wichtigsten Abhandlungen, die die Grundlagen der Relativitätstheorie enthalten, in ihrer historischen Reihenfolge zu einer Sammlung zusammengefaßt. Es ist sehr zu begrüßen, daß auf diese Weise die in verschiedenen Zeitschriften verstreuten Arbeiten bequem zugänglich gemacht worden sind. Das Heft enthält zunächst zwei berühmte Arbeiten von H. A. Lorentz, die beide an den Interferenzversuch *Michelsons* anknüpfen. Dieser Versuch, der angestellt war, um die Bewegung der Erde durch den Äther, gewissermaßen den „Ätherwind“ auf der Erde, nachzuweisen, hatte ein negatives Resultat gehabt, obwohl die Meßgenauigkeit für den nach der Äthertheorie zu erwartenden Effekt bei weitem ausgereicht hätte. Nachdem viele Versuche, dieses Resultat mit der Äthertheorie in Einklang zu bringen, gescheitert waren, gelang dies *Lorentz* (und gleichzeitig *Fitzgerald*) durch eine erstaunlich kühne Hypothese, nach der alle Körper auf der bewegten Erde eine Kontraktion in der Bewegungsrichtung erfahren sollten, die das „Verwehen“ der Lichtwellen durch den „Ätherwind“ gerade kompensiert. In der ersten der hier abgedruckten Arbeiten wird diese Hypothese zuerst aufgestellt; in der zweiten wird dann der strenge Nachweis geliefert, daß die ganze Elektrodynamik sich mit ihr in Einklang brin-

gen läßt, und daß dann niemals ein Einfluß der Bewegung vom mitbewegten Beobachter konstatiert werden kann. Diese Lorentzschen Ideen wurden von *Einstein* aufgegriffen, dessen beide grundlegende Arbeiten hier folgen. *Einstein* stellt das allgemeine Relativitätsprinzip von der physikalischen Gleichwertigkeit aller gleichförmig zueinander bewegten Bezugssysteme an die Spitze, und indem er eine Revision der Begriffe der Kinematik (Gleichzeitigkeit, Länge usw.) vornimmt, zeigt er, daß sich sowohl die Elektrodynamik des leeren Raumes wie auch die Mechanik dem Prinzip anpassen lassen. Dabei erscheint die Lorentzsche Kontraktionshypothese als spezielle Folgerung aus den Grundsätzen der Einsteinschen Kinematik. Die erste der hier abgedruckten Einsteinschen Arbeiten zeigt aufs deutlichste, wie in die verwickelten elektrodynamischen Gesetze durch das Relativitätsprinzip *Einsteins* Klarheit und Ordnung kommt. Die zweite Arbeit enthält eine der wichtigsten Folgerungen, die *Einstein* aus dem Prinzip gezogen hat, nämlich, daß die Energie, welcher Art sie auch sein mag, Trägheit haben muß; hieraus hat sich dann die Anschauung entwickelt, daß Energie und träge Masse überhaupt wesentlich gleich sind. — Auf die Einsteinschen Arbeiten folgt *Minkowskis* Vortrag „Raum und Zeit“, der eine sehr vertiefte Auffassung des Relativitätsprinzips bringt; faßt man nämlich den dreidimensionalen Raum mit der Zeit zu einer vierdimensionalen „Welt“ zusammen, so erscheint das Prinzip und seine Folgerungen als eine Geometrie dieses vierdimensionalen Raumes, und so enthüllen sich alle jene Beziehungen, die *Minkowski* zu den elektrodynamischen Gesetzen der bewegten Materie (abgedruckt im ersten Heft der „Monographien“) geführt haben. An die Minkowskische Darstellung des Relativitätsprinzips hat die mathematische Bearbeitung der neuen Kinematik angeknüpft; Prof. A. Sommerfeld hat in Anmerkungen, die sich dem Artikel „Raum und Zeit“ anschließen und ihn erläutern, die weitere Entwicklung der Forschung kurz dargestellt. Den Abschluß des Heftes bildet ein Artikel von H. A. Lorentz, in dem dieser Stellung nimmt zum Einsteinschen Relativitätsprinzip und der Minkowskischen Elektrodynamik. Lorentz, der die Grundsteine zu dem ganzen Bau gelegt hat, erkennt wohl die Vorzüge der neuen Formulierung an, möchte aber nur ungern auf den Äther verzichten, den ein strenger Einsteinianer aufgeben muß.

Die beiden Hefte der „Monographien“, die vom Verlage B. G. Teubner sehr gut ausgestattet und mit einem Bilde des so früh verstorbenen *Minkowski* geschmückt sind, bilden vielleicht einen bequemen und besseren Zugang zum Studium der Relativitätstheorie als Lehrbücher; denn stets hat das Eindringen in die originalen Mitteilungen der Pioniere eines wissenschaftlichen Neulandes einen ganz besonderen Reiz.

M. Born, Göttingen.

Ehrenfest, P., Zur Krise der Lichtäther-Hypothese.
Antrittsrede. Berlin, Julius Springer, 1913. 23 S.
Preis M. 0,60.

In der die elektromagnetischen Erscheinungen in bewegten Körpern behandelnden Literatur der letzten Jahre hat die Frage eine große Rolle gespielt, ob durch die neueren Ergebnisse der Forschung, insbesondere durch das Relativitätsprinzip, die Annahme eines Lichtäthers überflüssig geworden oder gar als falsch erwiesen sei. Dem Fernerstehenden wird es schwer fallen, sich ein richtiges Urteil über den gegenwärtigen Stand dieser Frage zu bilden. Es ist daher mit

Freude zu begrüßen, daß die Leidener Antrittsrede von Professor Dr. P. Ehrenfest: „Zur Krise der Lichtäther-Hypothese“ nunmehr auch im Buchhandel erschienen ist (Verlag von Julius Springer, Berlin 1913). Sie gibt einen sehr klaren Überblick über die Stellung der hauptsächlichsten Theorien zur Lichtätherfrage und wird nicht nur durch ihren Inhalt, sondern auch durch die Form der Darstellung dem Leser Genuß bereiten.

Der Übersichtlichkeit der Darstellung wegen wird der verwickelte Versuch von *Michelson* durch ein sehr einfaches Gedankenexperiment ersetzt, welches geeignet ist, den wesentlichen Punkt besonders klar hervortreten zu lassen. Man denke sich einen Experimentator im Mittelpunkt einer sehr großen Hohlkugel mit vollkommen spiegelnder Wand. Die Hohlkugel soll so groß sein, daß ein Lichtstrahl vom Mittelpunkt bis zur Oberfläche der Kugel eine Stunde braucht. Der Experimentator soll nun eine sehr helle Lampe einen kurzen Augenblick lang aufleuchten lassen. Was wird er beobachten? Nachdem er zunächst die Lampe hat aufleuchten sehen, sieht er zwei Stunden lang gar nichts. Genau nach Ablauf von zwei Stunden aber sieht er die ganze ihn umgebende Kugel einen Augenblick aufleuchten. Nun denken wir uns eine andere gleichartige Hohlkugel, die jedoch nicht ruht, sondern sich mit $\frac{1}{10}$ Lichtgeschwindigkeit durch den Raum bewegt. Auch im Mittelpunkt dieser Kugel sitze ein Experimentator, welcher die Bewegung der Kugel mitmachen möge. Was wird nun dieser Experimentator beobachten, wenn er seine helle Lampe einen Augenblick aufleuchten läßt? Auf diese Frage geben die verschiedenen Theorien verschiedene Antworten. Nach der alten Newtonschen Emissionstheorie ist zu erwarten, daß er genau dasselbe sieht wie der andere Experimentator in seiner ruhenden Kugel, also gleichzeitiges Aufleuchten der ganzen Kugel. Dasselbe Resultat ergibt sich, wenn man das Licht als einen Wellenvorgang im Äther ansieht und mit *Stokes* und *Hertz* annimmt, daß der Äther von bewegten Körpern mitgeführt wird. Nimmt man dagegen mit *Fresnel* und *Lorentz* an, daß sich die Körper durch einen ruhenden Äther hindurchbewegen, so ist folgendes zu erwarten: Nachdem es ungefähr zwei Stunden lang finster gewesen ist, leuchtet zuerst der Äquator der Kugel auf (so heiße der größte Kreis der Kugel, der auf ihrer Bewegungsrichtung senkrecht steht), dann sieht man zwei leuchtende Breitenkreise vom Äquator aus symmetrisch zu den beiden Polen rücken. Zuletzt leuchten die beiden Pole auf und dann ist es wieder finster.

Die Newtonsche Emissionstheorie ist lange als falsch erwiesen, von der Stokes-Hertzschen Annahme des mitbewegten Äthers ist von *Lorentz* sowie durch die Versuche von *Fizeau* und *Eichenwald* gezeigt worden, daß sie nicht richtig ist. Und trotzdem ergab der Michelsonsche Versuch vollkommen eindeutig das Resultat: *Der Experimentator in der bewegten Kugel beobachtet genau dasselbe wie derjenige in der ruhenden Kugel.*

Hierzu mußte die theoretische Physik irgendwie Stellung nehmen, und es sind hier drei prinzipiell verschiedene Auffassungen zu besprechen, die von *Lorentz* (1904), *Einstein* (1905) und *Ritz* (1908). *Lorentz* hält an der Hypothese des ruhenden Äthers fest. Er nimmt an, daß die Bewegung durch den ruhenden Äther die Kräfte zwischen den Molekülen und die Form der Elektronen verändert. Nimmt er die Gesetzmäßigkeit dieser Veränderung so an, daß die Theorie das richtig beobachtete Ergebnis unseres Kugelexperiments erwarten läßt, so kann er den allgemeinen Satz aussprechen:

Angenommen, ein Laboratorium laufe mit großer Geschwindigkeit durch den Äther (nur nicht schneller als das Licht). Wenn dann ein Experimentator in diesem Laboratorium ein Experiment ausführt, so beobachtet er genau denselben Verlauf des Experiments, wie er beobachten würde, falls sein Laboratorium relativ zum Äther ruhig stünde. Dies kommt dadurch zustande, daß die Bewegung durch den Äther zwar die Kräfte und die Vorgänge, aber gleichzeitig auch die Meßinstrumente verändert, und zwar gerade so, daß sich in dem bewegten Laboratorium mit den ebenfalls durch den Äther hindurchbewegten Meßinstrumenten genau dieselben Naturgesetze ergeben wie in dem ruhenden Laboratorium mit den ruhenden Meßinstrumenten. „Der durch das bewegte Laboratorium hindurchbrausende „Ätherwind“ stört den Ablauf der Prozesse, mit denen der Experimentator operiert; derselbe „Ätherwind“ verdriß aber auch — wenn wir uns so ausdrücken dürfen — die Meßinstrumente des Experimentators: er deformiert die Maßstäbe, verändert den Gang der Uhren und die Federkraft der Federwagen.“ „Und wenn nun der Experimentator die durch den „Ätherwind“ gestörten Prozesse mit seinen Instrumenten beobachtet, die derselbe „Ätherwind“ verdorben hat, dann sieht er exakt das, was der ruhende Beobachter an den ungestörten Prozessen mit den unverdorbenen Instrumenten beobachtet hat.“ Im Falle unseres Kugel-experiments wird die Kugel durch die Wirkung des „Ätherwindes“ in der Richtung ihrer Bewegung abgeplattet, und zwar gerade um so viel, daß das Licht in jeder Richtung gleich lange braucht, um vom Mittelpunkt der Kugel an die Wand und wieder zum Mittelpunkt zurückzugelangen.

Wesentlich verschieden von dem Lorentzschen Standpunkt sind diejenigen von *Einstein* und von *Ritz*. Beide werden durch das negative Ergebnis aller Versuche, einen Einfluß des „Ätherwindes“ nachzuweisen, zu der Überzeugung geführt, daß es überhaupt keinen Äther gibt. Indem sie annehmen, daß die Elektronen der Körper einander die elektromagnetischen Impulse und das Licht durch den leeren Raum zuwerfen, nähern sie sich der alten Newtonschen Auffassung.

Der Unterschied zwischen beiden tritt wieder am deutlichsten durch Betrachtung eines einfachen Gedankenexperiments hervor: Es möge eine Lichtquelle A vor uns ruhen, eine zweite Lichtquelle B möge sich mit konstanter Geschwindigkeit auf uns zu bewegen. Wir lassen die Lichtstrahlen beider Lichtquellen durch ein vor uns ruhendes Rohr gehen und untersuchen, ob beide Lichtstrahlen gleich rasch das Rohr durchlaufen oder nicht. Während die Lorentzsche Theorie des ruhenden Äthers natürlich „gleich rasch“ ergibt, wird nach der Theorie von *Ritz* das Licht der bewegten Lichtquelle B das Rohr rascher durchsetzen als das der ruhenden, ebenso wie die Splitter einer Bombe, die platzt, während sie auf uns zufliegt, eine größere Geschwindigkeit haben als die einer Bombe, die ruhig vor uns liegend zerplatzt.

Einstein dagegen verlangt ohne Begründung: „gleich rasch“ und stellt diesen Satz als „Postulat der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit“ an die Spitze seiner Theorie. Aus diesem Postulat folgt dann weiterhin, daß ein Beobachter an irgendwelchen vor ihm laufenden Maßstäben, Uhren usw. genau dieselben Kontraktionen, Gangänderungen usw. beobachten muß, wie sie die Lorentzsche Theorie als Folgen des „Ätherwindes“ verlangt. Infolgedessen gibt es kein experi-

mentum crucis zwischen der Lorentzschen und der Einsteinschen Theorie.

Die Ritzsche Theorie dagegen ist frei von allen Kontraktionen, Gangänderungen usw. Es lassen sich leicht experimenta crucis zwischen ihr einerseits, der Lorentzschen und Einsteinschen Theorie andererseits angeben, die jedoch, wie z. B. die Vergleichung der Geschwindigkeiten zweier Lichtquellen, von denen die eine ruht, die andere sich bewegt, bisher noch nicht ausführbar sind. Vielleicht werden Beobachtungen an Doppelsternen diese Frage klären können. Es mag hier erwähnt werden, daß sich beim Ausbau der Ritzschen Theorie Schwierigkeiten ergeben, so daß eine konsequente Durchführung bisher noch nicht gelungen ist.

Die Einsteinsche Relativitätstheorie zeichnet sich vor allem durch ihre große Einfachheit und Einheitlichkeit aus. Außer dem Postulat der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit braucht sie keine Hypothesen einzuführen. Ihre Erweiterung des Zeitbegriffes, durch den die Zeit den Raumkoordinaten gleichartig an die Seite gestellt wird und die Gleichungen der mathematischen Theorie eine sehr übersichtliche, symmetrische Form annehmen, hat nicht nur bei den Physikern, sondern auch bei Mathematikern und Philosophen großes Interesse erweckt. Und dennoch liegt eine große Schwierigkeit in der Forderung der Konstanz der Lichtgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Annahme, daß der Äther nicht existiert. Diese Schwierigkeit wird in dem Ehrenfestschen Vortrag sehr prägnant in folgender Weise hervorgehoben: „Die Einsteinsche Theorie verlangt von uns, daß wir die folgenden drei Formeln unterschreiben:

1. Die Lichtquellen werfen uns die Lichtsignale als selbständige Gebilde durch den leeren Raum zu.
2. An den Lichtstrahlen einer Quelle, die auf uns zuläuft, und einer anderen Quelle, die vor uns ruht, würden wir bei tatsächlicher Messung dieselbe Geschwindigkeit beobachten.
3. Wir erklären, daß uns die Kombination dieser beiden Aussagen befriedigt!“

G. Hertz, Berlin.

Zeeman, P., Researches in Magneto-Optics (with special reference to the magnetic resolution of spectrum lines). Macmillan's Science Monographs. London, Macmillan & Co. Ltd., 1913. 219 S., 73 Figuren und 8 Figurentafeln.

Pieter Zeeman wird stets genannt werden, wenn von den Erscheinungen der Spektrallinien die Rede ist; denn ihm gelang im Jahre 1896 die fundamentale Entdeckung der Beeinflussung der Spektrallinien durch magnetische Kräfte. Schon *Faraday* hatte vergeblich nach einem solchen Effekt gesucht, und es war zum Teil gerade dieser Umstand — *Zeeman* kannte ihn aus der von *Maxwell* herrührenden Lebensbeschreibung *Faradays* —, der ihn veranlaßte, derartige Versuche mit größeren Hilfsmitteln in Angriff zu nehmen. Die wesentlichen Erscheinungen des „normalen Zeemaneffekts“ sind allgemein bekannt: unter der Wirkung eines starken Magnetfelds spalten sich die Spektrallinien in 3 Teile, von denen die mittlere von unveränderter Wellenlänge Schwingungen in Richtung der magnetischen Kraftlinien ausführt, während die zwei andern nach größeren bzw. kleineren Wellenlängen verschoben sind und sich auf kreisförmigen Bahnen in einer Ebene senkrecht zu den Kraftlinien bewegen.

Untersucht man also die Spektrallinien in einer

Richtung senkrecht (transversal) zum Feld, so nimmt man alle 3 Komponenten wahr, von denen die äußeren aber geradlinige Schwingungen senkrecht zu den Kraftlinien ausführen, als Projektion der kreisförmigen Bahnen auf die Beobachtungsebene (Transversaleffekt). Beobachtet man in Richtung der Kraftlinien, so sieht man nur die zwei äußeren zirkular polarisierten Komponenten (Longitudinaleffekt), da die Schwingungen der mittleren Komponente als nicht transversal zur Beobachtungsrichtung unsichtbar bleiben. Die fundamentale Bedeutung dieser Beobachtung liegt darin, daß man nach der Lorentz'schen Theorie dieser Erscheinung aus der Größe der Wellenlängenänderung der äußeren Komponenten das charakteristische Verhältnis von Ladung zu Masse, und aus dem Drehungssinn der kreisförmigen Schwingungen das Vorzeichen der Ladung der schwingenden Zentren bestimmen kann: die so gefundenen Werte sind identisch mit den entsprechenden der „Elektronen“, die als Kathodenstrahlen das elektrisch erregte Vakuumrohr durchheilen oder als β -Strahlen von radioaktiven Substanzen ausgehen, wahrlich eine Übereinstimmung, die als eins der glänzendsten Resultate der neueren Physik angesehen werden muß.

Wenn nun *Zeeman* selbst das Wort ergreift, um das seit der ersten Entdeckung gewaltig angewachsene Gebiet der magnetischen Beeinflussung der Spektrallinien zusammenfassend zu beschreiben (die Bibliographie am Schluß des vorliegenden Buches zählt gegen 600 Arbeiten auf!), so ist er des allgemeinen größten Interesses gewiß. Im Gegensatz und gewissermaßen als Ergänzung zu *Voigts* Magneto- und Elektrooptik betont das *Zeemansche* Buch den experimentellen Standpunkt. In leichtverständlicher Weise, ebenso anschaulich wie lehrreich, schildert es die Untersuchungsmethoden der neuen Erscheinung und die gewonnenen Ergebnisse. Ohne mathematische Voraussetzungen bringt es aber auch die Gedankengänge, die zum theoretischen Verständnis der Erscheinungen selbst und ihres Zusammenhanges mit andern Gebieten führen. Dem Zweck der „*Macmillan's Science Monographs*“ entsprechend werden in erster Linie Arbeiten des Verfassers besprochen. Der hierin i. a. liegenden Gefahr der Einseitigkeit ist *Zeeman* leicht entgangen: waren doch seine eignen Untersuchungen so mannigfaltig und fruchtbar, daß er in fast allen wichtigeren Fragen der Aufspaltung von Spektrallinien Hervorragendes geleistet hat. Dabei konnte er sich in den ersten Jahren nach der Auffindung des neuen Effektes nicht mit der weiteren exakten Untersuchung desselben beschäftigen, weil er nicht die nötigen empfindlichen Apparate hatte, bzw. sie in seinem neuen Wirkungskreise Amsterdam nicht aufstellen konnte, wohin er 1897 aus dem Laboratorium von *Kamerlingh Onnes* in Leiden berufen wurde (s. Kap. 4, S. 57).

Die zur Beobachtung des *Zeemanphänomens* nötigen Apparate — Spektroskope großer Auflösungskraft, Gitter oder Interferenzplatten und große Elektromagnete — werden im 1. Kapitel beschrieben. Im 2. und 3. Kapitel folgt die Darstellung der ersten Versuche des „direkten“ Phänomens, an Emissionslinien, und des „inversen“ Effektes, an Absorptionslinien, sowie die elementare theoretische Erklärung von *Lorentz*. Wir sehen hier, wie fruchtbar das Zusammenarbeiten von Theorie und Experiment war: *Lorentz*, dem *Zeeman* seine ersten unvollkommenen Versuche beschrieb, wies diesen sogleich auf die aus seiner Theorie folgende Zirkularpolarisation der äußeren Komponenten hin, die nun *Zeeman* in der Tat auffand.

Bei seinen späteren Untersuchungen stand *Zeeman*

unter dem Einfluß der theoretischen Untersuchungen *Voigts*, die an den inversen Effekt anknüpfen und sich besonders mit den Erscheinungen in der spektralen Umgebung von Absorptionslinien im magnetischen Felde beschäftigen. So finden wir im 5. Kapitel die „magnetische Drehung der Polarisationssebene“ und die „magnetische Doppelbrechung“ in der Umgebung von Absorptionslinien behandelt, aus denen man die Zahl der in der Volumeneinheit vorhandenen Elektronen berechnen kann. Das 4. Kapitel enthält die komplizierten Typen magnetischer Aufspaltungen und ihren wichtigen Zusammenhang mit den Serienspektren. In der Tat, der sogenannte normale Effekt mit nur 3 Linien in dem von der Theorie geforderten Abstand findet zwar z. B. an den Helium- sowie dem größeren Teil der Eisen- und Titanlinien statt, sehr häufig treten aber viel kompliziertere Effekte ein, es entstehen Quadruplets, Quintuplets usw., ja bis 17 Komponenten sind gefunden worden, die aus einer einzigen Linie entstehen (s. a. Kapitel X: Chemische Elemente und magnetische Aufspaltung. Beziehungen zur Konstitution des Atoms). Die hieraus entspringende Komplikation wird durch zwei Tatsachen verringert: erstens zeigen alle Linien einer und derselben Serie eines Elements und sogar entsprechende Serien verschiedener Elemente genau die gleiche Zerlegung (*Prestonsches Gesetz*), zweitens reduzieren sich in sehr starken Feldern viele komplizierte Effekte auf das normale Phänomen; letztere von *Paschen* und *Back* erst 1912 gefundene Erscheinung konnte in dem vorliegenden Buche nur kurz erwähnt werden. „Serien“ nennt man Spektrallinien eines Elementes, deren Lage im Spektrum durch einfache Gesetzmäßigkeiten darstellbar ist, so daß man aus der Wellenlänge einiger weniger die der übrigen mit beispieleser Genauigkeit berechnen kann (z. B. *Balmers* Wasserstoffserie). Die so als zusammengehörig erwiesenen Linien einer Serie verhalten sich in mannigfacher Beziehung bei Änderung der Erregungsbedingungen usw. sehr ähnlich — so auch bei Einwirkung eines magnetischen Feldes. Diese Eigenschaft kann nunmehr zur Auffindung neuer Serien benutzt werden und dient als Wegweiser auf den dunklen Pfaden, die zur Erkenntnis des inneren Zusammenhanges der Serienlinien führen; ein Problem, das man heute wohl als das wichtigste der Spektroskopie bezeichnen kann.

Das 6. Kapitel behandelt den störenden Einfluß, den Gitter und Spalt in ihren polarisierenden Eigenschaften auf die Intensität der Komponenten haben können — ein Beispiel der scharfen Kritik, die alle Untersuchungen *Zeemans* auszeichnen. Im gleichen Kapitel finden wir den von *Zeeman* erbrachten Nachweis, daß manche Außenkomponenten bis auf weniger als 1 % vollständig zirkular polarisiert sind, wodurch die entsprechenden Elektronenschwingungen als exakt zirkulare erwiesen sind. Theoretisch wenig geklärt sind die im 7. Kapitel besprochenen Dissymmetrien und Verschiebungen der Mittelkomponente. Das 8. Kapitel ist der glänzenden Entdeckung *Hales* gewidmet, daß viele Fraunhofersche Linien der Sonne, besonders der Sonnenflecken, magnetische Beeinflussung durch Gestalt und Polarisation zeigen, und das 10. schildert den Anteil an diesen magnetischen Erforschungen der Sonne, den *Zeeman* durch seine sorgfältigen, irdischen Untersuchungen des inversen Effektes in schräger Richtung zu den Kraftlinien gewonnen hat; denn erst diese Versuche erlauben einen exakten Vergleich irdischer Resultate mit den von Sonnenlinien erhaltenen Photographien.

Der Erinnerung an *Michael Faraday* ist *Zeemans* Buch gewidmet, und wie der Verfasser ihn das größte Experimentalgenie aller Zeiten genannt hat, so wird kein Physiker das Buch aus der Hand legen ohne bedingungslose Bewunderung der experimentellen Leistungen *Zeemans*.

Wie fast in keinem anderen Gebiet der Physik offenbart sich in der Magnetooptik der wechselseitige Einfluß, mit dem Theorie und Experiment einander befruchten. Dadurch wird das Studium dieser in fast zwanzigjähriger emsiger Arbeit gewonnenen Ergebnisse besonders anregend und reizvoll. Für jeden, der sich in das schöne und fruchtbare Gebiet der Magnetooptik einarbeiten will, wird dies Buch unentbehrlich sein, ebenso anschaulich für den Studierenden als lehrreich für den selbständigen Forscher.

Rudolf Ladenburg, Breslau.

Zschimmer, Eberhard, Philosophie der Technik. Vom Sinne der Technik und Kritik des Unsinnns über die Technik. Jena, Eugen Diederichs, 1914. 8°. 184 S. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 4,—.

Das flott geschriebene Schriftchen behandelt in 5 Kapiteln, denen eine „Warnung“ vorausgeschickt wird: Die philosophischen Grundlagen; Die Idee der Technik; Technisches Schaffen; Technisches Wissen; Das Kulturbild der Zukunft.

Damit ist denn freilich ein großes Problem umspannt, das doch aber nur zum kleinen Teile gelöst ist. Es ist mehr der Panegyrikus eines begeisterten Freundes der modernen Technik auf diese, als die strenge wissenschaftliche, aber auch als die philosophische Erörterung des Problems. Zu jener würde vor allem gehören, daß der Verfasser die „Prinzipienlehre“ der Technik weiter ausgebaut und vor allem gründlich untersucht hätte, welches denn nun die Wirkungen der Technik im einzelnen sind. Hier müssen die von mir vorgezeichneten Wege weitergegangen werden, wenn wir wirklich zu abschließenden Urteilen kommen wollen. Der Verfasser begnügt sich hier meist mit dem Widerspruch gegen die Behauptungen anderer, ohne sie zu widerlegen — ich denke an die Fragen, ob und inwieweit die moderne Technik in ihrer Anwendung die menschliche Arbeit „entgeistigt“, wie weit sie zur „Materialisierung“ und „Mechanisierung“ unseres Lebens tatsächlich beiträgt, wie wir „armen Liebhaber der Vergangenheit und der gealterten Museen“ (S. 175) behaupten. Ich denke an die von mir und andern aufgeworfenen Probleme: ob und inwieweit die moderne Technik die Quellen verstopft, aus denen (bisher!) alle Kunst gespeist worden ist; inwieweit sie die Ursprünglichkeit des Naturgenusses beeinträchtigt usw. Diese Probleme sind Probleme objektiv-wissenschaftlicher Erkenntnis und können (und müssen in Zukunft) gründlich diskutiert werden.

Dagegen ist ja alles, was wirklich zu einer „Philosophie“ der Technik gehört, Weltanschauungsfrage und der wissenschaftlichen Diskussion entzogen. Was also hier gegen den Verfasser einzuwenden wäre, ist dieses: Daß er doch wohl die Probleme nicht tief genug gefaßt hat, daß seine Ansichten vom „Sinne“ der Welt und der Kultur doch denjenigen kaum befriedigen werden, der unter „Freiheit“ etwas anderes versteht, als die Fähigkeit, Flugmaschinen zu bauen und damit die „Materie“ sich dienstbar zu machen, der mit einer Art von Entsetzen die Worte von *Dietzgen* liest, den der Verfasser als seinen Eideshelfer zitiert: „in der potenzierten Verbesserung der Methoden und In-

strumente der Arbeit . . . besteht der Reichtum, der jetzt vollbringen kann, was bisher kein Erlöser vermocht hat. . . Die Menschheit, die sich lebend untereinander und mit den toten Dingen dieser Welt zu ergänzen versteht, sie ist es, welche das höchste Wesen göttlicher Vollkommenheit leibhaftig darstellt“ (!). Es wird auch manchen geben, der unter der „Welt“ etwas anderes versteht, als der Verfasser, wenn er schreibt (S. 176): „Der Geist der Technik bereitet sich vor zur Eroberung der Welt“ und der auch nicht mit ihm glaubt, daß wir über Nacht berufen worden sind, „ein Titanengeschlecht zu werden“, weil es uns reizt, „mit Göttern Händel zu haben, uns am Größten, am Gewaltigsten zu versuchen“. Es wird vielmehr Leute geben, die etwa die Probleme der Kunst oder der Religion, mit denen früher die Menschen gerungen haben, für „gewaltiger“ zu halten geneigt sind als die Probleme der Technik. Aber auch solche Leute wird es geben, die sich von dem Kulturideal der Zukunft, wie es der Verfasser uns vor Augen stellt, mit Schaudern abwenden, weil sie einer aus der Technik geborenen Demokratie nicht zutrauen, daß sie Kulturwerte zu schaffen oder zu erhalten imstande sein werde, die ihnen teuer sind. Daß die Leute, die an die Segnung der modernen Technik nicht zu glauben vermögen, nicht die schlechtesten sind, wird der Verfasser gewiß nicht bestreiten wollen, auch wenn er etwas verächtlich von dem „Gewinsel jammernder Pessimisten“ spricht. Ich glaube auch nicht, daß einer von denen, die in der modernen Technik den „Geist des Bösen“ erblicken, durch die Ausführungen des Verfassers sich von der Irrigkeit ihrer Auffassung werden überzeugen lassen.

Aber die eigentliche Bedeutung einer Schrift wie dieser, deren Erscheinen darum mit Freude zu begrüßen ist, ist vor allem eine symptomatische: sie zeigt, daß jetzt der Zweifel in die Reihen der Techniker selber eindringt (der Verfasser ist in der Glasindustrie mit Erfolg seit 14 Jahren tätig) und daß unsere Saat aufgeht: man fängt an, immer mehr darüber nachzudenken, ob denn wirklich wir es „so herrlich weit gebracht“ haben und fühlt sich, auch wenn man der Meinung ist: „o ja, bis an die Sterne weit“, doch immerhin verpflichtet, das zu begründen. Damit geht die Periode, in der man alle technischen „Errungenschaften“ einfach als einen „Fortschritt“ begrüßte, zu Ende. Und wenn die Technik zum Kampf der Meinungen beiträgt, so wirkt sie sicher in einer Richtung segensreich.

Werner Sombart, Charlottenburg.

Astronomische Mitteilungen.

Neue Untersuchungen über die **Umkehrung von Calciumlinien in Sternspektren** liegen auf dem Potsdamer Astrophysikalischen Observatorium von *K. Schwarzschild* und *H. Ludendorff* vor, die in den Sitzungsberichten der Kgl. Preuß. Akademie der Wissenschaften 1913, Bd. 16, 308 ff. veröffentlicht sind. Schon vor etwa 13 Jahren waren von *G. Eberhard* und *H. Ludendorff* Sternspektren möglichst weit im Ultraviolett aufgenommen worden, und dabei konnte im Spektrum des Arkturus (α Bootis) eine deutliche Umkehr der Calciumlinie K gefunden werden. Diese Linienumkehrung, die sich auch bei der Sonne in Gebieten ihrer Oberfläche, die durch Flecken oder Fackeln gestört sind, vorfinden, äußert sich dadurch, daß inmitten der dunklen Absorp-

tionslinie eine helle Emissionslinie des entsprechenden Elements sich zeigt. Neue Aufnahmen von Sternspektren mit dem Zeißtriplet und einem Objektivprisma ergaben nun ganz besonders bei *Arkturus*, *Aldebaran* und σ *Geminorum* eine bemerkenswerte Umkehrung der H- und K-Linie im Calciumgebiet mit kräftiger Emissionsandeutung. Obwohl derartige Linienumkehrungen in Sternspektren an und für sich durchaus nicht selten sind, so können sie doch im vorliegenden Falle deshalb für besonders beachtenswert gelten, weil jene drei Fixsterne der Sonne in ihrem ganzen Typus nahe verwandt sind. Man muß daher annehmen, daß auf den Fixsternsonnen Arktur, Aldebaran und σ *Geminorum* genau dieselbe Art von Eruptionstätigkeit wie auf der Sonne unseres Planetensystems herrscht, die sich in der periodisch wechselnden Bildung von Flecken, Fackeln und Protuberanzen äußert. Diese interessante kosmogonische Feststellung führt unmittelbar zur Inangriffnahme des weiteren Problems nach einer etwaigen Veränderlichkeit der Intensität jener Emissionslinien bei den Sternen im Zusammenhange mit der bekannten Sonnenfleckperiode oder etwa mit einer entsprechend anderen Eruptionsperiode, die für jene Fixsterne alsdann gelten würde.

Der Längenunterschied zwischen Europa und Nordamerika soll jetzt, wie des näheren im neuesten Hefte der Monatsschrift „*Sirius*“ (Herausgeber: Professor H. Klein (Köln) mitgeteilt wird, neu und auf ganz fundamentale Weise durch Zusammenarbeiten des Kgl. Preuß. Geodätischen Instituts und der amerikanischen Vermessungsbehörde U. S. Coast and Geodetic Survey bestimmt werden. Die letzte derartige große Längenbestimmung zwischen Nordamerika und Europa fand vor mehr als zwanzig Jahren statt; gegenwärtig wird die mit allen Hilfsmitteln der verfeinerten Beobachtungstechnik auszuführende Bestimmung des Längenunterschiedes zwischen Washington und Potsdam (rund 6 h 0 m 32 s) so geplant, daß von nordamerikanischer Seite der Zeitunterschied zwischen Washington und Horta auf den Azoreninseln und von deutscher Seite die Längendifferenz Horta—Potsdam zu ermitteln ist. In erster Linie handelt es sich hierbei um eine möglichst scharfe Ermittlung des Längenunterschiedes zwischen jenen Sternwarten des amerikanischen und europäischen Kontinents für astronomisch-geographische Zwecke. In zweiter Linie wird sich vielleicht auf diese Weise auch entscheiden lassen können, ob die Entfernung jener beiden Kontinente voneinander infolge der plastischen Eigenschaften der Panzerdecke unseres Erdkörpers nicht doch bis zu einem gewissen Grade veränderlich ist.

Ein neues gewaltiges Spiegelteleskop wird für Canada auf Kosten der dortigen Regierung jetzt in Nordamerika gebaut und soll in Ottawa (Canada) aufgestellt werden. Nach Mitteilungen in dem neuesten Hefte der englischen astronomischen Monatsschrift „*The Observatory*“ wird der Durchmesser des von amerikanischen optischen Werkstätte von Brashear (Pittsburg) zu schleifenden Spiegels über 2 m betragen; die Montierung besorgt die nordamerikanische Werkstätte von Warner & Swasey, die früher auch die beiden amerikanischen Linsenteleskope auf der Lick- und auf der Yerkes-Sternwarte montiert hat.

Die Zahl der Nebelflecke am Himmel wird nach einer neuen Schätzung von E. A. Fath im *Astronomical Journal* Nr. 658, wo die Verteilung der Nebelflecken am Firmament untersucht wird, auf rund 160 000 angegeben. Dieser Untersuchung liegen u. a. Aufnahmen am 60 zölligen Spiegelteleskop der Mount-Wilson-Stern-

warte zugrunde, bei denen auch zahlreiche schwache Nebelgebilde neu entdeckt worden sind.

Über **Bewegungen der Sterne im Visionsradius** liegt eine sehr interessante zusammenfassende Untersuchung von W. Campbell vor, die in den Silliman-Vorlesungen der nordamerikanischen Yale-Universität veröffentlicht wurde. Wirklich erfolgreiche Messungen der Radialgeschwindigkeiten von Fixsternen auf spektroskopischem Wege liegen noch kaum 30 Jahre zurück. Im ganzen gibt es jetzt etwa 1100 Sterne mit gutbestimmten Geschwindigkeiten im Visionsradius, von denen nur drei Geschwindigkeiten über 100 km in der Sekunde aufweisen. Durch die Campbellsche Untersuchung ist aufs neue die Tatsache bestätigt worden, daß die mittlere Sternengeschwindigkeit zunimmt mit der Entwicklung des betreffenden Sterns zum sonnenähnlichen Himmelskörper oder auch mit dem Alter des Fixsterns.

Verschiedene periodische Kometen werden in diesem Jahre in ihrer Wiederkehr erwartet. Zunächst der *Enckesche* Komet mit etwas über dreijähriger Umlaufzeit, der Ende 1914 zum 39. Male zur Sonne zurückkehren wird, dann der Komet *Tempel-Swift* vom Jahre 1869 mit einer Umlaufzeit von 5,7 Jahren, ferner der Komet *Giacobini* vom Jahre 1900 mit fast 7 jähriger Umlaufzeit und endlich der sehr lichtschwache Komet *Metcalf* vom Jahre 1906, dem eine mutmaßliche Umlaufzeit von rund $7\frac{1}{2}$ Jahren zukommt.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Magnetfelder von ungewöhnlicher Stärke hat P. Weiß erzielt, indem er die Polspitzen eines starken Elektromagneten aus einer Legierung von Eisen und Kobalt herstellte. Diese Legierung Fe₂Co besitzt nämlich bei gewöhnlicher Temperatur eine um etwa 10 % höhere Sättigung als Eisen. Durch Zusammenschmelzen von schwedischem Eisen mit technischem Kobalt von 98,5 % Reingehalt wurden Legierungen mit einer das Eisen um 9 bis 9,7 % übertreffenden Magnetisierung erhalten. Aus der Legierung mit 9 % höherer Magnetisierung, welche am homogensten war, wurden Polspitzen von 3 mm Durchmesser hergestellt. Diese ergaben bei einem Polabstand von 2 mm und beim Betrieb des Elektromagneten mit 25 000 Amperewindungen ein Feld von 41 840 Gauß, während Eisen spitzen nur ein Feld von 39 800 Gauß lieferten. Bei Steigerung der Zahl der Amperewindungen auf 200 000 stieg die Feldstärke zwischen den Eisenspitzen auf 45 780 Gauß und zwischen den Fe₂Co-Spitzen auf 48 020 Gauß. Durch Verengung des Polabstandes auf 1 mm stiegen diese Werte auf 52 580 und 55 170 Gauß. Bei weiterer Verringerung des Polabstandes auf $\frac{1}{2}$ mm würden sich Felder von 75 000 Gauß erreichen lassen. — Der zu diesen Versuchen benutzte Elektromagnet war von 1000 Windungen eines Kupferrohres umwickelt, das von einem Wasserstrom durchflossen war, wobei nur das Metall zur Leitung des elektrischen Stromes diente. Das Rohr war in 10 Abteilungen zerlegt, von denen jede durch einen besonderen Wasserstrom gekühlt wurde, die aber von dem elektrischen Strom der Reihe nach durchflossen wurden. Der Verbrauch an Kühlwasser betrug 6 Liter in der Minute, wobei eine maximale Erhitzung von 50 Graden eintrat. (C. R. 156, 1910, 1913.)

Mk.

Die Beleuchtungsstärke eines Scheinwerfers wurde von Görges in einer Entfernung von $7\frac{1}{4}$ m vor dessen

Öffnung gemessen. Dieser Scheinwerfer besaß einen von der Firma Zeiß in Jena hergestellten Kugelglas-
spiegel von 600 mm Durchmesser und 260 mm Brenn-
weite und war für eine Bogenlampe von 80 Ampere be-
stimmt. Die Lichtmessung wurde mit einem Weber-
schen Photometer ausgeführt, doch mußte die Strah-
lung des Scheinwerfers durch einen rotierenden Sektor
bis auf $\frac{1}{500}$ ihrer Stärke abgeschwächt werden, um
die Messung zu ermöglichen und auch dann war noch
die Hintereinanderschaltung von 5 Milchglasscheiben
erforderlich. Bei Besteckung der Bogenlampe mit
Kohlen von 18 und 26 mm Durchmesser ergab sich
für eine Stromstärke von 80 Ampere eine Stärke der
Beleuchtung von 335 000 Lux. Bei Steigerung der
Stromstärke auf 100 und 120 Ampere stieg die Be-
leuchtung auf 406 000 und 540 000 Lux. Bei größter
Konzentration der beleuchteten Fläche, wobei diese un-
gleichmäßig beleuchtet war und eine hellste Stelle von
etwa 300 mm Durchmesser besaß, betrug die Beleuch-
tung 850 000 Lux. Eine Vorstellung von dem unge-
heuren Betrage dieser Helligkeit gewinnt man durch
Vergleich mit anderweitig gemessenen Beleuchtungen.
In Berlin wurden an einem Tische in der Nähe eines
großen nach NO gelegenen Fensters im dritten Stock-
werk im Februar und März um 12 Uhr folgende Be-
leuchtungen gemessen: 460 Lux bei dunkelgrauem,
900 bis 1380 Lux bei hellgrauem, bedecktem Himmel,
14 000 Lux, wenn der Himmel mit weißen Wolken
bedeckt war, und 510 bis 850 Lux bei wolkenlosem
Himmel. Auch auf einem sonnenbeschienenen Hofe
Münchens betrug die Beleuchtung Ende August um
die Mittagszeit 73 000 Lux. (ETZ. 34, 782, 1913.)

Mk.

Die Unentbehrlichkeit der Lipide für das Leben.

Die Erfahrungen über das Vorkommen von Stoffen in
den gewöhnlichen Nahrungsmitteln, die durch Alkohol
und Äther extrahierbar sind und deren Fehlen die Nah-
rung, die vorher zur Ernährung geeignet war, hierzu
ungeeignet macht, so daß die Versuchstiere sterben,
haben noch keinen Aufschluß über die chemische Natur
dieser Stoffe — man hat sie als „Vitamine“ bezeich-
net — gegeben. Stepp (Zeitschrift f. Biologie Bd. 62.
N. F. Bd. 44, 1913, p. 405—417) sucht in neuen Ver-
suchen an weißen Mäusen die unbekannten lebenswich-
tigen Verbindungen näher zu kennzeichnen. Aus seinen
Versuchen, in denen der Nahrung, die mit Alkohol und
Äther erschöpft war, ein Gemisch bekannter Lipide
(Cholesterin, Lezithol, Kephalin und Zerebron) zugesetzt
wurde, geht hervor, daß diese Stoffe es nicht sind, die
die Nahrung vollwertig machen, denn auch nach ihrer
Zufügung gingen die Mäuse ein. Weitere Versuche
wurden derart ausgeführt, daß dem mit Alkohol und
Äther erschöpften Futter die Acetonextrakte, in anderen
Zeiten die Ätherextrakte von Kalbshirn oder Eigelb
zugefügt wurden.

Von diesen Zusätzen war der Alkoholextrakt aus
Eigelb (wenn keine Acetonextraktion vorausgegangen
war) geeignet, das Futter vollwertig zu machen, die
Tiere lebten nach 55 Tagen noch alle. Nach dieser Er-
fahrung prüfte Stepp die Bedeutung der Ätherextrak-
tion im Vergleich zur Alkoholextraktion. Es ergab sich
dabei, daß ein Futter, das nur mit Äther erschöpft war,
vollwertig blieb, während bei einem Futter, das der
Alkoholextraktion unterworfen war, die Tiere rasch an
Gewicht abnahmen und nach spätestens 23 Tagen alle
tot waren. Die Ätherextraktion entfernt also keine

lebenswichtigen Stoffe, wie schon Osborne und Mendel
betont haben, dagegen gehen solche in den Alkohol über.
Fett ist ein für die Ernährung der Maus völlig entbeh-
rlicher Stoff.
P.

Ein seltener Wal an der deutschen Ostseeküste. Am
22. Juli 1913 wurde an der Greifswalder Oie von einem
Usedomer Herrn ein Wal erlegt, der fast 4 m lang
war. Der größte Umfang des Tieres betrug 2 m, die
Breite der Schwanzflosse 75 cm und das Gewicht
9 Zentner. Es handelt sich hier um ein junges Weib-
chen von *Mesoplodon bidens* Sow., wie durch Professor
Kükenthal (Zool. Anz. Bd. 43, Heft 2), der den Kadaver
glücklicherweise für das Breslauer Zoologische Museum
erwerben konnte, festgestellt wurde. Diese Art, von der
bisher überhaupt nur etwa 40 Exemplare beobachtet
wurden, kommt im nördlichen Atlantischen Ozean vor
und ist schon viermal in der Ostsee erbeutet, zweimal
an der schwedischen Westküste und zweimal an der
jütländischen Ostküste. Von der deutschen Küste ist
dieses das erste Exemplar. Das Tier war schon 14
Tage von den Fischern der Gegend beobachtet, es hat
das nach Wolgast fahrende Motorboot oft und ohne
Scheu umschwommen und soll noch von einem zweiten
Exemplar begleitet gewesen sein. Der Name *bidens*
kommt daher, daß dieser Wal nur 2 Zähne im Unter-
kiefer trägt; diese sind beim Männchen von ziemlich
beträchtlicher Größe, während sie beim Weibchen klein
bleiben und meist nicht einmal das Zahnfleisch durch-
brechen. Es kommt übrigens nicht so ganz selten vor,
daß Wale — darunter auch die großen Finnwale — in
der Ostsee beobachtet werden. Ein ständiger Bewohner
der Ostsee ist allerdings nur ein kleiner Wal, der höch-
stens $1\frac{1}{2}$ m lange „Schweinsfisch“ (nach dem die
Swine ihren Namen haben soll), *Phocena communis*
Less., der häufig gefangen wird. Doch verirrt sich fast
jedes Jahr irgendein Wal in unser Binnenmeer, zu-
weilen ganze Schulen.
A. J.

Parthenocarpie. Unter Parthenocarpie — Jungfern-
fruchtigkeit — versteht man die Entwicklung einer
normalen Frucht ohne Samenbildung durch Befruch-
tung der Samenknope der Fruchtblätter. Besonders
interessant ist die Parthenocarpie bei fleischigen Obst-
früchten, wie es z. B. regelmäßig der Fall ist bei
den Bananen. Einen interessanten Fall teilt Herr Hugo
Fischer mit in der *Gartenflora* 62. Jahrgang 1913
S. 512—513. In einer neuen Obstkollektion, die Frau
Dr. Schroeder-Poggelow zur Monatsversammlung der
Deutschen Gartenbau-Gesellschaft eingesandt hatte,
befand sich auch eine Anzahl parthenocarper Birnen.
Bei diesen handelt es sich, wie Verfasser hervorhebt,
nur um die Ausbildung einer Scheinfrucht, da sie nur
der fleischig und saftig angeschwollene Blütenboden
sind, während die eigentliche Frucht, das aus den
Fruchtblättern hervorgehende Kernhaus, gänzlich
fehlt. Ursache der Erscheinung soll ein starker Früh-
jahrsfrost gewesen sein, der die Fruchtknoten so
schädigte, daß ihre Entwicklung ausblieb. Doch tritt
solche Parthenocarpie der Scheinfrüchte auch aus
inneren, dem Pflanzenstocke innewohnenden Eigen-
schaften (Varietätscharakter) auf, wie z. B. ein im
Garten der Königlichen Württembergischen Landwirt-
schaftlichen Akademie zu Hohenstein befindlicher
Mispelstrauch jährlich nur solche fleischigen Schein-
früchte ohne Kernhaus hervorbringt.

P. M.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED
APR 25 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 15.

10. April 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Der Flug der Tiere. Von *Dr. H. Erhard, Münster.* S. 357.

Der angebliche Farbensinn der Insekten. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 363.

Über Mikrophotographie der Strukturen lebender Pflanzenzellen mit ultravioletem Licht. Von *Privatdozent Dr. Jaroslav Peklo, Prag.* S. 364.

Das Kugellager und seine Verbreitung im Maschinenbau. Von *Ingenieur Werner Ahrens, Winterthur.* (Schluß.) S. 368.

Zuschriften an die Herausgeber:

Der Temperatureinfluß auf die Röntgen-

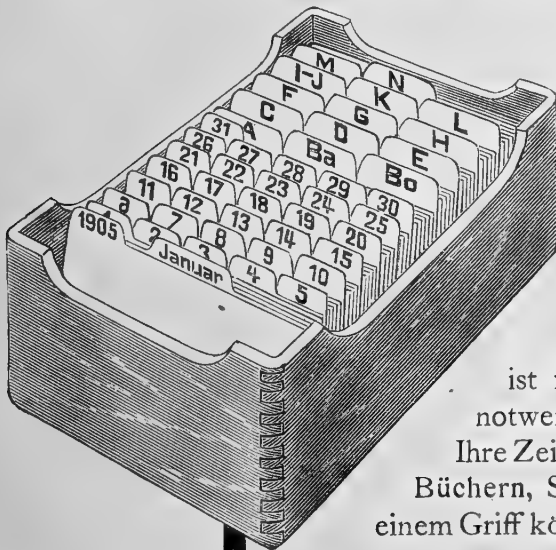
strahlinterferenzen beim Diamant. Von *M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen.* S. 371.

Bemerkung zu dem Artikel von Dr. Wilh. R. Eckardt „Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie“ in Nr. 9 dieser Zeitschrift. Von *Dr. Benno Lewy, Berlin.* S. 371.

Besprechungen. S. 372.

Astronomische Mitteilungen. S. 378.

Physikalische und chemische Mitteilungen S. 379.



Übersicht über das Arbeitsmaterial

ist für die Männer der Wissenschaft ebenso notwendig wie für Geschäftsleute. Vergeuden Sie Ihre Zeit nicht mit planlosem Suchen in ungesichteten Büchern, Separatabzügen, Zeichnungen u. dergl. Mit einem Griff können Sie zur Hand haben, was Sie brauchen!

Die Kartothek ist am Schreibtisch, in der Bibliothek, im Laboratorium, kurz überall, wo systematisch gearbeitet werden soll, ein wohlfeiles Hilfsmittel, das Ordnung und Übersicht unfehlbar aufrecht erhält. Verlangen Sie — ohne jede Kaufverpflichtung — nähere Auskunft von

GLOGOWSKI & CO., BERLIN N. 65.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhändler, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24. — für den Jahrgang, M. 6. — für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Gesammelte Elektrotechnische Arbeiten

1897—1912

Von

Dr. F. Eichberg

Mit 415 Textfiguren und 1 Tafel. — Preis M. 16,—; in Leinwand geb. M. 17,—

Soeben erschien:

Theorie der Wechselströme

Von

Dr.-Ing. Alfred Fraenckel

Mit 198 Textfiguren. — In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Soeben erschien:

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Zweiter Band: Höhere Thermodynamik

mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln. — In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

R. Friedländer & Sohn, Berlin: Seite III — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin S. II — IV.

Büro-Bedarfsartikel etc.

Glogowski & Co., Berlin: Seite I.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV.

Der Flug der Tiere.

Von Dr. H. Erhard, Münster.

(Nach einem Vortrag, gehalten auf der 23. Jahresversammlung der Deutschen Zoologischen Gesellschaft zu Bremen 1913. Gekürzt.)

Es gibt zwei Prinzipien des Flugs: das ärostatische (für Körper leichter als die Luft) und das aerodynamische (für Körper schwerer als die Luft).

Die Ärostatik findet im Tierflug so gut wie gar keine Verwendung, denn der Auftrieb, den ein Vogel durch die Erwärmung der in ihm befindlichen Luft erhält, beträgt pro Kilogramm Tiergewicht nur ca. 0,1 Gramm. — Der aerodynamische Flug ist die wunderbarste Energieumwandlung, die die Natur kennt. Der Nutzeffekt des menschlichen Muskels beträgt bis 30 % (in Bewegung), der des Vogels über 60 %. Dabei können 62 % aller tierischen Organismen und

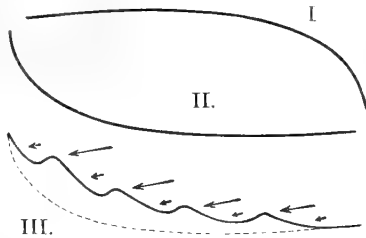


Fig. 1. I. Projekttilgflug. II. Gleitflug einer ausbalancierten Fläche. III. Gleitflug einer ausbalancierten Fläche bei ungleicher Windstärke. (Die Pfeile geben die Richtung des Windes, die Länge der Pfeile die Stärke desselben an.)¹⁾

75 % aller Landtiere fliegen. — Für den aerodynamischen Flug ohne Antriebsmittel (Flügelschlag, Motor) gelten folgende Regeln (nach den Untersuchungen von Rayleigh, O. Lilienthal und anderen):

Ein Körper, der spezifisch schwerer als die Luft ist, fällt in unbewegter Luft, wenn ihm keine Beschleunigung erteilt wird, senkrecht herab (Fall); andernfalls in Parabelform (Projekttilgflugbahn, Fig. 1. I). Besitzt dieser Körper Tragflächen, so wird er im einfachsten Falle beide Male verlangsamt²⁾.

Ein „ausbalancierter“, mit Tragflächen ver-

¹⁾ Die Figuren sind den Verhandlungen der Deutschen Zoologischen Gesellschaft, 1913, entnommen.

²⁾ Es sind hier nur die einfachsten Fälle erwähnt. In Wirklichkeit können bei ungleichartigen Schwerpunktsverlagerungen die kompliziertesten Fallrichtungen entstehen, wie dies besonders Dingler ausinandergesetzt hat.

sehener Körper¹⁾, der spezifisch schwerer als die Luft ist, verhält sich folgendermaßen: 1. Bei Windstille gleitet er in einer zunächst steilen, dann sich verflachenden Kurve zu Boden (Fig. 1, II). 2. Bei aufwärts gegen ihn strömender Luft bleibt er ganz in gleicher Höhe, bzw. wird er gehoben. 3. Wird er von ungleich starken, wagerechten Luftströmungen von hinten, oder vorn getroffen, so nützt er den relativ zu seiner eigenen Vorwärtsbewegung gleichartigen Wind (von vorn den schwächeren, von hinten den stärkeren) zur Vorwärts- und Abwärtsbewegung, den relativ ungleichartigen (von vorn den stärkeren, von hinten den schwächeren) zur Verlangsamung und Hebung aus. Er beschreibt dann eine sich allmählich verflachende, doch von Wellen unterbrochene Kurve nach abwärts (Fig. 1, III). Die Ausbalancierung der Flug-

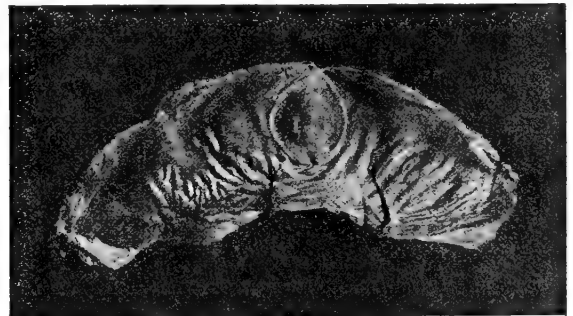


Fig. 2. Flugsamen von Zanonia.

fläche erfolgt dabei nach Lilienthal und Mouillard dadurch, daß die Resultante des Druckes der Luft (Auftriebsmittelpunkt) nicht durch die Mitte der Flugfläche geht, sondern näher an ihrem Vorderrande. Die automatische Stabilisierung erfolgt, indem bei zu flacher Neigung der Tragflächen der Auftriebsmittelpunkt nach vorn vor den Massenschwerpunkt rückt und den Hinterrand hebt. Erhöht wird der Auftrieb ferner nach Lilienthal bei dorsal gewölbten Flächen gegenüber ebenen. Damit ist die Erklärung gegeben, daß ausbalancierte gewölbte, nach vorwärts bewegte Flächen, die abwärts gleiten, wie sie der Vogelflügel im Gleitflug darstellt, eine im Vergleich zu ihrer Größe riesige Tragkraft haben, denn bei ihnen kann nach Prandtl der Anprall eines wagerechten Luftstromes bis zum 12- oder 13fachen des wagerechten Widerstandes oder Rücktriebes be-

¹⁾ Beispiele dafür liefert die Natur in den Samen der Pflanze Zanonia und Bignonia.

tragen. Nach *Lanchester* gelten diese für den passiven Flug hier entwickelten Grundgesetze im wesentlichen auch für den aktiven Flug.

Die primitivsten Flugeinrichtungen besitzen *Galeopithecus*, der Flattermaki, *Anomalurus*, die Flugbilche, ferner die Flughörnchen *Sciuropterus* und *Pteromys* und der Flugbeutel *Petaurus*. Die Hautanhänge des Körpers dienen dazu, den Fall zu verlangsamen. Da der Auffall dieser Baumtiere in stumpferem Winkel zum Erdboden erfolgt als ihr Absprung — im Gegensatz zum eigentlichen Gleitflug —, so ist ihr Flug lediglich als Fallschirmflug zu bezeichnen. Das gleiche gilt vom „fliegenden“ Geko, *Ptychozoon*, und vom „fliegenden“ Drachen, *Draco fimbriatus*, bei denen die Haut durch die Rippen angespannt gehalten wird und endlich vom „fliegenden“ Frosch *Racophorus Reinwardtii* (Fig. 3). Die beiden letzten blähen die Flughaut auf. Bei allen diesen Tieren scheint zum eigentlichen Gleitflug der Schwerpunkt nicht weit genug nach vorn gelagert zu sein; da der Flugfrosch nach *Siedlecki* bisweilen mit den Hinterfüßen in die



Fig. 3. *Racophorus Reinwardtii*. (Nach *Siedlecki*.)

Luft schlägt, um sich in der richtigen Schwebe-
stellung zu erhalten, stellt er den Beginn des
Schwebe- und Ruderflugs dar.

Einen typischen *Gleitflug* vollführen die Flug-
fische *Erecoetus*, *Pantopodon* und *Dactylopterus*.
Sie heben sich durch einen Schwanzschlag aus
dem Wasser, breiten die Flossen aus und gleiten
in der Luft dahin. Nach *Du Bois-Reymond* er-
halten sie sich eine Zeitlang in der Luft; ent-
weder dadurch, daß sie die über einen Wellen-
kamm aufsteigende Luft durch Änderung der
Flossenstellung zur Hebung ausnutzen, oder da-
durch, daß sie sich mit einem Schwanzschlag
in einen Wellenkamm heben. Aktive Flügelruder-
schläge in der Luft finden nicht statt. Dazu ist
die Flügelmuskulatur zu schwach, und dagegen
spricht auch, daß z. B. auf Schiffe gefallene Tiere
nicht weiterfliegen können, so wenig wie nach
Dahl an Schnüren in der Luft befestigte oder aus
der flachen Hand herabgeworfene Tiere.

Die primitivste Form des *Ruderflugs*, der
Flutterflug der Fledermäuse, geschieht durch
Ausbreiten der Flügeldecken beim Abwärts-, und
Zusammenfalten beim Aufwärtsschlag. Als
Steuer und Stabilisierung dient die Verbindung
der Hinterbeine mit dem Schwanz.

Unter den Flugsauriern, die in kurz- und
langschwänzige eingeteilt werden, muß der treff-

lichste Flieger *Rhamphorhynchus* gewesen sein
(Fig. 4). Lange schmale Flügel und eine weit
zurückliegende, an einem langen Hebelarm be-
festigte Fläche, die nach *v. Stromer* (mündliche
Mitteilung) mehr als Stabilisierungsfläche, als
Höhensteuer wirken mußte, sind bezeichnend.
Die Längsfältelung der Flügel ist nach meiner
Ansicht (nach Beobachtungen am Material der
Münchener paläontologischen Sammlung) nicht
allein auf Zusammenfaltung beim Tode zurück-
zuführen, sondern sie dient dazu, die einstre-

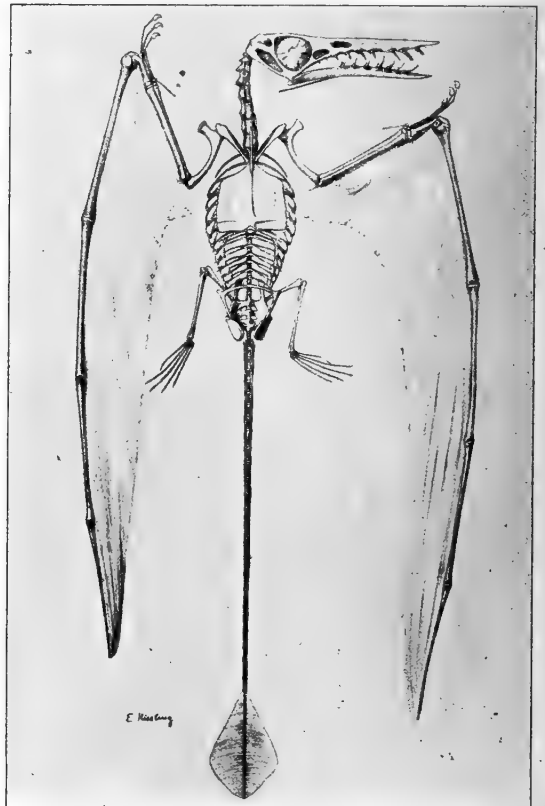


Fig. 4. *Rhamphorhynchus* nach der Rekonstruktion
von *v. Stromer*.

chende Luft gegen die Punkte größten Widerstan-
des, die Flügelspitzen, auszuleiten. Die Luft
würde ohne dieselben gerade zu dem gar nicht
verstreiften und deshalb passiv flatternden Flügel-
hinterrand streichen müssen.

Von den kurzschwänzigen Flugsauriern hat
der phylogenetisch jüngste bis 9 Meter Spann-
weite besitzende *Pteranodon* (Fig. 5) wahrschein-
lich sein Seitensteuer, in Form eines Fortsatzes,
am Kopfe, wozu noch ungelenkige Halswirbel
und Drehbarkeit im Atlasgelenke dienten. Die
viel zu hoch gelegene, keinerlei Stabilität ge-
währende Steuerung stellt etwas recht Unvoll-
kommenes dar.

Die Insekten besitzen mannigfaltige, kaum
unter einen Gesichtspunkt zu bringende Flatter-
flugarten, die trotz der hohen Verdienste *Mareys*

und seiner Schule teilweise noch nicht geklärt sind.

Abramowsky hat ganz allgemein nach der Rippung der Unterseite der Flügel die Insekten in gute und schlechte Flieger einteilen wollen. Gute Flieger sollen nach dem Turbinenprinzip angeordnete starke, die Luft zweckmäßig komprimierende Rippungen haben. Das ist nach meinen eigenen, über viele hundert Arten sich erstreckenden Feststellungen sicher in dieser Form unrichtig. Nur drei allgemein geltende Gesetze konnte ich ausfindig machen. Gute Flieger haben lang ausgezogene Flügel, gut fliegende Schmetterlinge haben den Hinterrand des Hinterflügels gezackt oder ausgespitzt, gut fliegende Libellen im inneren Drittel des Flügels auf der Unterseite eine tetraederförmige Vertiefung. Daß, wie ich es tat, nur Tiere einer Familie untereinander verglichen werden dürfen, lehrt schon

Ihr Körper ist nämlich im Verhältnis zu leicht und kann „deshalb infolge des verhältnismäßig großen Luftwiderstandes an der großen Flügelfläche seine Geschwindigkeit nicht bewahren. Indem die Geschwindigkeit nachläßt, nimmt aber die Tragfähigkeit der Flügel sehr schnell ab, und trotz seiner großen Fläche sinkt daher der Schmetterling zwischen zwei Flügelschlägen um ein beträchtliches Stück“. Da aber die großen Flügelflächen den Körper immer wieder leicht emportreiben, resultiert die Wellenlinie des Gaukelfluges des Schmetterlings.

Um zu ergründen, ob die aktiv nicht bewegten Flügeldecken der Käfer nur zum Schutze der Flugflügel dienen oder zum Fluge selbst von Vorteil sind, hat man sie gestutzt und gefunden, daß die Tiere noch bei weitgehender Verkleinerung fliegen können. Dazu kommt, daß ein so guter Flieger wie *Cetonia* die Flügeldecken beim

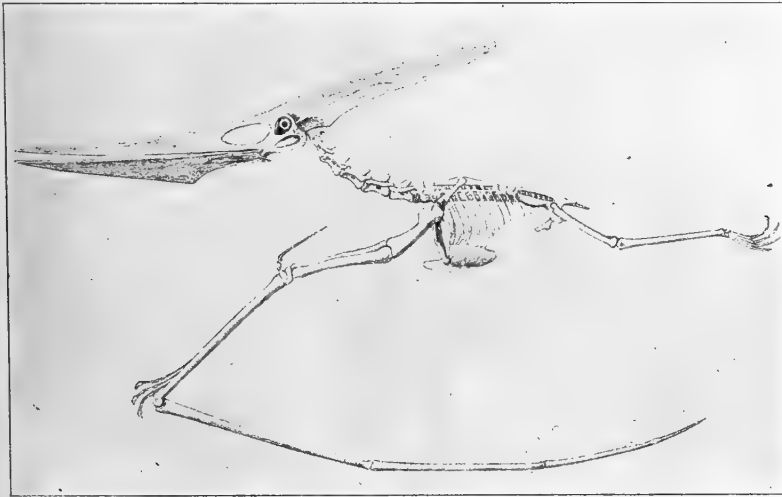


Fig. 5. Pteranodon nach der Rekonstruktion von *Eaton*.

die verschiedene Frequenz des Flügelschlages, die nach *Hesse* bei der Libelle 28, dem Kohlweißling 9, dem Taubenschwanz 72, der Biene 196 und der Stubenfliege 330 in der Sekunde beträgt.

Im einzelnen erfolgt nach *Bull* (Fig. 6) bei den Libellen, bei denen nach *Hesse* ein direkter Flügelmuskelsatz besteht, der Schlag metachron und zwar von oben hinten nach unten vorne. Der Hinterleib dient als Steuer.

Die übrigen Insekten, die zwei senkrecht aufeinander wirkende Muskelsysteme besitzen, teilen sich in Schwirrflieger (z. B. die Fliege), Flatterflieger (z. B. die Schmetterlinge) und solche Flieger mit starren vorderen Flügeldecken (z. B. die Käfer). Der propellerartig erfolgende Schwirrfly der Dipteren stellt den ungünstigsten Nutzeffekt dar. Wie hier zu kleine Flügeldecken hinderlich sind, so sind bei den meisten Schmetterlingen zu große, wie *Du Bois-Reymond* vortrefflich ausführt, der Grund, daß diese zum Ideal des Fluges, dem Segelflug, nicht fähig sind.

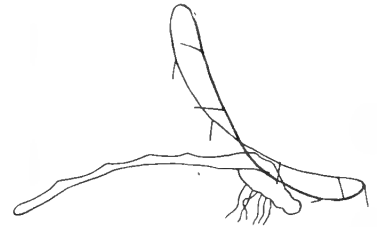


Fig. 6. Schema der Libellenflügelung. (Nach *Bull*)

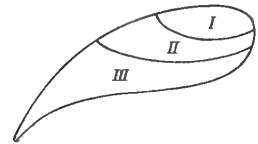


Fig. 7. Schema eines Flügels zur Veranschaulichung des Verklebens. (Nach *Abramowsky*.)

Fluge geschlossen hält. Immerhin glaube ich, daß die Flügeldecken bei den meisten Arten, wenn auch nicht zur Geschwindigkeit, doch zur Flugsicherheit beitragen. Daß die Hauptrolle aber den häutigen Flügeln zukommt, erhellt daraus, daß durchweg harte Flügel besitzende Arten, wie *Carabus* und *Peritelus*, nicht fliegen können.

Einen tieferen Einblick in den Insektenflug werden wir erst erhalten, wenn die alle Übergänge vom gewöhnlichen Sprung bis zum trefflichsten Überlandfluge vermittelnden Heuschrecken in dieser Hinsicht näher untersucht sind.

Die anatomischen Eigenschaften, die die Vögel zu den Meistern des Fluges prädestinieren, sind besonders: hohle Knochen und Luftsäcke — und damit Verringerung des spezifischen Gewichtes und treffliche Versorgung mit Sauerstoff — und das einzigartige Prinzip der Feder, das bei geringstem Widerstand gegen den Flugwind größten Nutzeffekt gewährt. Dieser wird noch erhöht

durch stärkere Einpflanzung der vom Ansatzhebel weiter entfernten Handschwingen im Vergleich zu den Armschwingen. Dagegen ist die oft aufgestellte Behauptung nicht richtig, daß ein Hauptmoment in der Öffnung der Spalten zwischen den Federn für durchstreichende Luft bei Aufwärts-, und Schließung bei Abwärtsbewegung des Flügels beruhe. *Abramowsky* hat nämlich gezeigt, daß ein Verkleben der ganzen Flügeloberseite von keinem Einfluß auf die Flugfähigkeit ist, und *Lilienthal* hatte bereits festgestellt, daß ein solcher Jalousieflug auch rein physikalisch unzweckmäßig sei. Es hat aber die Unterseite der Feder und ihre automatische Verstellung für die Einleitung der Luft höchste Be-

achtung bezeichnet werden, wenn *Gildemeister* z. B. angibt, ein Albatros könnte ohne Flügelschlag bei horizontalem Wind gegen denselben sich stundenlang in gleicher Höhe halten. Gleiche irrige Angaben finden sich für das Kreisen ohne Schlag, nur mit Hilfe von Verstellung („Verwindung“) der Flügel und des Schwanzsteuers vor. Hier sind nur 3 Möglichkeiten gegeben: Bei ruhender oder absteigender Luft sinkt der Vogel in einer Spirale (Fig. 8). Bei horizontalem kann er seine während des Fluges mit dem Wind erzielte Flugeschwindigkeit¹⁾ — die abwärts geneigt stattfinden muß — bei der Wendung gegen den Wind zu einem kürzeren Aufstieg nutzen, er wird also abgetrieben (Fig. 9)²⁾; nur bei aufsteigender Luft

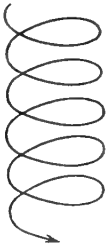


Fig. 8. Abwärtsspirale ohne Flügelschlag bei ruhender oder abwärts gerichteter Luft.

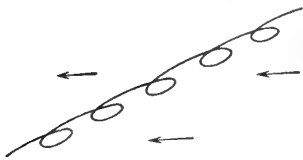


Fig. 9. Spiralschwebeflug ohne Flügelschlag bei horizontaler starker Windrichtung. Sinken mit der Windrichtung. Steigen gegen dieselbe. Die Pfeile geben die Windrichtung an.

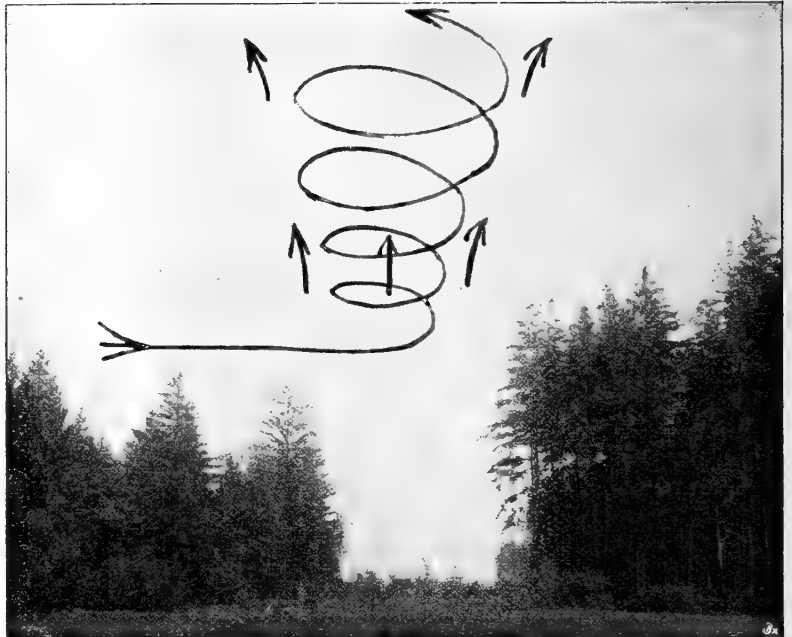


Fig. 10. Spiralschwebeflug ohne Flügelschlag bei aufsteigender Luftströmung. Rechts und links ein Wald. In der Mitte Stoppelfeld. Die Pfeile geben die Lufttrichtung an.

deutung, wie nach *Abramowsky* (Fig. 7) daraus hervorgeht, daß bei Verkleben von Serie I mäßiger, II sehr schlechter, III kein Flug möglich sei.

Von besonderen Eigenschaften sei erwähnt: Die einen Vögel besitzen rote Flugmuskeln, die langsam aber ausdauernd¹⁾, die anderen blasse Flugmuskeln, die schnell, aber bald ermüdend arbeiten. Ferner besitzen im allgemeinen gute Flieger lange, schmale, geringe Krümmung aufweisende Flügel, schlechte Flieger kurze, breite, stark gekrümmte Flügel.

Die aerodynamischen Grundgesetze gelten selbstverständlich auch für den schlaglosen Segelflug der Vögel, und es muß als unrichtige Beob-

kann er ohne aktiven Flügelschlag in die Höhe kreisen (Fig. 10). Vor Entwicklung der Aviatik ist vom Menschen die Wirkung vertikaler Luftströmungen bedeutend unterschätzt worden. Wenn man in dem wundervollen Buche „20 000 Kilometer im Luftmeer“ unseres besten deutschen Fliegers *Hellmuth Hirth* liest, daß ein Flugapparat, der bei Windstille am Morgen erst über einen feuchten Wald geflogen ist (vgl. auch Fig. 10), im Augenblicke, da er über ein von der Sonne er-

¹⁾ Die Maximalflugeistung weist der amerikanische Regenpfeifer auf, der 5000 Kilometer ohne Unterbrechung zu fliegen vermag.

¹⁾ Es muß dabei natürlich eine Differenz zwischen Eigengeschwindigkeit und der Windgeschwindigkeit vorhanden sein. Bei gleicher Geschwindigkeit wäre ebensowenig ein Lenken (in der Kurve) möglich, wie bei einem (mit dem Wind in annähernd gleicher Schnelligkeit schwebenden) Ballon durch Ausspannen eines Segels.

²⁾ Diese meine Theorie steht in Widerspruch mit *Ahlborn*.

wärmtes Stoppelfeld kommt, plötzlich 100 m emporgerissen wird, so wird man die kolossale Wirkung solcher vertikaler Ströme erkennen. In diesem Falle entstehen sie dadurch, daß die trockene Luft über dem Felde sich rascher erwärmt und ausdehnt als die feuchte über dem Walde (vgl. Fig. 10). Die stärksten vertikalen Luftströme entstehen bei Wind über kupiertem Terrain. So berichtet *Hirth*, daß sein Apparat bei seinem Fluge über den Spessart plötzlich Hunderte von Metern

starke Flügelschläge ausführen, um sich an Ort und Stelle zu halten, die in der Nähe der Wasserflugzeuge befindlichen schlagen schwächer, diejenigen, die über den Jachten stehen, führen nur etwa alle $\frac{1}{2}$ Minute einen Schlag aus. Dagegen stehen oft mehrere Minuten lang diejenigen ohne jeden Flügelschlag still in der Luft, die sich hinter den Jachten befinden. Der erst horizontale Wind beginnt im hinteren Teile des Hafens an den Wänden emporzustreichen und die Tiere hier



Fig. 11. Hafen von Monaco vom Hafeneinde aus gegen Osten zu gesehen. Man sieht das offene Meer, den Hafeneingang und die ankernden Jachten. X Die Stelle, an der sonst die Wasserflugzeuge verankert sind. Links vom Hafen aufsteigend (im Bilde oben) Monte Carlo und Berge. (In gleicher Weise wird der Hafen rückwärts — auf dem Bilde nicht mehr sichtbar — (Condamine) und rechts (Monaco) von steil aufsteigenden Felswänden eingeschlossen.)

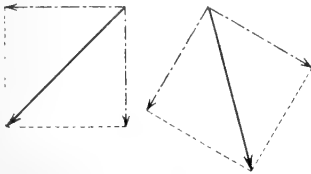


Fig. 13. Links das Kräfteparallelogramm, das nötig ist, um einen beliebigen Körper nach vorwärts rechts und aufwärts zu bringen. Die Resultante geht von oben rechts nach unten links. Rechts das infolge des „Ausweichens“ des Vogelflügels veränderte. Die Resultante geht von oben links nach unten rechts. (Der Vogelflügel schlägt nach vorwärts, abwärts.)

mit solcher Wucht herabgeschleudert wurde, daß er halb aus der Karosserie fiel.

Am schönsten läßt sich die Wirkung vertikaler Luftströme im Hafen von Monaco (Fig. 11), der nach Osten offen, nach den übrigen drei Richtungen von steil aufsteigenden Felswänden umgeben ist, beobachten. Geht starker horizontaler Ostwind von etwa 15 Sekundenmetern, so sieht man an den Möven, die sich alle gegen den Wind stellen, folgendes: Die über dem offenen Meere oder am Hafeneingang befindlichen müssen

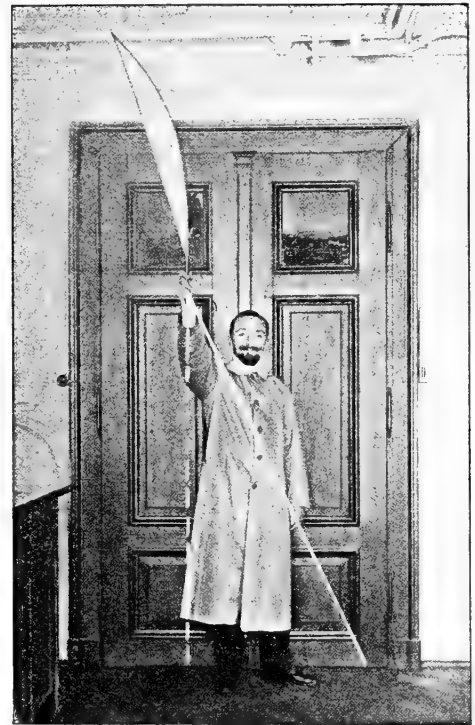


Fig. 12. Modell eines Flügels. Hergestellt mit Metzeler-Fliegerstoff von *Eduard Rabs*. Die punktierte Linie zeigt die Richtung des gewollten Schlags an. Die ausgezogene Linie die des tatsächlich ausgeführten. (Schema. In Wirklichkeit ist die letztere Linie eine Parabel infolge der sich immer stärker komprimierenden Luft.)

vollführen nichts anderes, als einen ständigen schlaglosen Gleitflug gegen die aufsteigende Strömung. Erfolgt derselbe in der gleichen Schnelligkeit nach vorne, die die entgegengesetzte Luftströmung hat, so ergibt dies ein „Stillstehen“ der Tiere in der Luft für den Beschauer.

Das schwierigste Flugproblem, der Ruderflug der Vögel, wurde besonders durch die großartigen Untersuchungen *Mareys* und seiner Schule zwar nicht gelöst, aber doch unserem Verständnisse näher gebracht. Widersinnig erscheint auf den

ersten Blick, daß der Vogel, um vorwärts zu kommen, nicht von oben vorne nach unten hinten schlägt, sondern umgekehrt, von oben hinten nach unten vorne. Nehmen wir zur Erklärung ein Modell eines Vogelflügels zur Hand (Fig. 12) und schlagen wir rein senkrecht, um uns eine senkrechte Hebung zu geben, so weicht der Flügel in der Richtung der Vorderkante, also nach vorne gegen unseren Willen aus. Dies kommt daher, weil die Luftkompression an der starren Vorderkante größer ist als an der elastischen Hinterkante, an letzterer also durch Ausdehnung Komponenten nach vorwärts erzeugt werden. Da der Schlagwinkel zur rein (theoretisch) senkrechten Hebung des Vogels sehr spitz ist, der zur reinen Vorwärtsbewegung aber dienende vermöge der Struktur des Flügels nicht wagerecht nach hinten, sondern schräg abwärts gerichtet ist, ergibt sich eine nach abwärts und vorn gerichtete Komponente (Fig. 13).

Im einzelnen findet ferner nach *Marey* folgendes statt: Die Dauer des Niederschlages ist größer als die der Hebung, da bei letzterer der Flügel etwas geknickt und durchgezogen wird. Am Ende des Niederschlages wird die Flügelspitze zurückgezogen, am Ende der Hebung vorgeschleunigt. Beim Niederschlag ist besonders die Fläche der Armschwinge nach vorne, die der Handschwinge dagegen aber nach hinten gerichtet, erstere besorgt also vornehmlich die Hebung, letztere die Vorwärtsbewegung. Bei der noch nicht ganz geklärten Aufwärtsbewegung des Flügels wird nie die Kante voran aufwärts geführt. Aus der etwas nach unten vorne geneigten 8, die die Flügelspitze beschreibt, resultiert beim Vorwärtsflug eine Wellenlinie mit nach hinten konkaven Schenkeln. Beim Niederschlag erfolgt eine Hebung und Beschleunigung, beim Aufschlag eine Verzögerung.

Aus der wundervollen Anpassung der Richtung und Intensität des Schlages in verschiedenen Luftströmungen resultiert in Verbindung mit den anatomischen Besonderheiten der riesige Nutzeffekt der besten Ruderflieger unter den Vögeln.

Ein Hauptmoment des Vogelfluges ist die automatische Stabilisierung. Sie ist, wie ich glaube, das Moment, das in erster Linie gute und schlechte Flieger unterscheidet. Eine durch rasche Schläge ihrer kurzen Flügel sich fortbewegende Wildente fliegt, in Anbetracht ihres im Verhältnisse zur Flügelfläche außerordentlich schweren Körpers, an sich nicht schlechter als die viel günstiger gestellte Möve. Nur gestattet bei ihr die Kürze des Flügels keine solche Stabilität wie bei der Möve, die lange, zur Erhöhung der Stabilisierung noch dazu an den Enden etwas aufwärts gekrümmte Flügel hat (Fig. 14 rechts). Die Möve vermag deshalb auch im Gegensatz zu ihr rasch aus der momentanen Stabilisierung herauszugehen, scharfe Kurven zu beschreiben oder sich förmlich zu überschlagen.

Bei der Möve spielt nach meinen eigenen Beobachtungen und Kinematographien dazu noch die

Stellung des Schwanzsegels die größere Rolle. Gerader Ruderflug bei Windstille erfolgt mit schmalen wagerechten, ebensolcher bei Seitenwind mit schmalen Schwanzsteuer, dessen Seiten aufgekümmert sind. In die Kurve gehen die Tiere, indem sie mit einer wellenförmigen Bewegung des Steuerendes sich aus der horizontalen in die Kurvengleichgewichtslage versetzen. Beim Kreisen ist der Schwanz sehr breit auseinandergefaltet (Fig. 14 rechts).

Eine ebenso wichtige Rolle spielt der Schwanz bei Stabilisierung in der horizontalen Längsrichtung und der Vertikalrichtung. Erstere ist durch die leichte Winkelstellung seiner Fläche zu dem dem Körper entlangstreichenden Flugwind bedingt. Letztere ist besonders aus den aktiven Schlägen ersichtlich, die der Schwanz ausführt, um den Mövenkörper aus dem Wasser hochzuheben oder denselben im Ruderflug plötzlich zu bremsen, ja förmlich zu überschlagen. Den Flug



Fig. 14. Möven im Flug. Links eine Möve an Ort und Stelle „rüttelnd“ verharrend. Der linke Flügel ist nach vorne gerichtet. Rechts eine Möve im Schwebeflug in der Linkskurve. Breites Schwanzsegel. Spitzenkrümmung der Flügel.

der Purzeltaube, den Wellenflug kleiner Vögel, das steile Herabstoßen und plötzliche Aufwärtschießen mancher Raubvögel im Gleitflug, glaube ich, erklärt sich durch ebensolches aktives Mitwirken der Schwanzfläche.

Mit dem *Schwirrflug* der Kolibri, die sich an Ort und Stelle halten können, ist das Stillstehen an Ort und Stelle (besonders der kleinen Raubvögel) verglichen worden. *Exner* hat die Theorie aufgestellt, daß auf aktiven Schwirrbewegungen die Leistung gerade der besten Segelflieger beruhe. Dagegen hat *Gildemeister* gezeigt, daß die künstlich erzeugte *frequente* Reizung des Vogel-muskels analog der Schwirrbewegung um das Vielfache unrationeller ist als die *wenig frequente* Reizung gleicher Wirkung. Aber noch mehr, die ganze Naturbeobachtung *Exners* ist total falsch, denn eine Rundfrage bei Jägern ergab mir, daß diese Vögel beim „an Ort und Stelle stehen“ im Falle ruhiger Luft sehr starke Bewegungen mit Flügel und Schwanz gegeneinander nach abwärts machen (sogenanntes Rütteln). Das gleiche Phänomen habe ich oft mit dem Auge, der Photographie und Kinematographie bei 5 m Entfer-

nung an Möven, die sich an Ort und Stelle halten konnten, gesehen. Dadurch, daß die Flügel nicht nach vorne abwärts, sondern fast senkrecht nach abwärts geführt werden, wird die Luft nach rückwärts, durch heftiges Abwärtsschlagen mit dem ganz verbreiterten Schwanzsteuer nach vorne geschlagen, so daß aus beiden eine Resultante nach oben entsteht. Die Gewalt des Schlages oder die Schwierigkeit der Stabilisation führt dabei zu so merkwürdigen Bildern wie Fig. 14 links, bei dem der Flügelhinterrand an einem Flügel nach vorne gerichtet ist.

Die Vollendung des Vogelflugs und die Größe des ganzen Flugproblems überhaupt kann man daraus ermessen, daß nach meinen ungefähren Berechnungen unsere menschlichen Flugzeuge zurzeit noch mehr als hundertmal so ungünstig im Gesamtnutzeffekt gestellt sind als die Vögel im Durchschnitt.

Literatur:

Die zur Orientierung wichtigen zusammenfassenden neueren Bücher über den Tierflug (bzw. Pflanzensamenflug) sind:

- Abel, O., Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart 1912, Schweizerbart.
Ahlborn, F., Zur Mechanik des Vogelfluges. Abhandl. a. d. Gebiete d. Naturwiss., hergeg. v. Naturw. Ver. Hamburg, Bd. 14, 1896.
Dingler, H., Die Bewegung der pflanzlichen Flugorgane. München, Th. Ackermann, 1889.
Du Bois-Reymond, R., Bewegungslehre. In: Handb. d. vergl. Physiologie, hergeg. v. Winterstein. Jena, Gustav Fischer, 1912.
Hesse, R. und Doflein, F., Tierbau und Tierleben in ihrem Zusammenhang betrachtet. Bd. I. Leipzig und Berlin, Teubner, 1910.
Lanchester, F. W., Aerodynamik. (Deutsche Übersetzung.) 2 Bände. Teubner 1911.
Lilienthal, O., Der Vogelflug als Grundlage der Fliegekunst. 2. Aufl. München, Oldenburg, 1910.
Marey, E. J., Physiologie du mouvement. Le vol des oiseaux. Paris, G. Masson, 1890.
Pütter, A., Vergleichende Physiologie. Jena, G. Fischer, 1911.

Der angebliche Farbensinn der Insekten.

(Ein Referat.)

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Einer alten und in der Biologie sehr fest eingewurzelten Lehre sind in den letzten Jahren durch die Arbeiten von C. v. Heß die Grundlagen entzogen worden: der Lehre, daß die bunten Farben, die die Blüten für unser Auge auffällig machen, auch für die Insekten, die diese Blüten besuchen, farbig erscheinen, wie für uns, und daß die bunten Farben den Zweck hätten, die Insekten zum Besuch anzulocken.

Sprengel glaubte 1793 dies „Geheimnis der Natur“ entdeckt zu haben, und viele Forscher schlossen sich seiner Auffassung an, bis mehr als 100 Jahre später Heß ein anderes Geheimnis der Natur aufdeckte: daß nämlich die Insekten sich den Farben des Spektrums gegenüber gerade so verhalten, wie ein total farbenblinder Mensch, der keine getonten Farben, sondern nur Helligkeitsunterschiede im Spektrum erkennt, für den die hellste Stelle im Grün liegt, und für den von

diesem Punkte aus die Reizwerte der langwelligen Lichter sehr rasch, die der kurzwelligen langsamer abnehmen.

Von dem Bilde, das die Welt einem solchen total Farbenblinden bietet, kann sich auch jeder Farben-tüchtige einen Eindruck verschaffen, wenn er mit dunkeladaptiertem Auge, bei schwacher Beleuchtung, beobachtet, denn die „Dämmerungswerte“ der Farben entsprechen den Werten, die sie für den ganz Farben-untüchtigen bei jeder Intensität der Beleuchtung haben.

Seit Heß (1912) seine Untersuchungen über den Farbensinn auch auf die Bienen ausgedehnt hat, die so oft zu blütenbiologischen Beobachtungen dienen, und auch ihnen einen Sinn für getonte Farben absprach, hat sich K. v. Frisch mit dem Gegenstande beschäftigt und seine Untersuchungen, über die in dieser Zeitschrift schon berichtet worden ist, ließen ihn wieder Sprengels Theorie der Blütenfarben verteidigen.

Nun hat sich Heß von neuem der Frage zugewendet und nicht nur eine Kritik der bisherigen Untersuchungen geliefert, sondern auch neue Versuchsserien angestellt, in denen er unter Bestätigung seiner früheren Resultate zu folgendem Ergebnis kommt: „Es ist bisher nicht eine einzige Tatsache bekannt geworden, die die Annahme eines dem unseren irgend vergleichbaren Farbensinnes bei Bienen auch nur wahrscheinlich machen könnte.“ Die Differenzen in der Auffassung der beiden Forscher erfordern eine Erklärung.

Den ersten Untersuchungen, die den Beweis für die Farbentüchtigkeit der Bienen erbringen sollten, hat v. Frisch eine neue Publikation folgen lassen, in der er seine Resultate dahin zusammenfaßt, daß der Farbensinn der Bienen weitgehende Übereinstimmungen mit dem eines Rotblinden (Protanopen) zeigt. Nehmen wir seine Beobachtungsergebnisse als richtig an, so ist dieser Schluß doch nicht berechtigt.

v. Frisch hat gefunden, daß die Bienen verschiedene getonte Farben verwechseln, und zwar:

- Rot mit Grau und Schwarz,
- Gelb mit Orange und Gelbgrün,
- Blaugrün mit Grau und Schwarz,
- Blau mit Violett und Purpur.

Mit Grün wurden keine Versuche gemacht und eine Dressur auf ein mittleres Grau, die versucht wurde, gelang nach den Angaben des Autors nicht. Macht man den Schluß mit, daß das Blau einen Farbenwert für die Bienen habe, so ist nicht zu verstehen, weshalb Blaugrün mit Grau und Schwarz verwechselt wurde, da es doch mit seiner Blaukomponente als Farbe hätte wirken müssen.

Die Resultate sind also keineswegs klar und eindeutig, und das ist auch nicht anders zu erwarten, da sich gegen die Versuche eine Reihe schwerwiegender Bedenken nicht werden unterdrücken lassen, die denn auch Heß in seiner letzten Untersuchung herausstellt.

Der erste sehr schwere Einwand bezieht sich auf das Tiermaterial: v. Frisch ließ die Bienen zwei Tage lang eine Anordnung besuchen, in der ihnen auf farbigem (gelbem oder blauem) Grunde Honig oder Zuckerwasser geboten wurde, während daneben graue Papierstücke lagen, auf denen keine Lockspeise zu finden war. Eine Markierung der Tiere, die angefliegen waren, fand nicht statt, so daß, als am dritten Tage die eigentlichen Versuche einsetzten, gar keine Gewähr dafür gegeben war, daß die Bienen, die an diesem Tage kamen, auf Farben „dressierte“ Tiere waren. Wie wichtig dieser Einwand ist, zeigt ein Versuch von Heß: er zeichnete an einem Fenster, zu dem die Bienen

durch Honigfütterung gewöhnt waren, an einem Morgen 200 Bienen und fand am folgenden Tage den größten Teil der anfliegenden Tiere aus ungezeichneten Exemplaren bestehend. Es ist also auch für die Versuche von *v. Frisch* höchst wahrscheinlich, daß die größte Zahl seiner Versuchstiere gar nicht „dressiert“ war.

Die wichtigste Beobachtung ist die, ob die *erste* Biene, die sich auf ein Feld setzt, eine markierte oder unmarkierte ist, denn sobald erst eine Biene auf der Lockspeise, bzw. auf dem Versuchsfelde sitzt, ist sie für alle folgenden eine Anziehung, und haben sich gar erst zwei oder drei Tiere an einer Stelle gesammelt, so fliegen die folgenden leicht zu der Ansammlung, gleichviel, wie das Feld beschaffen ist, auf dem sie erfolgte. Aus diesem Grunde haben die *Zahlen* der Bienen auf den einzelnen Feldern gar keine Bedeutung, sehr wichtig ist aber die Angabe, ob die erste Biene eine „dressierte“ oder „undressierte“ ist, was *v. Frisch* nicht angeben kann, da seine Bienen nicht markiert wurden, während *Heß* die entsprechenden Angaben macht.

Es bleibt also zweifelhaft, ob die Bevorzugung bestimmter Farben des Versuchstisches überhaupt das Resultat einer Dressur war. Aber auch wenn dies stets, oder doch in einigen Fällen zutrifft, dann ist der Beweis, daß es die *Farbe* der Felder gewesen sei, auf welche die Tiere dressiert wurden, nicht zwingend erbracht, denn es konnte auch der *Geruch* der Pigmentfarben sein, durch den sich die farbigen Felder von den grauen unterscheiden. Daß die Farbstoffe, die zur Färbung der Papiere dienten, die *v. Frisch* benutzte, in der Tat einen — wenigstens für Menschen — wahrnehmbaren, und für Blau und Gelb verschiedenen Geruch besitzen, weist *Heß* nach, und umgeht diese mögliche Fehlerquelle, indem er die Farbfelder stets mit einer großen Glasplatte bedeckt. *v. Frisch* erwähnt in seinen ersten Untersuchungen nichts von einer solchen Vorsichtsmaßregel, und nur eine kurze Bemerkung in seiner letzten Veröffentlichung deutet darauf hin, daß er — in anscheinend noch nicht veröffentlichten Versuchen — später die Möglichkeit dieses Einwandes auszuschalten sich bemüht hat.

Es scheint in seinen Versuchen ferner nicht hinreichend auf die anlockende Wirkung geachtet worden zu sein, die selbst kleine Spuren Honig oder Zuckerwasser ausüben können, die irgendwelchen Gegenständen anhaften, denn wenn er die Beobachtung, daß die auf Gelb dressierten Bienen einen gelben Bleistift, mit dem er Notizen machte, lebhaft besuchten, als Ausdruck des Farbensinnes deutet, so liegt doch wohl die Erklärung sehr viel näher, daß Spuren von Honig, die von diesem Instrument wohl nur durch besondere Vorsichtsmaßnahmen fernzuhalten gewesen wären, die Tiere angelockt haben.

Gegenüber den überzeugenden Resultaten *Heß'* ist es wohl kaum berechtigt, die Angaben *v. Frischs* als Einwände gelten zu lassen, da seine Resultate, wie erwähnt, auch bei Annahme einer Protanopie der Bienen nicht verständlich sind, und seine Versuchsanordnungen zu erheblichen Bedenken Anlaß geben.

Heß hatte schon in früheren Untersuchungen den Nachweis erbracht, daß die Bienen immer die hellste Stelle eines Versuchsgefäßes aufsuchen, und hatte auf diese ihre Eigentümlichkeit eine Prüfung der Reizwerte der verschiedenen Spektralfarben gegründet, die ihn zu der Erkenntnis führte, daß sie sich verhalten, wie ein total Farbenblinder.

Um diesen Ergebnissen gegenüber die Grundlage

der Blütenbiologie zu retten, sagt *Knoll*: „Erst dann könnte man den Bienen einen Farbensinn absprechen, wenn Bienen, die auf bestimmte Farben dressiert sind, bei Verwendung von farbigen Lichtern gleicher Helligkeit (diese müßte nach der von *Heß* angegebenen photometrischen Methode für das Bienenauge ermittelt werden) die Dressurfarbe nicht wiedererkennen. Solche Versuche müßten womöglich im Freien ausgeführt werden, um einwandfreie Resultate zu ergeben.“

Die neuen Versuche von *Heß* erbringen diesen Nachweis mit voller Deutlichkeit: Er „dressierte“ Bienen auf Blau und markierte an drei aufeinander folgenden Tagen je 50 Bienen (mit verschiedenen Farben), so daß bei dem Versuche am vierten Tage Sicherheit bestand, daß die beobachteten Bienen die blauen Lockspeisen besucht hatten, und ob sie einen oder mehrere Tage auf Blau dressiert waren.

Es zeigte sich nun, daß die markierten Bienen, die sich *als erste* auf einem Farbenfelde niederließen, in keiner Weise das Blau bevorzugten, sondern ganz regellos auch gelbe, grüne, rote und graue Felder besuchten.

Die Versuche wurden in sinnreicher Weise verschiedentlich variiert und führten zu dem klaren Resultate, daß die Qualität der Farben keine Wirkung auf den Besuch der Bienen ausübt.

Heß kommt also zu dem Schluß: „daß das charakteristische Verhalten der Bienen zum Licht mit der Annahme eines wie immer gearteten Farbensinnes unvereinbar, dagegen ohne weiteres verständlich, ja vorauszusagen ist, wenn die Bienen die Sehqualitäten des total farbenblinden Menschen haben.“

Die Biologie wird sich mit der Tatsache abfinden müssen, daß die getonten Farben der Blumenkronen von den Bienen nur als Abstufungen des Grau, nur als Helligkeitsdifferenzen gesehen werden können!

Daß dies Resultat überhaupt für Insekten, ja für Arthropoden gilt, hat *Heß* in zahlreichen grundlegenden Untersuchungen gezeigt. Es erwächst hieraus die Aufgabe, das Aussehen aller jener Objekte, bei denen man der Farbe eine biologische Bedeutung zugeschrieben hat, mit dunkeladaptiertem Auge zu untersuchen, und festzustellen, ob auch unter diesen Bedingungen, die denen des Sehens der Insekten gleich kommen, sich noch charakteristische Merkmale an ihnen erkennen lassen, und welcher Art diese sind.

Literatur.

1. *C. v. Heß*, Experimentelle Untersuchungen über den angeblichen Farbensinn der Bienen. *Zoolog. Jahrbücher*, Abt. für allg. Zool. u. Physiol. Bd. 34, 1913, S. 81—106.
2. *K. v. Frisch*, Über den Farbensinn der Bienen und die Blumenfarben. *Münchener Med. Wochenschr.* Nr. 1, 1913.
3. *K. v. Frisch*, Zur Frage nach dem Farbensinn der Tiere. *Verhandlungen der Naturforscher-Versammlung*, Wien 1913.
4. *F. Knoll*, Über Honigbienen und Blumenfarben. Diese Zeitschrift Bd. 1, S. 349—352.

Über Mikrophotographie der Strukturen lebender Pflanzenzellen mit ultravioletttem Licht.

Von Privatdozent Dr. Jaroslav Peklo, Prag.

Es ist nicht zu leugnen, daß durch die Erschütterung der Lehre von den sogen. Chromosomen als Trägern der Erbsubstanz wenigstens

bei Biologen der botanischen Richtung das Interesse für das Studium der Zellstrukturen erheblich vermindert wurde. Und doch zwingt schon die phylogenetische Betrachtungsweise zur Annahme, daß wir auch in der Zelle konstant vorkommende Mikrostrukturen zu erwarten haben, und die so sonderbare Vererbung der Chromosomenzahl — mag sie eine Bedeutung haben oder nicht —, einige Erscheinungen, die bei der Erforschung der Erbliehkeitsverhältnisse der panaschierten Pflanzen angetroffen worden sind, sowie die Unveränderlichkeit der Beziehungen zwischen verschiedenen Geweben der Pflanzen, wie sie insbesondere bei dem experimentellen Hervorrufen der sogenannten Chimären zutage kommt, verspricht die Feststellung von noch manchen interessanten Tatsachen aus der Morphologie der Pflanzenzelle. Andererseits können diejenigen Biologen, welche mehr für physiologische Studien begeistert sind, recht überrascht sein z. B. durch die Tatsache, daß auch im Reiche der Chloroplasten eine ähnliche Kontinuität zu herrschen scheint wie bei den Zellkernen. Warum könnte denn nicht die Kohlensäure-assimilation, dieser rein chemische Prozeß, den Sitz in jedweder Ecke des Protoplasten haben und ihre Fabriken, die Chloroplasten, je nach dem Bedarf der Zelle de novo ad hoc hergestellt werden? Es scheint aber dem nicht so zu sein, das altgriechische „πάντα ῥεῖ“ hat sehr wahrscheinlich für diesen Fall keine Geltung, denn die Untersuchungen *Sapjegin* (1912 u. 1913) zeigen, daß z. B. bei Moosen schon jede sporogene Zelle eine solche Assimilationsplatte beherbergt, und daß durch die Teilung derselben das ganze System der Chloroplasten Ursprung nimmt. Und unsere Kenntnisse von der Mechanik der Kernteilung dürften eine außerordentliche Vertiefung erfahren, wenn die so mannigfachen Strukturen und Veränderungen, welche hier zutage treten, von dem Standpunkt der Kolloidchemie studiert würden, so z. B. die Verschmelzung und Spaltung der Chromatinfäden während des sogenannten Synapsisstadiums, der fast ein Bild einer chemischen Reaktion darbietende Prozeß der Bildung einer neuen Zellwand in dem Phragmoplast usw. Scheint doch überhaupt die Bedeutung des Kernes für die Stoffwechselphysiologie der Zelle ein Terrain zu sein, in welches fast der „Eintritt verboten“ ist. Die Lösung dieser und ähnlicher Fragen erheischt allerdings dringend, daß unsere Beobachtungsmethoden verbessert und erweitert werden. Nicht aus dem Grunde, daß die üblichen Fixations- und ähnliche Methoden schlecht wären — für die Erfahrenen ist die Gefahr der Artefakte gar nicht so groß — als vielmehr darum, weil sehr wahrscheinlich durch die bei der Fixierung benützten Säuren und andere Stoffe viele Zellbestandteile gelöst werden, und infolgedessen der Beobachtung entgehen können. Andererseits scheint die richtige Zeit der Ultramikroskopie für die Cytologie noch nicht gekom-

men zu sein, es ist vorher nötig, sich von viel mehr elementaren Tatsachen loszumachen.

Schon seit langer Zeit beschäftigt die Biologen die Frage, ob Bakterien Kerne besitzen oder nicht. Die Wichtigkeit dieser Frage geht schon daraus hervor, daß nach der positiven Beantwortung derselben bloß die *Cyanophyceen* von Organismen, bei welchen wir über die Existenz eines echten Zellkerns noch nichts Positives wissen, übrig blieben, so daß wir erheblich näher dem Satze: *omnis cellula cum nucleo* gerückt würden. Für die chemisch-physiologische Analyse des Zellenlebens wäre allerdings dies Sachverhältnis auch von einer gewissen Bedeutung, und allen denjenigen Forschern, die danach streben, eine künstliche Zelle einmal zu konstruieren, wäre warm zu empfehlen, wenigstens in die *Hubert Siebens* Mikrotechnik vorher einen kurzen Einblick zu machen.

Die Priorität der Entdeckung des Zellkernes bei Bakterien gebührt *Arthur Meyer* (1897). Er hat den Zellkern (oder besser gesagt eine Komponente desselben: vergl. *Prażmowski* 1913¹⁾) schon in vivo bei einem ziemlich großen Bodenbakterium *Bacillus asterosporus* ohne jedwelche Färbung usw. gesehen, und zwar in Stäbchen, welche sich zur Bildung von Endosporen anschickten (in sogenannten Sporangien). Später hat dieser Forscher auch einige einfache Färbemittel zum Nachweis des Zellkernes angewandt. Seine Befunde erweckten jedoch merkwürdigerweise nicht das Interesse, welches sie verdienen. Erst durch die überraschende Entdeckung *Vejdovskys* (1900), welcher Autor in Bakterien, die die Lymphe und das Fettgewebe eines Gammars aus dem Garschina-See bewohnen, nach der Anwendung üblicher Fixierungs- und Färbemethoden ein konstantes Vorkommen von Körperchen festgestellt hat, die nichts anderes als Kerne sein konnten, wurde ein größeres Interesse der Fachmänner für die Frage aufgewirbelt. Denn die Angaben *Vejdovskys* bezogen sich auf unzweifelhafte Kernorgane und nicht auf allerlei Körperchen von problematischer Bedeutung, welche im Bakterienkörper in Menge erscheinen und welche beinahe schon alle von verschiedenen Autoren für Kerne erklärt wurden und weil die Beweisführung bei sehr vielen Individuen gelungen ist. Es wurden jedoch Einwände dagegen erhoben (ob berechtigt mag dahingestellt werden), ob der *Bazillus Vejdovskys* nicht zu einer anderen Kategorie von pflanzlichen Organismen gehört. Weitere Arbeiten, die demselben Gegenstand gewidmet waren, haben nun sehr an dem Umstand gelitten, daß die Autoren derselben ihre Befunde einer minutiösen mikrochemischen Überprüfung zu unterwerfen widerstrebten, wodurch ja die Kernorgane von verschiedenen metaplasmatischen Produkten des Bakterienkörpers unterschieden

¹⁾ *A. Prażmowski*, Die Zellkerne der Bakterien. (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, 1913, 4. B.)

werden könnten. So blieb es *A. Meyer* und seiner Schule vorbehalten, genau die Mikrochemie der Bakterien, wenigstens was die gewöhnlichsten Stoffwechselprodukte anbelangt, durchzuforschen, insbesondere eine Reihe von Merkmalen festzustellen, durch welche die Bakterienkerne von dem sog. Volutin sich unterscheiden. Im Laufe der Zeit wurde die Reihe der Bakterien, bei welchen der Zellkern nachgewiesen worden ist, um *Bacillus amylobacter*, *Micrococccen*, *Sarcinen* (*Meyer, Mencl*), *Azotobacter* (*Mencl, Prażmowski 1912¹⁾*), *Bacillus tumescens*, *Bacterium nitrobacter*, *Streptococcus acidi lactici*, *Nitrosomonas europea* usw. (*Pražmowski 1913*) vermehrt. Es ist von Interesse, daß *Král* auf Photographien von *Azotobacter chroococcum*, die schon im Jahre 1905, also nicht lange nach der Entdeckung dieser Spezies von *Beijerinck* hergestellt wurden, distinkte Körperchen in Zellen des genannten Bakteriums abbildet, welche der Form, der Lage, Teilungsgeschichte usw. nach insbesondere bei der Projektion eine sehr große Ähnlichkeit mit echten Kernen zeigen. Es erübrigte noch den sehr erwünschten Beweis zu führen, daß man auch auf dem objektivsten Wege, durch die Photographie, und zwar noch während des Lebens des Bakteriumkörpers von der Existenz der Kerne bei Bakterien überzeugt werden kann. Eine solche Beweisführung konnte bloß ein Fachmann mit sehr großen Erfahrungen sowohl auf dem Gebiete der Photographie als der Mykologie wagen und wir verdanken sie *K. Kruis*²⁾.

Kruis hat schon vor 10 Jahren mit *Rayman* Strukturen der fixierten und mit einem Alizarinfarbstoff gefärbten Bakterien studiert. Diesmal hat er Bakterien nicht einmal vital gefärbt und als Beleuchtungsquelle das ultraviolette Licht angewandt. Er hat nämlich im Anschluß an *Köhler* konstatiert, daß bei dem Photographieren mit diesem Licht bei Infusorien schon in vivo die Kerne aus der übrigen, optisch leeren Plasmamasse als mächtige schwarze Flecke hervorspringen. Ähnliche Erfahrungen wurden auch an verschiedenen Teilungsstadien der Zellkerne von höheren Pflanzen gemacht. Es war sogar möglich, einige der feinsten Details dieser interessanten Geschichte in vivo zu photographieren und die Fig. 1³⁾ (nach *Sapjegin*) reproduziert lebende sporogene Zellen von dem Moose *Catharinea undulata*, deren Kerne die Chromatinfäden synaptisch an dem einen Pole der Zellwand angehäuft zeigen; an der anderen Seite liegt dem Zellkern eine mächtige Platte, der Chloroplast, an, in einer Zelle in Teilung

begriffen und überall von zahlreichen Öltropfen bedeckt. Der Gedanke war also naheliegend, daß mit Hilfe des ultravioletten Lichtes auch bei lebenden Bakterien die Kerne verdeutlicht werden könnten. Und diese Vermutung hat sich in einer überraschenden Weise bestätigt.

Das Köhlersche Verfahren hat der Autor seinem Zwecke angepaßt, auch hat er seine Erfahrungen bei der Auswahl geeigneter photographischer Platten ausgenützt. Der elektrische Strom von hoher Spannung (mindestens 10 000 Volt) wurde in Elektroden von Kadmium- oder Magnesiumprismen entladen, die Strahlen in ein Spektrum zerlegt. Mit Hilfe eines Fluoreszenzschirmes wurde im ultravioletten Teile des Spektrums die der Wellenlänge 0,275 μ entsprechende Kadmiumlinie ausgesucht. Die vorläufige Einstellung geschah mit Hilfe des Natriumlichtes. Weil der plasmatische Inhalt der Bakterien in

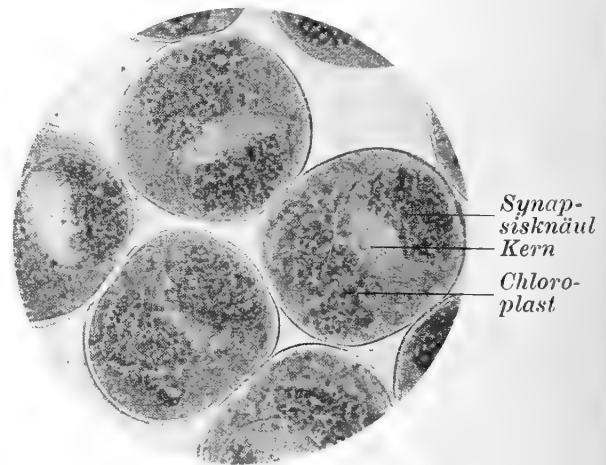


Fig. 1.

gewissen Entwicklungsstadien auch auf den Negativen, welche mit Hilfe des ultravioletten Lichtes hergestellt werden, kaum deutlich differenziert wird, wurden die Trockenplatten *Graphos-Gebhardt* angewandt, die die geringen Lichtintensitäten deutlicher, ausdrucksvoller machen. *Eders* Entwickler (oxalsaures Eisenoxydul). Alle Aufnahmen wurden mit dem Monochromat 1,7 mm, dem Quarzokular 7 und beim Kameraauszug 24,5 Zentimeter gemacht. Aus dem Negativ mit der Vergrößerung 1 : 1000 wurde ein Diapositiv mit der Vergrößerung 1 : 3000 hergestellt, und aus diesem eventuell erst das Negativ von derselben Vergrößerung 1 : 3000. Expositionsdauer 20 Sekunden. Sechs prachtvolle Tafeln sind der Publikation beigelegt. Sie zeigen Details, deren Hebung auch durch die entsprechende Anwendung des Reproduktionsverfahrens noch gesteigert werden konnte.

Zum Photographieren wurde das Schwefelbakterium *Beggiatoa* aus einer Rohkultur, dann das Eisenbakterium *Crenothrix* angewandt, sonst frische Reinkulturen von *Bacillus mycoides*,

¹⁾ *A. Prażmowski*, *Azotobacter*-Studien. (Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, 1912, 3. B. und 7. B.).

²⁾ *K. Kruis*, Mikrophotographie der Strukturen lebender Organismen, insbesondere der Bakterienkerne, mit ultraviolettem Licht. (Bulletin international de l'Académie des sciences de Bohême 1913.)

³⁾ Natürlich sind bei der Reproduktion der Photographien viele Details verloren gegangen; dem läßt sich aber nicht abhelfen.

megatherium, *Kützingium*, einem Bakterium, welches in Pappelknospen lebt, und endlich ein gewisser *Coccus*. Aus diesen Mikrophotographien ist wohl klar ersichtlich, daß man den Bakterien die Zellkerne nicht absprechen kann. Es ist interessant, daß die chromatinhaltige Kernmasse konstant in ein (auf der Photographie) dunkles, ziemlich großes Körperchen zusammengezogen erscheint, welches von einem hellen Hof (Kernsaftzone?) umgeben ist (Fig. 2. Distinkte Kernmembranen sind auf den Mikrophotographien von *Kruis* nicht zu sehen; stellen sie Artefakte in fixierten Präparaten vor oder sind sie in vivo von einer sehr feinen Konsistenz? Die Sache ist um so auffallender, weil auf einigen Figuren, so Fig. 2 links — *mycoides* — die Gruppen von Tochterchromosomen mit distinkten plasmatischen Brücken verbunden erscheinen und weil ringsum eine membranlose helle Zone sich zieht).



Fig. 2.

Es handelt sich hier sehr wahrscheinlich um das sog. *Karyosom* und auch *Meyers* Textfiguren Nr. 9 u. 10 (Die Zelle der Bakterien 1912) und auf der Tafel z. B. Nr. 7 u. 8 stellen vielleicht Karyosomen vor (wenn nicht *Meyers* Grundsubstanzen in den Sporenanlagen, wie ihm *Pražmowski* ausstellt, Abortivgebilde sind). In den Kruisschen Figuren ist auch die Kernteilung schön zu sehen: Das Karyosom richtet sich hantelförmig zu, die Tochterpartien werden mit einer schmalen Brücke verbunden, endlich kann man auch solche Stadien finden, wo die Chromatinpartien beiderseits mit einer Linie verbunden sind¹⁾.

Die außerordentlich schwierige Methodik hat leider dem Autor nicht ermöglicht, seine Studien systematisch zu erschöpfen. Wir besitzen dem-

¹⁾ *Mencl* zeichnet (1907) in mehreren Figuren im Äquator der sich teilenden Zellen einige Chromatinkörner: sind es kompliziertere Fälle der Kernteilungen, wie sie *Pražmowski* schildert, die jedoch von *Mencl* nicht gründlich genug eruiert worden sind?

nach keine sicheren Belege dafür, daß mehrkernige, nicht in Teilung begriffene Zellen („Oidien“) wirklich existieren. (Soweit man es mit Sicherheit beurteilen kann, daß die Bakterien *Kruis* sich nicht teilen, enthielten sie bloß je einen Kern.) Bei Kokken zeigten fast alle Zellen, welche sich in Teilungsstadien befanden, Zellkerne. Diese sind nach *Kruis* auch in jungen Sporen von *Bacillus megatherium* sichtbar, was

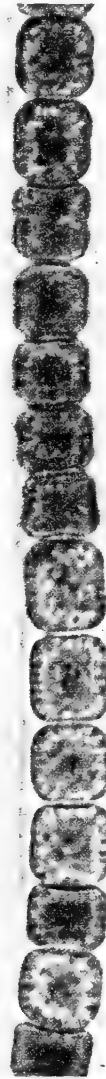


Fig. 3.

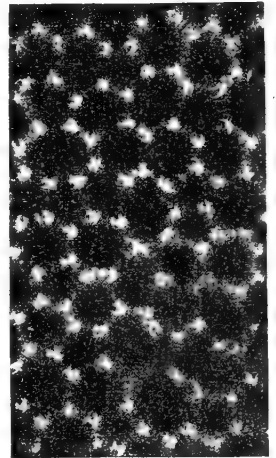


Fig. 4.

den Angaben *Pražmowski* zu widersprechen scheint, nach denen das Kernchromatin im Laufe der Zeit, wo die Spore differenziert wird, vollständig in dem Zellsaft gelöst wird und nur in „abortiven“ Sporen zurückbleibt; bei diesen wurde auch die doppelte Membrankultur konstatiert.

Einige Bakterien äußern eine komplizierte Struktur, welche nicht einmal mit ultravioletten Strahlen zu enträtseln gelang (so z. B. *Beggiatoa*). Dagegen traten bei *Crenothrix* schön intercellulare plasmatische Verbindungen (Plasmodesmen)

hervor, durch welche unser Bakterium sich einigen *Cyanophyceen* zu nähern scheint. Wenn man die Fig. 3, auf welcher *Crenothrix*, bei ultraviolettem Licht photographiert, reproduziert ist, mit der Fig. 4, wo die Plasmodesmen bei dem Lebermoose *Madotheca* nach Behandlung mit Jodjodkalium und bei der Beleuchtung mit gewöhnlicher Bogenlampe, Apochr. 0,95—4 mm photographiert zu sehen sind, vergleicht (diese Lebermoosgattung enthält in Blättern in Vakuolen der Zellen das Glykosid Saponarin — vgl. *Molisch* 1911 —, welches mit Jodlösungen tiefblau reagiert; dieser Umstand trägt wohl dazu bei, daß man auf diese Weise hier auch die Plasmodesmen ganz leicht sichtbar machen kann — vgl. *Peklo* 1913), so treten wohl die intercellularen Verbindungen, die aus mehreren Plasmafäden bestehen, auf beiden Figuren klar zutage.

Den *Proteus* hat der Autor vital mit Methylblau gefärbt und die Präparate mit 50 % Glycerin differenziert. Nach einer Zeit erschienen in ihnen konstant, in der Einzahl in jedem Bakterienindividuum, Körperchen, welche mit dem Lichte einer Bogenlampe photographiert wurden: es zeigte sich eine auffallende Ähnlichkeit mit den Strukturen von *Bacillus Gammari Vejdovskys*, was einen weiteren Beleg dafür bringt, daß dieser Organismus in der Tat zu den Bakterien gerechnet werden kann.

Die Kruissche Studie scheint jedoch nicht durch die Angaben erschöpft zu sein, die sie enthält. Eine auf Grund sehr frischer Bakterienkulturen hergestellte Aufnahme zeigt andere Strukturen, als welchen wir bei älteren, schon vielleicht teilweise ausgehungerten Individuen begegnen. Es variiert also die Struktur des Bakterienkörpers je nach dem Zustande der Ernährung und es kommen gewiß auch bestimmte Veränderungen in Zellkernen zustande, denn es wird sogar von einigen Autoren angegeben, daß in bestimmten Entwicklungsstadien die Kerne in Bakterien verschwinden. Für die Verfolgung solcher Veränderungen scheinen dem Referenten gerade die Kruisschen Methoden die geeignetsten zu sein. Wenn es noch gelingen wird, die Art der Manipulation ein wenig zu vereinfachen, dann werden wir in diesen Methoden eine unschätzbare Unterstützung bei dem Studium einer ganzen Reihe von Problemen aus der Biologie der Bakterien besitzen. Referent erinnert nur an die Beziehungen der Kernmasse zum Zerfall der Zellen des *Azotobacters* in „*Microazotobacters*“, eine Erscheinung, welche von neuem und neuem beschrieben wird (zum letzten Male 1913 von *James*), die aber in ihren Einzelheiten wahrscheinlich bloß durch die ultraviolette Mikrophotographie eruiert werden wird. Weiter fordern die höchst interessanten Angaben *Prażmowski's* über die „Kernzellen“ in kokkenartigen Vermehrungsstadien *Azotobacters* und in ihren Homologien bei anderen Bakterien zu einer tieferen Durcharbeitung auf. Und die physikalischen und

chemischen Erscheinungen, die in einer in Teilung begriffenen Zelle stattfinden; könnten gerade auf Bakterien, diesen unbedeutenden Körnern der lebenden Substanz, beleuchtet werden. Die im Organismenreiche isoliert dastehende Geschwindigkeit, mit welcher bei dem Wachstum und der Teilung der Bakterienzelle das Protoplasma und der Kern sich ändert (*Prażmowski* 1913, S. 111), wo fast vor den Augen des Beobachters die Nahrung aus dem Medium in die lebendige Substanz übergeführt wird, erinnert allzusehr z. B. an die katalytischen chemischen Reaktionen und zeigt deutlich, wie ausgezeichnete Objekte die Bakterien sind für das Studium der grundlegendsten Lebenserscheinungen.

Das Kugellager und seine Verbreitung im Maschinenbau.

Von Ingenieur Werner Ahrens, Winterthur.

(Schluß.)

Form der eigentlichen Kugellager; Wartung.

Das übliche Traglager ist in Fig. 1 abgebildet. Dort, wo Lager auf lange Transmissionen zu ziehen sind, wird ein sogen. Spannhülsenlager verwendet, das sich leicht über Wellen hinüberziehen und dann festspannen läßt.

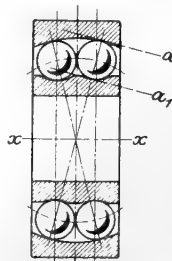


Fig. 12. Tragkugellager der Schwedischen Kugellagerfabrik S. K. F.

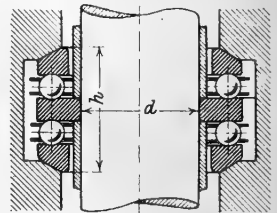


Fig. 13.

Ein seit neuerer Zeit außerordentlich verbreitetes Lager ist das in Fig. 12 dargestellte der Aktiebolaget Svenska Kullagerfabriken in Gothenburg, bei dem 2 Kugelreihen nebeneinander angeordnet sind, die eine gemeinsame Laufrille im Außenring haben. Das Charakteristische ist, daß der Mittelpunkt der gemeinsamen Laufrille in der Wellenachse liegt. Die Svenska-Lager haben den außerordentlichen Vorzug, daß die Einflüsse ungenauer Wellenmontage ausgeschieden werden, weil die Welle im Gehäuse geschwenkt werden kann, ohne Verklebungen hervorzurufen. Ein einfaches Stützlager, wie es nötig ist, wenn ein Wellendruck nur in der einen Achsrichtung auftritt, ist in Fig. 2 gezeigt. Der stillstehende Ring besitzt in der Regel eine sphärische Auflagefläche, weil sich mit Hilfe dieser Auflage das Lager bei ungenauer Montage richtig ein-

stellen kann. Wechselt der Stützdruck von einer Richtung nach der andern, so wird entweder das in Fig. 13 dargestellte Lager aus drei Ringen oder das in Fig. 13 a dargestellte, aus nur zwei Ringen bestehende, verwendet. Beim Druck in der Richtung *a* bewegt sich der linke Ring, während der rechte stillsteht, beim Druck in Richtung *b* ist es umgekehrt. Ein sog. kombiniertes Lager, das

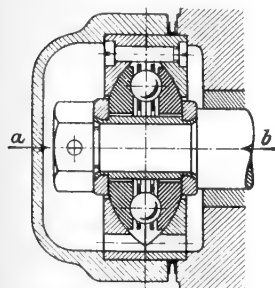


Fig. 13 a. Stützkugellager der Maschinenfabrik Rheinland, Düsseldorf.

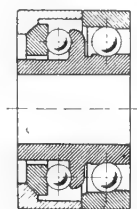


Fig. 14. Kugellager der Norma Co., Cannstatt.

gleichzeitig zur Aufnahme von Trag- und Stützdrucken dient, ist in Fig. 14 wiedergegeben.

Bei einrilligen Lagern mit Laufrillen ist es natürlich nicht ohne weiteres möglich, die Kugeln in die Lager hineinzubringen. Es werden nach Maßgabe der Fig. 4 Aussparungen im Außen- und Innenring vorgenommen, die aber nicht bis auf den Grund der Laufrillen gehen. Wegen der

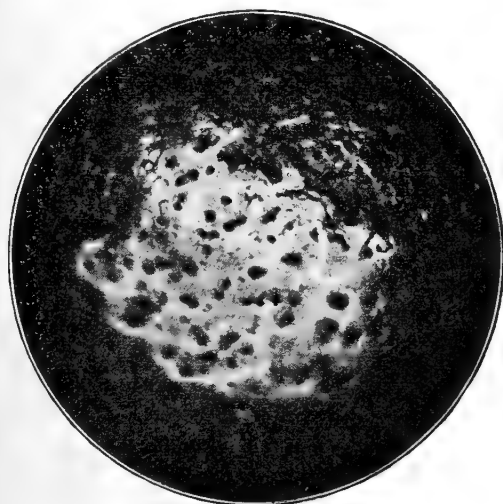


Fig. 14a. Durch Wasser zerstörte Kugel, 10fach vergrößert.

Elastizität der Ringe ist es möglich, die Kugeln mit Gewalt durch diese Aussparungen hindurchzutreiben.

Wie die Abbildungen erkennen lassen, wird das eigentliche, durch die Kugellagerfabriken hergestellte Laufringsystem, das aus den Ringen mit den Kugeln und dem Käfig besteht, in ein zumeist aus Gußeisen bestehendes Gehäuse

eingebaut. Der Käfig dient dazu, die Kugeln zu führen und zu verhindern, daß dieselben gegeneinander schleifen. Das gußeiserne Gehäuse ist vielfach ein unmittelbar mit dem Maschinengestell zusammenhängender Teil, den die Kugellagerfabriken zumeist nicht mitliefern.

Kugellager bedingen, wenn sie zuverlässig laufen sollen, eine sehr zuverlässige Behandlung. Das Schmiermaterial muß völlig säurefrei sein und nicht ranzig werden. Es muß ferner zuverlässige Abdichtung gegen Staub, Sand, Schmiergel, Wasser usw. vorhanden sein (s. Fig. 14 a). Die Montage muß hinreichend genau vorgenommen werden, um Verklebungen zu verhüten. Das Kugellager darf über die höchstzulässige Belastung nicht beansprucht werden, da



Fig. 15. Bruchbild einer gehärteten Kugel.

Überlastungen Zerstörungen in ganz kurzer Zeit hervorrufen können, weil sich die Kugeln in die Laufbahnen einwälzen. Der Schmiermaterialverbrauch von Kugellagern ist wegen der geringen Reibungswiderstände außerordentlich gering. Langsam laufende Wellen von Transmissionen oder Kranen usw. werden nur jährlich einmal geschmiert.

Herstellung. Es braucht kaum betont zu werden, daß nur sehr genau gearbeitete Kugellager hinreichend betriebssicher sind. Mit Rücksicht auf die verlangten Genauigkeitsgrade mußte sich die Kugellagerindustrie zunächst eine ganze Reihe von Spezialvorrichtungen für die Herstellung der Ringe und Kugeln schaffen. Die Ringe werden aus runden Stangen oder Rohren gefertigt, auf Drehbänken bearbeitet, gehärtet und nach dem Härten auf Genauigkeitsgrade von mindestens $\frac{1}{100}$ mm geschliffen. Die Kugeln preßt man aus zylindrischen Stücken, die durch Zerschneiden aus langen Rundstangeneisen erhalten werden.

Sie werden in ungehärtetem Zustand grob vorge-schliffen und nach dem Härten auf Genauigkeits-grade von $\frac{1}{1000}$ mm nachgeschliffen. Das Härten geschieht dadurch, daß die auf Dunkelrotglut ge-brachten Kugeln in temperiertes Wasser oder Öl geworfen und plötzlich abgekühlt werden. Da-durch wird die äußere Schicht wesentlich stärker gehärtet als der Kern, wie aus der Struktur der in Fig. 15 dargestellten Abbildung einer gewalt-sam zerbrochenen Kugel sehr gut ersichtlich ist. Das Zunehmen der Härte nach der Peripherie hin hat den Vorzug, daß die Kugel an den Lauf-

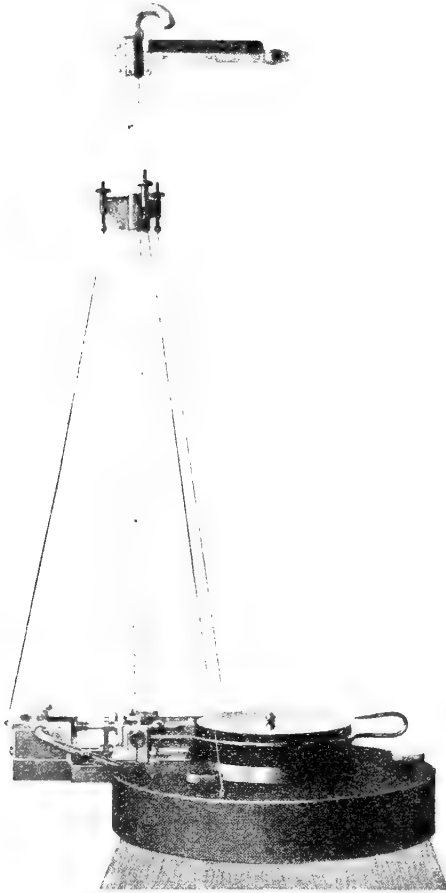


Fig. 16. Kugel-Sprungapparat der Deutschen Waffen- und Munitionsfabriken.

flächen den hohen Ansprüchen in bezug auf Druckbelastung und Verschleiß genügt, während die geringere Sprödigkeit nach dem Kern zu die Gefahr des Zerplatzens der Kugeln vermindert. Durch originell eingerichtete Sortiervorrichtungen ist es möglich, auf rein maschinellm Wege eine sehr zuverlässige Sortierung sowohl auf die Größe, wie auf die Rundung der Kugeln vorzu-nehmen. Die Kugeln rollen nämlich auf einer aus zwei geneigten Linealen bestehenden Bahn herunter und da die Lineale nicht genau parallel sind, fallen sie je nach ihrer Größe früher oder später durch dieselben hindurch in einen der

verschiedenen, unter den Linealen angebrachten Behälter. Nur wenn eine Kugel mehrfach die Lineale passierte und stets in denselben Behälter gefallen ist, also jedesmal den gleichen Durch-messer bekundet hat, wird sie als hinreichend genau angesehen. Etwa beim Härten entstan-dene Risse lassen sich dadurch feststellen, daß die Kugeln auf einen gehärteten, geschliffenen und polierten Stahlblock fallen, und durch die Höhe des Rücksprunges bzw. die Sprungdauer einen Maßstab für ihre Güte geben, da fehlerfreie Kugeln auf eine größere Höhe zurückschnellen als mit Rissen behaftete. Die bei diesen Proben zu beobachtende Elastizität ist erstaunlich. Der in Fig. 16 dargestellte Kugelsprungapparat be-steht aus der unteren Sprungplatte, aus gehär-tetem Stahl, dem Steuermechanismus und der senkrechten Glasröhre mit der Ablaufrinne. Die Kugeln werden durch in einem Kompressor er-zeuigte Preßluft durch die Röhre hochbefördert. Die Steuerung der Preßluft, die auch dazu dient, die Kugel, nachdem sie zur Ruhe gekommen ist, in die Einlauf Rinne zu blasen, erfolgt automatisch



Fig. 17. Toleranzrachenlehre.

durch Schieber. Ein solcher Apparat, der den Rücksprung der Kugeln demonstriert, erregte anlässlich einer Automobilausstellung in Berlin berechtigtes Interesse, weil die einmal auf die Platte geworfenen Ku-geln durch eine unsichtbare Kraft unaufhörlich auf- und niedereilen zu müssen schienen. „Ein hübsches Spielzeug für große Kinder, wenn sie gut gefrühstückt haben“, meinte der Kaiser, als er geraume Zeit dem Auf- und Niederspringen zugeschaut hatte.

Dadurch, daß die auf einer als Zählbrett ausgebildeten Spiegelscheibe liegenden hoch-glänzenden Kugeln durch einen Dampfstrahl mit einem feinen Hauch überzogen werden, lassen sich weiche Stellen oder Härterisse, weil sie sich als Äderchen abzeichnen, leicht fest-stellen. Für die Prüfung auf Maßhaltigkeit die-nen verschiedene zum Teil ebenfalls sehr zweck-entsprechende Instrumente. Die in Fig. 17 dar-gestellte sog. Toleranzrachenlehre ermöglicht fast unabhängig von der Intelligenz der Arbeiter eine Prüfung auf sehr weitgehende Genauigkeitsgrade. Der rechte Rachen ist um $\frac{1}{100}$ mm größer, der linke um $\frac{5}{1000}$ mm kleiner als der Durchmesser des zu messenden Körpers. Die abgebildete Lehre

hat also 60,01 bzw. 59,995 mm Rachenöffnung. Wenn sich der rechte Rachen über den zu messenden Ring hinüber, der linke dagegen nicht hinüberschieben läßt, wird der Körper als maßhaltig angesehen. Fig. 18 zeigt das Minimeter der Fortuna-Werke, Cannstatt, das für die verschiedensten Zwecke in Spezialausführungen hergestellt wird. Das abgebildete Instrument wird beispielsweise zum Messen der Ringbohrungen benutzt. Das Prinzip beruht darauf, daß der am oberen Ende herausragende Stift beweglich angeordnet ist und mittels einer großen Hebel-

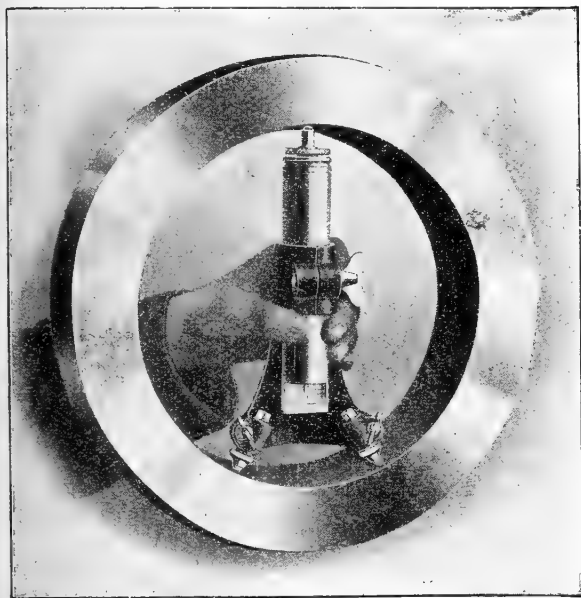


Fig. 18. Minimeter der Fortuna-Werke Alb. Hirth, Cannstatt.

übersetzung (zumeist 1:100) den am unteren Ende über einer Skala schwingenden Zeiger betätigt.

Rollenlager. Im Zusammenhang mit den Kugellagern sei kurz des Rollenlagers gedacht, bei dem an Stelle der Kugeln zylindrische Rollen verwendet werden und das für manche Gebiete mit dem Kugellager in Konkurrenz steht. Es scheint naheliegend zu sein, daß das Rollenlager, weil die Rollen größere Auflageflächen haben und deswegen tragfähiger sein müssen, gegenüber dem Kugellager bedeutende Vorzüge besitzt. Tatsächlich ist jedoch sehr schwer zu erreichen, daß alle Rollen gleichmäßig tragen und daß jede Rolle wirklich gleichmäßig belastet wird. Ferner besteht bei größeren Umlaufzahlen die Gefahr, daß die Rollen sich verklemmen. Aus diesem Grunde kommen Rollenlager nur für bestimmte Gebiete, insbesondere dort, wo die Gefahr des Verklemmens nicht so sehr groß ist, wo es sich um nicht allzu große Umlaufzahlen handelt, zur Anwendung. Immerhin werden sie für die Radlagerungen von Automobi-

len und Gleisfahrzeugen, zum Teil auch für die schweren, senkrecht angeordneten Wellen der Wasserturbinen und für manche anderen Maschinen verwendet.

Zuschriften an die Herausgeber.

Der Temperatureinfluß auf die Röntgenstrahlinterferenzen beim Diamant.

Von M. v. Laue und J. Steph. van der Lingen.

Mit der gleichen Versuchsanordnung wie früher haben wir zwei durch Oktaederflächen begrenzte Diamantplatten senkrecht zu diesen Flächen gleichzeitig mit derselben Röhre durchstrahlt; die eine war auf Zimmertemperatur, die andere auf 320 °C. Sonst waren die Umstände bei beiden möglichst identisch gewählt; nur war es uns nicht möglich, zwei gleichdicke Diamantplatten zu finden. Der erwärmte Diamant war etwa nur halb so dick wie der auf Zimmertemperatur befindliche. Doch war der letztere ein Zwilling und lieferte infolgedessen im Interferenzbild zwei übereinstimmende, aber um 180° gegeneinander gedrehte Figuren, und zwar beide mit gleicher Intensität. Da somit auf jeden Teil dieses Kristalles nur etwa die Hälfte von dessen Volumen kommt, dürfte der Einfluß der größeren Dicke ziemlich aufgehoben sein. Nach 40-stündiger Belichtung bei möglichst gleicher Entwicklung ergab der Vergleich der Interferenzbilder eine erhebliche Schwächung aller Punkte bei der höheren Temperatur. Da bei der Erwärmung von Zimmertemperatur auf 320° dem Diamanten nur etwa $\frac{1}{5}$ der Energie zugeführt wird, welche er in Gestalt der Nullpunktsenergie haben müßte, wenn es eine solche gäbe, so spricht dies Ergebnis unseres Erachtens sehr gegen die Existenz der Nullpunktsenergie.

Besonders auffällig ist, daß bei Zimmertemperatur der Interferenzpunkt 3, —1, —1 stärker ist als der Punkt 3, —3, 1, während bei der höheren Temperatur beide merklich die gleiche Intensität haben. Da der erstere Punkt als Grundwellenlänge $\lambda = 3,7 \cdot 10^{-9}$, der letztere $\lambda = 2,1 \cdot 10^{-9}$ cm hat, so scheint demnach bei der größeren Wellenlänge die Temperaturerhöhung einen stärkeren Einfluß auszuüben, als bei der kürzeren, was der bisherigen Theorie, gleichviel in welcher Form¹⁾, widerspräche.

Die Strahlung nach hinten (unter stumpfem Winkel gegen den einfallenden Strahl) konnte leider nicht untersucht werden, da sie bei beiden Diamanten von den Asbestplatten völlig absorbiert war, welche bei dem erwärmten Kristall zur Wärmeisolation, bei den anderen zum Ausgleich der Absorption in den Strahlengang eingeschaltet waren.

Bemerkung

zu dem Artikel von Dr. Wilh. R. Eckardt „Über Grundlagen und Theorien der Paläoklimatologie“ in Nr. 9 dieser Zeitschrift.

Zu den interessanten Betrachtungen des Herrn Eckardt möchte ich mir im folgenden eine kleine Ergänzung gestatten.

¹⁾ P. Debye, Verhandl. der D. Phys. Ges. 15, 738, 1913; Ann. d. Phys. 43, 49, 1914.

Ich glaube, daß man das erste Auftreten warmblütiger Tiere auf Erden zu Schlußfolgerungen betreffend die Gestaltung des Klimas der Erde zur damaligen Zeit verwerten kann.

Es ist mir nicht erinnerlich, irgendwo bisher eine Theorie über die Entstehung der Warmblüter gelesen oder gehört zu haben; die Lehrbücher der Physiologie und der Zoologie verzeichnen und beschreiben einfach die Tatsache, daß zwei Gruppen des Tierreiches Warmblüter sind, ohne weiter danach zu fragen, auf welche Weise sie diese von allen anderen Tiergruppen sondernde Eigenschaft erworben haben. Die Warmblütigkeit muß von irgendwelchem Vorteil für diese Geschöpfe sein, wenn anders wir nach den Grundsätzen der Abstammungslehre schließen wollen. Zur bloßen Erhaltung des Lebens ist sie, wie man ohne weiteres sieht, nicht notwendig; sie kann daher ihren Wert nur für das Leben unter bestimmten Bedingungen haben. Die wahre entwicklungsgeschichtliche Bedeutung der Warmblütigkeit ergibt sich meines Erachtens, wenn man daran denkt, daß die Warmblüter zugleich „homiotherm“ sind, d. h. die Fähigkeit haben, ihre Körpertemperatur unabhängig von der Temperatur der Umgebung konstant zu erhalten. Die Warmblüter sind unabhängig von der Außentemperatur, demnach auch unabhängig von der Abkühlung der Außenwelt; sie sind daher viel besser als die übrigen Tiere geeignet, den Unbilden der Witterung, insbesondere des Winters, Trotz zu bieten.

Ein solche Unabhängigkeit eines Tieres von winterlicher Abkühlung hat natürlich nur dann entscheidenden Wert für das Tier, wenn es einen Winter gibt. Tatsächlich sehen wir bei uns, wenn Schnee die Felder bedeckt und die Lufttemperatur unter Null gesunken ist, vom Tierreiche nur noch Warmblüter; kein Kaltblüter, kein Insekt wagt sich hervor; sie schlafen alle in der Verborgenheit; aber warmblütige Vögel durchkreisen unberührt von der Kälte die Luft und im Schnee finden wir allenthalben die Fußspuren von Säugetieren. Der Winter erweist die Überlegenheit des homiothermen Tieres. Zur Ausbildung solcher Tiere konnte es auf Erden erst dann kommen, als der damit erreichte Vorteil groß genug war, um diese besondere Eigenschaft für die Erhaltung der Gattung wirklich wertvoll, wirklich entscheidend zu machen, also als die Temperatur der Erdoberfläche nicht mehr gleichmäßig warm war, sondern starken Schwankungen von längerer Zeitdauer unterlag. Die dabei auftretende Abkühlung mußte so groß werden, daß der Kaltblüter träge, schlafsuchtig wurde, während ein von der Außenkälte nicht beeinflusstes Tier seine Lebensenergie beibehalten und betätigen konnte. Im gleichmäßig warmen Klima ist der Warmblüter dem Kaltblüter im allgemeinen wesentlich durch seine höhere Intelligenz und die ausgezeichnete Brutpflege überlegen, also durch Eigenschaften, die sich auch bei Insekten finden und demnach mit der Warmblütigkeit an sich nichts zu tun haben; in der Winterkälte hat der Warmblüter — abgesehen von Schmarotzern — überhaupt keinen Feind aus der niederen Tierwelt.

Gegen diese Ableitung der Eigenschaft der Warmblütigkeit aus der Anpassung an winterliche Kälte könnte man vielleicht einwenden, daß tatsächlich sehr viele Warmblüter Tropenbewohner sind und Kälte schlecht oder gar nicht vertragen, und daß andererseits einige Warmblüter der Winterkälte sich dadurch entziehen, daß sie im Winter schlafen und während dieser Zeit wechselwarm werden; beides sind jedoch

lediglich sekundäre Anpassungen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Wenn wir demnach schließen können, daß Warmblüter bzw. homiotherme Tiere erst dann entstehen konnten, als irgendwo auf Erden Verhältnisse herrschten, unter denen die Homiothermie von entscheidendem Nutzen wurde, so können wir umgekehrt schließen, daß das erste Auftreten warmblütiger Tiere auf Erden für die betreffende Schicht beweist, daß damals und an dieser Stelle der Erde starke jahreszeitliche Temperaturschwankungen mit ausgesprochener winterlicher Abkühlung zustande kommen mußten.

Die ersten Säuger treten, so viel ich weiß, im Keuper, also gegen Ende der Triasperiode auf, die ältesten Vögel etwas später, in der Juraformation; jedenfalls erscheinen beide Gruppen der Warmblüter bereits im sogenannten sekundären Zeitalter der Erdgeschichte und beweisen damit, ganz unabhängig von allen glacialen mineralischen Resten, daß bereits damals irgendwo auf Erden starke jahreszeitliche Schwankungen der Luftwärme aufgetreten sein müssen. Geologen und Paläontologen wird es leicht sein, alles dies schärfer zu präzisieren; mir kommt es nur darauf an, diese Vorstellung zur Diskussion zu stellen; ihre Ausführung will ich Berufeneren überlassen.

Zur Entstehung der Warmblüter war es nicht notwendig, daß gerade ein sehr großes Gebiet der Erde „wechselwarm“ geworden war; es genügte dazu ein verhältnismäßig kleiner Bezirk, wenn nur die Abkühlung ausreichte, um die neue Eigenschaft wertvoll zu machen. Dieses Gebiet brauchte auch nicht notwendigerweise an einem der Pole zu liegen; eine ausgedehnte Hochebene, wie jetzt die Innerasiens, würde die erforderlichen Bedingungen ebenfalls dargeboten haben. Waren einmal in einem solchen auch nur beschränkten Gebiete Warmblüter überhaupt entstanden, so konnten sie sich leicht über die ganze Erde verbreiten, da sie im gleichmäßig temperierten Klima den anderen Tieren gegenüber nicht ungünstiger gestellt sind und in ihrer vortrefflichen Brutpflege und in ihrer Intelligenz nur in einer Anzahl Insekten Konkurrenten haben.

Das Vorhandensein von Warmblütern beweist daher nur für die Zeit ihres ersten Auftretens etwas für die Paläoklimatologie; dieses ihr erstes Auftreten erscheint mir aber dafür verwertbar und berücksichtigungswert, es ist ein biologisches Beweismittel für das Klima einer bestimmten Erdperiode.

Berlin, den 12. März 1914.

Dr. Benno Lewy.

Besprechungen.

Rádl, Em., *Geschichte der biologischen Theorien in der Neuzeit*. I. Teil. Zweite gänzlich umgearbeitete Auflage. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1913. 8°. XIV, 352 S. Preis M. 9.—.

Nachdem Rádl erst im vorigen Jahre durch seine „Neue Lehre vom zentralen Nervensystem“ der Wissenschaft eine wertvolle Anregung gab, liegt nun bereits ein neues großes Werk aus seiner Feder vor. Denn als ein neues Werk muß diese zweite Auflage des ersten Bandes der „Geschichte der biologischen Theorien“ in der Tat bezeichnet werden. Während die erste Auflage ein zwar bedeutsamer, aber doch noch unvollkommener Versuch war, die eigenartige Geschichtsphilosophie des Verfassers zu begründen, erhebt sich diese zweite Auflage zu jener Höhe, auf der der zweite Teil des Werkes bereits in seiner ersten Auflage stand.

Man hat es in *Rädls* Buch nicht etwa mit einer Kompilation zu tun, auch nicht mit einer solchen der besten Art, sondern mit der Leistung einer genialen Persönlichkeit, in deren Hand der gegebene Stoff sich zu einem bewunderungswürdigen Ganzen gestaltet. Kaum eine Seite des Werkes wird man lesen, ohne auf neue geistvolle Gedanken, auf originelle anregende Ideen zu stoßen, die entweder zum Beifall oder zum Widerspruch herausfordern.

Der Grundgedanke, der das Werk beherrscht, ist der, daß der Geschichtsschreiber eine Reihe von verschiedenen Weltanschauungen in der Vergangenheit der Biologie unterscheiden muß, von denen jede ihren besonderen Inhalt, ihre eigenen Ziele, Wahrheiten und Werturteile besitzt, daß die Geschichte der Biologie in einer Abwechslung von verschiedenen Systemen besteht, von denen jedes die Berechtigung in sich selbst enthält, daß die Naturforschung eine menschliche Angelegenheit, die Geschichte der Wissenschaft eine Geschichte der menschlichen Schicksale darstellt, und daß die wissenschaftlichen Irrtümer sich nicht auseinander entwickeln, abgelöst von den Sorgen und Freuden des täglichen Lebens, sondern an konkrete Subjekte gebunden sind, deren individuelle Färbung sie tragen. Daß die Naturforscher der vergangenen Jahrhunderte lebendige Menschen gewesen sind, daß ihre Probleme neben den modernen noch ungelöst fortbestehen, daß wir uns nicht am Ende der wissenschaftlichen Entwicklung, sondern in einem Urwald von Ideen, von denen jede für sich lebt, befinden, und daß auch die Geschichte der Biologie als eine selbständige wissenschaftliche Kategorie auf direkter Erfahrung erbaut werden muß, dies nachzuweisen ist das Ziel, das sich Verfasser in seiner Schrift gesteckt hat. Bei der Darstellung läßt er sich von dem Gedanken leiten, daß die historische Kontinuität der wissenschaftlichen Lehren sich aus zwei Elementarfaktoren aufbaut: aus einer inneren Anlage, die der Mensch aus seinem Wesen entwickelt, und aus der Tradition, die allen Hindernissen zum Spott als eine Art Ansteckung fort und fort von einer Generation auf die andere übertragen wird.

Mit dem „Vermächtnis des Altertums und des Mittelalters“, der gedrängten Darstellung der Hauptvertreter der klassischen Biologie (Hippokrates, Plato, Aristoteles, Plinius, Galen) und einer kurzen Charakteristik der Scholastik sowie der Laienwissenschaft des ausgehenden Mittelalters beginnt das Werk. Dann folgt ein umfangreiches Kapitel über die Renaissancewissenschaft, die in der ersten Auflage überhaupt noch nicht behandelt worden war. Die Fragen, die zur Renaissancezeit die Köpfe der Forscher beschäftigten, werden an der ausführlichen Analyse des *Paracelsus* dem Verständnis näher gebracht. Verfasser entwirft ein farbenprächtiges Bild von dem wildbewegten Leben *Hohenheims* und stellt dann dessen Lehre übersichtlich dar, um mit einer allgemeinen Charakteristik des ungewöhnlichen Mannes zu schließen. *Paracelsus* war ein biologischer Philosoph, dessen Philosophie in seinem Leben und Wirken lag, im Wirken durch Wort und Tat. Aus jeder seiner Schriften spricht die Natur selbst zu uns, eine wilde und ungezügelter, aber auch eine mächtige und lebendige Natur. Er war eine jener welthistorischen Persönlichkeiten, in denen sich von Zeit zu Zeit der fortwährende Kampf zwischen der Tradition und dem lebendigen Wissen verkörperte. Wer wirklich zu erkennen strebt, aus welchen dunklen Tiefen die Liebe zum Wissen hervorwächst, der wird jederzeit zu *Paracelsus* als zu dem wunderbarsten Beispiel eines Forschers von Gottes Gnaden aufblicken.

Zwei Abschnitte über *Vesal* und *Leonardo* vervollständigen das Bild, das Verfasser von der Renaissancewissenschaft entwirft. Beide Männer verwarfen die Scholastik als Philosophie und erhoben eine Art philosophischer Wissenschaft auf den Schild, während *Paracelsus* die Schulphilosophie durch eine praktische Weltanschauung zu ersetzen versuchte. *Vesal* ist nur mit Vorbehalt als der „Begründer der Anatomie“ zu nennen, er war Begründer der medizinischen, der deskriptiven Anatomie, der Anatomie als eines Vorstudiums für den ärztlichen Beruf, aber kein Begründer der Anatomie als einer selbständigen Wissenschaft. Deshalb ist auch seine Bedeutung in der Geschichte der Biologie weniger groß als sie geschildert wird. *Leonardo* ist auch als Biologe ein genialer Forscher, doch gehen seine biologischen Beobachtungen nirgends über das bloß Richtige hinaus. Er weiß die Dinge richtig zu sehen, nirgends fühlt man aber, daß er ahnend den Spuren einer tiefen Wahrheit folgte. Er hat als Biologe keine Hypothesen aufgestellt, kein System erbaut, seine Schriften zeigen auch keine Vorarbeiten zu einer geistigen Bewältigung der organischen Natur.

Gegen das Ende des 16. und in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts setzte im Anschluß an die Wiederbelebung des *Aristoteles* eine rege biologische Forschung ein. Ihre Hauptvertreter waren *Caesalpin*, *Harvey*, *Glisson* und die Enzyklopädisten, unter denen *Gesner* und *Aldrovandi* hervorrangen. Diesen „neuen Aristotelikern“ ist das dritte Kapitel des *Rädlschen* Werkes gewidmet. *Caesalpin* ist der erste Botaniker der Neuzeit, der das Pflanzensystem auf wissenschaftlichen Grundlagen erbaut hat; *Harvey*, in dem der wiedererweckte Aristotelismus seinen Höhepunkt erreichte, unterscheidet sich von *Vesal* und *Leonardo* durch seinen allgemeinen biologischen Standpunkt; *Glisson*, bei dem die Möglichkeit einer vergleichenden Anatomie wenigstens gestreift wird, ist mehr für die Physiologie als für die Morphologie von Bedeutung.

Das vierte Kapitel des Buches beschäftigt sich mit der „Begründung der neuen wissenschaftlichen Methode“. Es schildert den Untergang der biologischen Weltanschauung, der durch den Sieg des Mechanismus über den Vitalismus herbeigeführt wurde. *Galileis* Lebenskampf hat sich zu einem Ringen um die Anerkennung der mechanischen Weltanschauung und zu einem Vernichtungskampf gegen die Biologie gestaltet, und auch die Erfahrungsphilosophie *Bacon's* sowie die Maschinentheorie des Lebens von *Descartes* waren geeignet, das Verständnis der Zeitgenossen für das Wesen der Biologie zu hemmen. Zu konsequenten Mechanisten, zu den Anhängern *Galileis* und *Descartes* gehören unter den Biologen des 17. Jahrhunderts *Borelli* und *Willis* nebst den wenig bedeutenden Iatromechanikern.

Verfasser wendet sich sodann im fünften Kapitel zu der „Epigonenwissenschaft des 17. Jahrhunderts“, deren Ideale, je weiter sie sich von ihrer Quelle, von *Descartes* und *Harvey* entfernte, desto flacher wurden. *Redi*, *Malpighi*, *Swammerdam*, *Réaumur*, *Rösel v. Rosenhof* und *Spallanzani* bezeichnen den je weiter desto mehr sinkenden Wellenschlag dieser Forschungsrichtung.

Im sechsten Kapitel wird die Nachwirkung *Hohenheims* geschildert, namentlich die pessimistische, negativistische Umdeutung der paracelsistischen Ideale durch *van Helmont*. Dessen Schriften enthalten lauter biologische (physiologisch-chemische) Betrachtungen; über einzelne Tiere und Pflanzen äußert er sich aber kaum. Die Biologie als selbständige Wissenschaft ist ihm

unbekannt geblieben. Er bildet ein Bindeglied zwischen *Paracelsus* und den Vitalisten; namentlich schließt *Stahl* an ihn an, dessen und *Bichats* Lehren im folgenden Kapitel abgehandelt werden.

Die Entomologen-Biologie des 17. Jahrhunderts, die auf ihre Exaktheit ungemein stolz war, aber um keinen einzigen Gedanken die Wissenschaft vom Leben zu bereichern vermocht hatte, lebte ruhig bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts weiter. Nur Schritt für Schritt befreien sich die Forscher aus dem Sumpfe der überwundenen Epoche; von *Leibniz* zu *Bonnet* und zu *Linné* ist aber ein stetiger Fortschritt bemerkbar, der in *Buffon* und in den Denkern aus dem Ausgang des 18. Jahrhunderts seinen Höhepunkt erreicht. Die Grundlagen für die Emanzipation der Biologie von der Medizin, für die Differenziation einzelner Gebiete der Biologie, so der Systematik, der Morphologie, der Embryologie werden gelegt; die Paläontologie und die Geographie der Tiere werden wenigstens als Wissenschaften der Zukunft gehant. Die Ideen, an deren Ausbau das 19. Jahrhundert arbeiten sollte, werden zu dieser Zeit zum ersten Male formuliert.

Dieser Aufschwung der biologischen Wissenschaft ist Gegenstand der fünf letzten Kapitel des Rádl'schen Buches. Und zwar werden im achten Kapitel *Leibniz*, *Bonnet* und *Haller*, im neunten die Epigenetiker, besonders *Caspar Friedrich Wolff*, im zehnten *Linné*, im elften *Buffon* und die intellektuellen Bestrebungen seiner Zeitgenossen und im zwölften die französische Morphologie mit besonderer Berücksichtigung *Cuviers* und *Geoffroy St.-Hilaires* behandelt.

In der Leibniz'schen Philosophie meldet sich — zunächst nur schüchtern — die Erkenntnis zum Wort, daß die Biologie des 17. Jahrhunderts auf falsche Wege geraten ist. In Leibniz's Lehre vom Stufengang der Wesen und von der einheitlichen Form der Tiere kommen die ersten Vorstufen zum vergleichenden Studium der Organismen zutage. Seine Ideen kann man noch aus den Lehren der deutschen Naturphilosophie heraus hören, und auch zum Aufblühen der phylogenetischen Theorien hat *Leibniz* beigetragen. Einen halb bewußten Versuch, die Gebiete der Anatomie und der Physiologie innerhalb der Biologie zu unterscheiden, hat der vielseitige *Haller* unternommen, dessen Bedeutung in dem Systematisieren der biologischen Wissenschaft liegt. In der Einführung des Artbegriffes in die Biologie besteht *Linné's* unsterbliches Verdienst. *Buffon's* Werk bedeutet einen Todesstoß für den biologischen Kartesianismus und den Anfang einer neuen Epoche für die Lehre vom Leben. Er steht an der Spitze der Neuerer, und an seine Schriften haben die Begründer der Wissenschaft des 19. Jahrhunderts angeknüpft. Vor *Buffon* verstand man unter Naturwissenschaft vorzüglich Mathematik und Physik; noch *Kant* war in dem Wahn befangen, daß in jeder besonderen Naturlehre nur so viele eigentliche Wissenschaft angetroffen werden könne, als darin Mathematik anzutreffen ist. Mit *Buffon* angefangen brach man mit dieser Hintanstellung der Biologie; sie wurde zwar nicht auf den Thron erhoben, von dem sie im Altertum und im Mittelalter alle übrigen Wissenschaften beherrscht hatte, aber immerhin von nun an je weiter desto mehr als ein mit der Physik und der Mathematik gleichberechtigtes Glied betrachtet. *Buffon* war kein Arzt mehr, sondern Biologe, und seine Nachfolger *Cuvier*, *Geoffroy* und *Lamarck* waren nicht einmal Physiker oder Mathematiker.

In dieser geistvollen, wahrhaft philosophischen Weise behandelt Verfasser seinen Stoff. An zwei Beispielen sei zum Schluß noch gezeigt, wie *Rádl* es versteht, oft in einem einzigen Satz ein ganzes Programm für die künftige Forschung zu entwerfen. Der Abschnitt „Der Arzt und die Krankheit“ in dem Kapitel über *Paracelsus* klingt in der Frage aus: „Wie ist also die Formel zu finden, welche den paracelsischen absoluten Vitalismus mit dem modernen absoluten Mechanismus versöhnen könnte?“ Und der Abschnitt über den Begriff der Art bei *Linné* schließt mit den Worten: „*Linné* hat die Wahrheit ausgesprochen, daß Arten existieren; als ein Kind seines Zeitalters konnte er sich die Existenz nicht anders als ein seit Erschaffung der Welt unveränderliches Dasein vorstellen; das 19. Jahrhundert wird zu beweisen suchen, daß sich die Arten allmählich entwickelt haben, und wird wiederum die These zu der Behauptung erweitern, daß die Arten als reale Wesen überhaupt nicht existieren: der Zukunft bleibt der Weg zur Erkenntnis offen, daß die Arten real und doch in der Zeit entstanden sein können.“ *Rádl* hat damit nach meiner Ansicht den Kern dessen erfaßt und klar herausgeschält, was der theoretischen Biologie der Zukunft das Gepräge aufdrücken wird.

Walther May, Karlsruhe.

Uexküll, Jakob von, Bausteine zu einer biologischen Weltanschauung. Gesammelte Aufsätze, herausgegeben und eingeleitet von *J. Groß*. München, J. Bruckmann A.-G., 1913. 298 S. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,50.

Die Aufsätze, die *Uexküll* hier in einem Buch hat sammeln lassen, wurden meist in literarischen Zeitschriften mit einem biologisch ziemlich unerfahrenen Leserkreis veröffentlicht. Sie stellen die allgemeinen Anschauungen des als Forscher schätzenswerten Verfassers dar und sind recht gewandt abgefaßt. Freilich enthalten sie bei den vom Autor gern gefundenen Gelegenheiten zu polemischen Bemerkungen gegen ältere Richtungen der Biologie viele persönlich wirkende Schärfen, die gerügt werden müssen. Auch der Vorredner, der die gesammelten Feuilletons mit einer Einleitung versehen hat, drückt sich einige Male nicht gerade geschmackvoll aus.

„Keine Wissenschaft wird heute häufiger genannt als die Biologie, und keine Wissenschaft hat mehr unter der allgemeinen Begriffsverwirrung zu leiden, als gerade sie.“ Dieser zur Banalität gewordenen Wahrheit verschließt sich heute wohl kein denkender Forscher mehr. Infolge des Mangels großer, vieles umfassender und beherrschender Ideen hat sich die Forschung der Mannigfaltigkeit der Objekte folgend in die Breite wenig vertieften Spezialistentums treiben lassen. Auf Teilgebieten liegen bereits Versuche vor, diesem unbefriedigenden Zustand ein Ende zu machen. So bemühte sich *Em. Rádl* die Morphologie wieder zu einer selbständigen Wissenschaft zu erheben, indem er auf ältere Traditionen zurückgriff und sie idealistisch zu begründen versuchte (siehe diese Zeitschrift Bd. 1, S. 220). Was *Uexküll* bietet, kann als eine Art idealistischer Physiologie gelten, wenn er auch selbst diesen Ausdruck nicht gebraucht, sondern von „subjektiver Biologie“ spricht. Er hebt nachdrücklich genug hervor, auf eigenen Wegen zu seiner Auffassung gelangt zu sein. Daß er sich in der Gefolgschaft *Kants* befindet, wird nicht unbestritten bleiben. Für *Driesch* zeigt er viel Sympathie, ohne ihm übrigens an Bedeutung und Umfang des Geleisteten ent-

fernt gleichzukommen. Das übertriebene Vertrauen zu manchen Experimentalergebnissen *Drieschs*, z. B. über das Protoplasma des Eies und die Formbildung, S. 169, dürfte nach der auf neuere eigene Versuche gegründeten Ansicht des Referenten einigermaßen getäuscht werden.

„Der Organismus unterscheidet sich darin von allen anorganischen Gebilden, daß er einen Funktionsplan besitzt, d. h. alle einzelnen Teile in ihm sind so angeordnet, daß ihre Leistungen planmäßig ineinander greifen und dadurch die Gesamtleistung des Organismus ermöglichen.“ Einsicht in diesen Plan zu gewinnen, gilt als letzte Aufgabe der Physiologie. Dieses Kardinalbeispiel kann als charakteristisch für die Denkweise *Uexkülls* gelten, da wir uns hier doch das Eingehen auf Einzelheiten versagen müssen. Es bedeutet für ihn zugleich die radikale Ablehnung aller der Fragen und Antworten, die als Darwinismus zusammengefaßt werden. Als Forschungsmittel bleibt ihm aber nach wie vor nur vergleichende Beobachtung und Experiment. Gerade für die experimentelle Biologie wird noch zu zeigen sein, daß sie entgegen oft leicht hin gemachten und leichtfertig wiederholten Äußerungen den Darwinismus nicht nur historisch, sondern auch methodisch-sachlich zur Voraussetzung hat. Die Experimentalforschung hat den Darwinismus nicht beseitigt, sondern sie ist aus ihm hervorgegangen oder eigentlich in ihm enthalten.

Für den Liebhaber biologischer Theoreme sind *Uexkülls* Ausführungen recht amüsant. Aber nur der wird sich unbeschadet dem bei der Lektüre wachsenden Interesse hingeben (sofern die ständige Wiederholung von Gehässigkeiten das Interesse nicht immer wieder abkühlt!), der sich darüber klar ist, daß über alle vorgebrachten Tatsachen und Gedanken ganz anderes gesagt ist und mehr noch zu sagen sein wird.

J. Schawel, Jena.

Hilzheimer, M., Handbuch der Biologie der Wirbeltiere. II. Hälfte. Vögel, Säugetiere. Stuttgart, Ferd. Enke, 1913. VIII, S. 377—756 u. 354 Textfiguren. Preis M. 14,—.

Der ersten Hälfte dieses Handbuches, das die Fische, Amphibien und Reptilien behandelte, ist mit erfreulicher Schnelle die Besprechung der Vögel und Säugetiere gefolgt, die ausschließlich von *Hilzheimer* selbst bearbeitet sind. Bezüglich der Einwendungen, die man gegen Auswahl und Anordnung des Stoffes machen könnte, verweise ich auf die Besprechung des 1. Teiles auf S. 171 dieser Zeitschrift. Innerhalb des gewählten Rahmens jedoch verdient die Gewissenhaftigkeit in der Durcharbeitung der Riesenliteratur und die Selbständigkeit und kritische Schärfe bei ihrer Verwertung uneingeschränktes Lob. Besonders bei den Säugetieren, dem speziellen Arbeitsgebiet des Verfassers, stützt sich sein Urteil auf eine Fülle eigener Beobachtungen und Nachprüfungen. Einzelne Abschnitte haben eine besonders gründliche und eingehende Darstellung erfahren, so z. B. Flug und Wanderungen der Vögel, S. 410—443, Die Anpassungen der Säugetiere an die Umgebung, S. 571—653, die eine Menge origineller Gedanken enthält. Das Kapitel Anpassung der Säugetiere an die Nahrung bringt eine umfassende Darstellung der Zahnsysteme und ihrer Ableitung.

Das Werk wird dem Fachmann zur Übersicht bestimmter Probleme durch seine Zuverlässigkeit und moderne Behandlung von größtem Werte sein.

O. Steche, Leipzig.

Die Kultur der Gegenwart. Herausgegeben von *P. Hinneberg*. 3. Teil, 4. Abteilung, II. Band. Zellen- und Gewebelehre, Morphologie und Entwicklungsgeschichte. II. Zoologischer Teil. Unter Redaktion von *O. Hertwig*, bearbeitet von *R. Hertwig*, *H. Poll*, *O. Hertwig*, *K. Heider*, *F. Keibel*, *E. Gaupp*. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. 538 S. u. 413 Textabb.

Im ersten Kapitel (S. 1—38) dieses großen Sammelwerkes behandelt *R. Hertwig* die einzelligen Organismen. Ausgehend von der historischen Entwicklung der Protozoenforschung wird zunächst die Bedeutung der Einzelligen für die Zelltheorie besprochen, woran sich eine kurze Darlegung der Struktur des Protoplasmas, seines chemischen und physikalischen Aufbaus anschließt. Dann folgt die Betrachtung der Lebensäußerungen, der Kontraktilität (ein gerade bei Protozoen recht unglücklicher Ausdruck), Irritabilität und Ernährungsfähigkeit. Der knappe Raum gestattet es nicht immer, von der deskriptiven zur kausalen Darstellung fortzuschreiten, so finden z. B. die physikalischen Theorien der Plasmabewegung und Nahrungsaufnahme nur kurze Erwähnung. Nach Darlegung der verschiedenen Typen der Skelettbildung wendet sich der Verfasser im zweiten Hauptteile den Erscheinungen der Fortpflanzung zu. Hier werden die Teilung und ihre Ursachen (Kernplasmarelation), Konjugation und Befruchtung mit ihren Unterarten, Lebensdauer und Depressionen ausführlich erörtert, unter mancherlei Ausblicken auf die entsprechenden Probleme bei den höheren Tieren. Die Darstellung des auf diesem Gebiet bahnbrechenden Forschers ist durch Klarheit und Übersichtlichkeit ausgezeichnet.

H. Poll gibt sodann auf S. 39—93 einen Überblick über die anatomischen und histologischen Grundlagen des Metazoenkörpers. Zunächst wird der Bau und die Funktion der Einzelzelle besprochen, vorwiegend vom Standpunkt des Histologen. Mit den eingefügten physiologischen Angaben kann man sich nicht immer einverstanden erklären. Der Satz z. B.: „So ist das destillierte Wasser eines der unbedingt tödlichen Zellgifte, die wir kennen, weil es osmotisch aus dem Zellenleibe die lebensnotwendigen Stoffe herauszieht“, steht mit unseren Erfahrungen über die Impermeabilität der Plasmahaut in Widerspruch. Das nach *Jensen* mit 1,25 angegebene spezifische Gewicht des Protoplasmas ist durch neuere Untersuchungen als wesentlich niedriger festgestellt worden. Die Behauptung „an dem Aufbau der Zelle beteiligen sich außer den Eiweißstoffen, aber als nicht unumgänglich notwendige Bestandteile, die Fette und die Kohlehydrate, die als Produkte der Lebenstätigkeit der Zelle auftreten“ ist in dieser Form nicht haltbar, denn eine nur aus Eiweißbausteinen, Wasser und Salzen aufgebaute Zelle ist meines Erachtens bisher nicht bekannt. Daß der Mechanismus des Auswahlvermögens der Zelle gegenüber Stoffen der Umgebung „noch ganz unbekannt“ sei, kann man zum Glück auch nicht mehr sagen. Die Fortpflanzung der Zelle gibt Gelegenheit zur Darstellung der Karyokinese mit kurzem Hinweis auf die Heterochromosomen. In gedrängter Übersicht ziehen dann die Gewebetypen der Metazoen am Leser vorüber. Zuerst das Epithelgewebe mit seinen Derivaten, den Drüsen, dann die Grundsubstanzgewebe. Daß Blut und Lymphe sich als verflüssigte Grundsubstanzen auffassen lassen, scheint mir etwas zu sehr vom Standpunkte des Wirbeltierhistologen gesprochen. Es folgen Muskel- und Nervengewebe. Bei letzterem macht sich die in der ganzen Darstellung allzusehr überwie-

gende Berücksichtigung des höchstdifferenzierten Systems, der Wirbeltiere besonders störend bemerkbar. So grundlegende Begriffe wie die Nervenetze werden mit einem Satz abgetan, so daß der Leser über die phylogenetische Differenzierung dieses wichtigen Organsystems gar kein richtiges Bild erhält. Sonst sind die histologischen Daten zwar knapp, aber klar und wohl abgewogen, die Stellung des Verf. zu manchen strittigen Punkten ist entsprechend dem beschränkten Raum nur angedeutet.

Der nächste Abschnitt, S. 94—175 umfaßt die allgemeine und experimentelle Morphologie und Entwicklungslehre der Tiere, dargestellt von O. Hertwig. Sie geht aus von der Besprechung der männlichen und weiblichen Keimzellen und der Gründe für ihre Differenzierung und verweilt dann sehr ausführlich beim Befruchtungsprozeß und seiner theoretischen Bedeutung, auch für die Vererbungslehre. Dies führt zur Darstellung des Reifungsprozesses der Keimzellen, wobei auf die Idioplasmalehre der Hauptnachdruck gelegt und zu ihrer Begründung die neuen Radiumversuche des Verf. ausführlich herangezogen werden. Die Betrachtung der natürlichen und experimentellen Parthenogenese leitet über zum Furchungsprozeß und der Keimblätterbildung. Die Typen der Teilungsrichtungen und ihre experimentelle Beeinflussung, Gastrulation und Gastrulatypen speziell der Wirbeltiere finden hier Besprechung. Das Schlußkapitel legt kurz aber klar die Hauptpunkte der Experimentaluntersuchungen über Präformation oder Epigenese, prospektive Potenz der Furchungszellen, Mosaik- oder Regulationseier dar.

Das größte Kapitel, S. 176—332, die Entwicklungsgeschichte und Morphologie der Wirbellosen, hat K. Heider zum Verfasser. Ausgehend von einer Betrachtung der Achsenverhältnisse des Tierkörpers in den verschiedenen Gruppen wird eine Übersicht des zoologischen Systems gegeben, dessen einzelne Typen dann der Reihe nach behandelt werden. In sehr geistreicher Weise wird hier, unter Zugrundelegung der Entwicklungsgeschichte, das prinzipiell Wichtige im Bau jeder Tiergruppe herausgeholt, die äußere Ausgestaltung zurückgestellt. Für den nicht sachkundigen Leser hat dies Verfahren m. E. den Nachteil, daß er sich kein richtiges Bild von dem Habitus der besprochenen Geschöpfe machen kann. So ist dieser Abschnitt, in seiner Anlage wohl der originellste von allen und meisterhaft durchgeführt, der am schwersten lesbare geworden.

Die beiden letzten Kapitel beschäftigen sich mit den Wirbeltieren. Auf S. 333—398 schildert F. Keibel ihre Entwicklungsgeschichte. Den Ausgangspunkt bildet die Entwicklung des Amphioxus, ihr folgt eine ausführliche Darlegung der Verhältnisse bei den Amphibien, auf der fußend dann die Modifikationen bei den übrigen Wirbeltieren relativ kürzer gegeben werden können. Eine besondere, ziemlich eingehende Besprechung erfordern bei diesen noch die Eihüllen sowie die Placentarbildung der Säuger. Ein sehr interessantes vergleichendes Kapitel, in das auch die Wirbellosen einbezogen werden, schließt diesen Abschnitt.

E. Gaupp beginnt die letzte Abteilung (S. 399 bis 524) über die Morphologie der Wirbeltiere mit einer kurzen Darlegung des allgemeinen Bauplans und verfolgt dann die spezielle Ausgestaltung der einzelnen Organsysteme. Zunächst die Haut mit ihren Derivaten, Zähnen, Schuppen, Federn, Haaren und Drüsen, dann das Skelettsystem, bei dem der Schädel eine be-

sonders ausführliche Darstellung findet — auf diesem so überaus schwierigen und umstrittenen Gebiete hat ja der Verf. eine führende Stellung. Sehr übersichtlich ist auch der Bau des Extremitätenskeletts und die Anschauungen über seine Entwicklung dargelegt. Die übrigen Organsysteme, welche vom vergleichend-anatomischen Standpunkte einfachere Verhältnisse bieten, sind knapper, aber sehr klar und übersichtlich dargestellt. Eine besonders ausführliche Berücksichtigung hat noch die Ausbildung des Vorderdarms und seiner Derivate gefunden. O. Steche, Leipzig.

Davenport, Charles B., *State laws limiting marriage selection examined in the light of Eugenics. Eugenics Record Office Bulletin* Nr. 9. New York, Gold Spring Harbor, June 1913.

Mit allen Mitteln streben die Vereinigten Staaten von Nordamerika nach Vermehrung der Tüchtigen und Ausschaltung der Minderwertigen von der Fortpflanzung. Jeder Amerikaner soll mit Recht auf den Namen „Wohlgeboren“ Anspruch machen dürfen. Zu einem selbständigen Zweig der Wissenschaft wächst sich die Eugenik, die Lehre von der Vervollkommenung der Fortpflanzung des Menschengeschlechts, allmählich aus. Der Engländer Galton legte den Grund zu der neuen Wissenschaft, die in Deutschland von Ploetz tatkräftig gefördert wurde, aber in Amerika zuerst praktische Erfolge aufweisen konnte. In der vorliegenden Schrift von nur 66 Seiten werden nicht nur die zahlreichen Gesetze zusammengefaßt, welche in den Vereinigten Staaten die freie Wahl des Ehegatten einschränken, sondern auch in kritischer Weise der Einfluß besprochen, welchen eine solche Gesetzgebung auf die tatsächliche Erzeugung von Nachkommenschaft ausübt. Die amerikanische Gesetzgebung kennt dreierlei Arten von Ehehindernissen: körperliche und geistige Mangelhaftigkeit, allzunähe Verwandtschaft und Verschiedenheit der Rasse. Unter den Ehehindernissen wegen Befürchtung einer mangelhaften oder schlecht erzeugten Nachkommenschaft finden wir Epilepsie, Idiotie und Schwachsinn, habituelle Verbrechen, Armut, Trunksucht, Geisteskrankheiten, Impotenz und venerische Krankheiten. Übertretungen der Eheverbote werden mit strengen Strafen bis zu mehrjährigem Gefängnis bedroht. Der Verfasser macht darauf aufmerksam, daß Eheverbote nicht geeignet sind, die Fortpflanzung ungeeigneter Nachkommenschaft zu verhindern, welche ja auch unehelich geboren werden kann. Es steht nach der Ansicht des Referenten aber zu erwarten, daß schon durch das Eheverbot die Erzeugung von Nachkommen in den oben erwähnten Kategorien außerordentlich eingeschränkt wird, namentlich in Amerika, wo die öffentliche Meinung einen weit größeren Einfluß ausübt als anderswo, außerdem aber wäre es ein leichtes, statt der bloßen Eheverbote auch die Erzeugung von unehelichen Nachkommen in den obigen Kategorien unter die gleichen Strafen zu stellen. Referent würde empfehlen, bei einer Nachahmung der amerikanischen Gesetzgebung auf den wichtigen Punkt der Erzeugung unehelicher Nachkommenschaft von vornherein die nötige Rücksicht zu nehmen.

Davenport hält den Ausschluß von Nervenkranken, Trinkern und von Schwachsinnigen geringeren Grades für zu hart und macht eine große Reihe von Fällen namhaft, wo oben charakterisierte Erzeuger normale Nachkommenschaft erzielten.

Das Verbot von Ehen zwischen allzunähen Blutsverwandten geht durch die ganze moderne Menschheit, ohne daß die Tierzucht einen biologischen Grund für

das Verbot von Verwandtenehen zu erkennen gibt. Rassenbildung und Erzeugung von Stämmen mit vom Menschen gewünschten Eigenschaften erfolgt bei den Tieren am sichersten durch Kreuzung unter den nächsten Blutsverwandten. Bei degenerierten Tierstämmen ist freilich Bluterneuerung ein Haupterfordernis und wahrscheinlich spricht aus den menschlichen Eheverböten zwischen Allzunahverwandten die unbewußte Erkenntnis, daß die große Mehrzahl der Menschen als körperlich minderwertig zu betrachten ist, und deshalb Potenzierung ihrer Eigenschaften zu scheuen hat. Ehen zwischen Geschwistern sind in allen Staaten von Nordamerika verboten, zwischen Halbgeschwistern in den meisten Staaten, zwischen Kindern und Eltern oder Großeltern in allen Staaten mit Ausnahme von einem, Ehen zwischen Onkel und Nichte, Tante und Neffe, Vettern und Kusinen, bis zu Großvätern sind in verschiedenen Staaten verboten, und es kommen dazu noch Verbote von Ehen zwischen angeheirateten Verwandten bei Fehlen jeglicher Blutsverwandtschaft. So sind in gewissen Staaten verboten Ehen zwischen Kind und Stiefvater, zwischen Kindern und Schwager und Schwägerin der Eltern, zwischen einer Person und dem Vater oder Großvater des Ehegatten, sogar zwischen einer Person mit Stiefkindern des Ehegatten, oder zwischen einer Person, und den Ehegatten von Neffen und Nichten. An dem Beispiel von *Darwin*, welcher seine rechte Kusine heiratete und mit dieser eine ausgezeichnete Nachkommenschaft erzielte, wird gezeigt, wie wenig biologisch berechtigt das allgemeine Verbot der Vetternehe auch beim Menschen ist. *Davenport* befürwortet eine Erlaubnis der Heirat zwischen Vetter und Kusine, wenn durch ein Testat des Standesamtes für Eugenik die Abwesenheit erblicher Defekte bei beiden Antragstellern sichergestellt ist. Zahlreich sind die Eheverbote zwischen Weißen und Farbigen in den verschiedenen Staaten. Der Staat Florida bedroht eine Person, welche einen Ehegefährten nimmt mit $\frac{1}{8}$ oder mehr Negerblut, mit Gefängnis bis zu 10 Jahren, meist werden nur Ehen zwischen Weißen und Negern, Mulatten und Mongolen oder deren Nachkommen untersagt. Es kann wohl keinem Zweifel unterliegen, daß durch Eheverbote zwischen Weißen und Farbigen die Erzeugung von Mischlingen, wenn auch nicht unterdrückt, so doch stark gehemmt wird. *Davenport* bespricht kritisch die biologischen Vorzüge von Weißen und Farbigen und macht auf die Fälle aufmerksam, wo eine Rassenmischung Vorteile verspricht. Der Neger ist gutmütiger, frohsinniger, musikalischer und gut behandelt treuer als der Weiße, seine Augen sind schärfer, seine relative Immunität gegen gelbes Fieber, Malaria ist wertvoll, Nervenkrankheiten sind seltener als beim Weißen. An schlechten Eigenschaften der Negerrasse zählt *Davenport* auf — starken Geschlechtstrieb ohne genügende Selbstkontrolle, Unsauberkeit und rasche Abnahme der Geisteskräfte im Alter, mangelnde Widerstandskraft gegen Tuberkulose und Pneumonie und Neigung zu Tumoren und Uterusgeschwülsten. Zum Schluß behandelt der Verfasser den Vorschlag, die Eheerlaubnis abhängig zu machen von dem Zeugnis einer staatlichen Behörde, welche unter Mitwirkung der Ärzte nach biologischen Gesichtspunkten bemüht sein würde, die Erzeugung übler Nachkommenschaft zu erschweren oder hintanzuhalten. Referent glaubt, daß die Schaffung einer solchen Behörde auch für Deutschland als eines der wichtigsten Erfordernisse der Gegenwart anzusprechen ist.

Hans Friedenthal, Berlin-Nikolassce.

Morgan, Th. H., Heredity and sex. New York, Columbia University Press, 1913.

Man kann einer kurzen Besprechung dieses in leicht verständlichem Englisch geschriebenen Buches einige Sätze aus *Morgans* Einleitung voranstellen. Die Zeit sei gekommen, sagt er, da es nicht länger als kluger oder vorsichtiger Skeptizismus gelten könne, wenn einer den engen Zusammenhang der cytologischen Vererbungsforschung und der Forschung durch Vererbungsanalyse (durch Züchtung) nicht anerkenne.

Der Rahmen des Buches ist durch diesen Programmsatz allerdings nicht gezogen. Die Fülle der behandelten Gegenstände ist wesentlich größer.

Das erste Kapitel behandelt eine Reihe von Problemen, die mit dem Geschlecht zusammenhängen: so die Bedeutung der geschlechtlichen Reproduktion, den Gegensatz zwischen Soma (Körper) und Keimplasma, den Sexualinstinkte usw. Es geschieht dies auf Grund der neuen Forschungen, aber doch manchmal in einer etwas über die Dinge hingleitenden Weise.

In den folgenden Kapiteln sind die einzelnen, besonderen Gebiete dargestellt, das cytologische und das vererbungsanalytische, mit dem aus der Einleitung oben angeführten Gesichtspunkt.

1. Die cytologischen Grundlagen für die Geschlechtsbestimmung: Einerseits die einfachen Beispiele verschiedenen Chromosomenbestandes bei ♀ und ♂ (Insekten, Nematoden). Andererseits — in einem späteren Kapitel — auch die komplizierten Fälle von Chromosomenzyklen bei parthenogenetischen Tieren (Phylloxera u. a.) und bei Hermaphroditen (Rhabditis). (Es sei hier auch gerade erwähnt, daß zugleich mit den Chromatinverhältnissen auch andere wichtige Forschungen über Hermaphroditismus (Bryonia, Lychnis) und Parthenogenese (Daphniden, Hydatina) herangezogen werden.)

2. Die Tatsachen der geschlechtsbegrenzten Vererbung. *Morgan* nimmt als Beispiel die von ihm selbst untersuchte Fruchtfliege (*Drosophila*). Wir gelangen mit diesen und den folgenden Abschnitten über Chromosomenkreuzung zu den interessantesten Ausführungen des Buches. *Morgan* fand bei seinem Objekt 25 geschlechtsbegrenzt erbliche, d. h. mit dem Geschlecht in bestimmten Beziehungen stehende erbliche Merkmale, so Farbe der Augen, Farbe des Körpers, Flügelänge usw. Alle diese Merkmale müssen nach *Morgan* in den geschlechtsbestimmenden Chromosomen lokalisiert sein. Auf der besonderen Lagerung dieser Anlagen in den Chromosomen und der dadurch bestimmten Vertauschungsmöglichkeit durch Drehung der Chromosomen würden die besonderen Eigentümlichkeiten und Ausnahmen bei der geschlechtsbegrenzten Vererbung beruhen. Alles dies — wenn *Morgans* Hypothese zutrifft, und um für sie eine sichere Grundlage zu haben, wird es noch ausgedehnter cytologischer Untersuchungen an *Drosophila* selbst bedürfen. Es genügt hier zu erwähnen, daß die cytologischen Annahmen der Hypothese vorderhand auf Beobachtungen nicht an *Drosophila*, sondern an anderen Objekten, insbesondere an einer Fischart (*Batrachoseps*) gemacht wurden.

Weitere Kapitel beschäftigen sich mit den sekundären Geschlechtsmerkmalen, mit ihrer Abhängigkeit vom Geschlecht selbst und mit *Darwins* Annahme ihrer Entstehung durch geschlechtliche Zuchtwahl. *Morgan* ist nicht Anhänger dieser Hypothese und stellt eine Reihe von Argumenten gegen sie zusammen, aus denen ich eins hier herausgreife. Transplantations- und Kastrationsexperimente, deren Schilderung ein spezielles Kapitel gewidmet wird, lassen bei verschiedenen Tierarten

verschieden enge Beziehungen zwischen Geschlecht und sekundären Geschlechtscharakteren erkennen: Unabhängigkeit bei Insekten, Abhängigkeit bei Formen aus den Klassen der Säugetiere, Vögel und Amphibien. Es ist nicht wahrscheinlich, schließt *Morgan*, daß angesichts dieser Verschiedenheit die Entstehung der sekundären Geschlechtscharaktere „can be explained by any one theory, even by one so broad in its scope as that of sexual selection“.

Die beiden letzten Kapitel sind dem Problem der Fruchtbarkeit, ihren Beziehungen zu Inzucht und Kreuzung, und einzelnen besonderen Fällen der Geschlechtsbestimmung und -vererbung gewidmet, Fällen, wo nicht das normale Zahlenverhältnis der Geschlechter besteht (Biene, Drorophila, Nematoden usw.), oder wo dieses Zahlenverhältnis abgeändert werden kann (Experimente von *R. Hertwig* an Fröschen). Den Schluß bilden die Forschungen über Geschlechtsbestimmung beim Menschen (Ein-eiige Zwillinge und Doppelbildungen, geschlechtsbegrenzte Vererbung von Krankheiten und Anomalien, cytologische Untersuchungen).

Aus all dem Vorstehenden wird der Leser erkennen, daß das Buch eine willkommene Zusammenfassung bietet, zumal für den, der sich in die Probleme der genannten Gebiete eine erste Einsicht verschaffen will. Viel mehr freilich als in den allgemeinen Vererbungsbüchern von *Goldschmidt* und *Plate* wird er hier nicht finden. Diese Werke werden für das deutsche Sprachgebiet immer von höherer Bedeutung sein. Der Text des *Morgan*-schen Buches ist, unterstützt von guten Diagrammen, ebenso leicht faßlich geschrieben, als die Abbildungen oft undeutlich und ungenügend sind, ein bei der sonstigen Ausstattung — Goldschnitt! — wohl befremdender Mangel. Für den Spezialisten sind die Kapitel von weitgehendem Interesse, in denen *Morgan* seine eigenen umfangreichen Forschungen und diejenigen seiner Mitarbeiter, sowie seine theoretischen Ansichten dargestellt hat. Vermissen wird er daneben freilich eine genauere Angabe der einschlägigen Literatur.

F. Baltzer, Würzburg.

Astronomische Mitteilungen.

Über die Fleckenbildung auf der Sonne enthält die astronomische Monatszeitschrift „*Sirius*“ (Herausgeber: Professor *H. Klein* [Köln]) wichtige Mitteilungen, nach denen noch immer keine sehr erhebliche Zunahme der Sonnenflecken wahrzunehmen ist, obwohl das letzte Minimum schon über 12 Jahre zurück liegt und das diesmalige Minimum daher längst überschritten sein sollte. Aus den Fleckenbeobachtungen der letzten Jahre, in denen die Sonne fortlaufend überwacht wurde und fast täglich ein Sonnenbild erhalten werden konnte, folgt, daß gerade im Jahre 1913 die eruptive Tätigkeit des Zentralgestirns stark abgenommen hat. Allerdings spricht die Tatsache, daß neuerdings besonders in höheren Breiten der Sonne einige Fleckengruppen wahrgenommen werden konnten, für die nunmehr langsam wieder eintretende Belebung der Sonnenoberfläche. Inzwischen ist zuerst auf der Kanadischen Sternwarte Toronto ein großer Sonnenfleck wahrgenommen worden, und es scheint, als ob jetzt tatsächlich die exzeptionelle Tätigkeit der Sonne wieder zunimmt.

Eine große Feuerkugel ist nach Angaben von *T. Köhl* von der dänischen Carina-Sternwarte in Odder

am 18. November 1913 in Norwegen bei Dyrvik nahe Trondhjem beobachtet worden. Das Meteor, das in Form einer Feuerkugel mit langem Schweif auftrat und wahrscheinlich zu den Nachzügeln der Leoniden-gruppe gehörte, hat beim Herabfallen ins Meer den Mast einer Segeljacht zertrümmert und einen so starken Luftdruck verursacht, daß in einem Hause des naheliegenden Hafens eine Fensterscheibe zersprungen sein soll.

Die Zahl der englischen Sternwarten in Großbritannien und in den englischen Kolonien (Ägypten, Kanada, Indien, Australien und Südafrika) beträgt gegenwärtig 30, und über die Tätigkeit dieser stattlichen Zahl von englischen Observatorien enthält der Bericht vom 14. Februar 1913, der an die Londoner Royal Astronomical Society erstattet und jetzt veröffentlicht ist, genauere Angaben. Auf den indischen Sternwarten *Kodaikanal* und *Madras*, die unter der Leitung von *Mr. Evershed* stehen, ist die Oberfläche der Sonne täglich sowohl direkt photographisch wie auch spektrophotographisch aufgenommen worden. Die Sternwarte in Johannesburg (Südafrika) nimmt auch an den Arbeiten des internationalen Breiten-dienstes teil.

Der Astronom Langley und die wissenschaftliche Flugtechnik. Es ist bekannt, daß der verstorbene amerikanische Astronom *Langley*, der zuletzt am Smithsonian Institut in Washington erfolgreich tätig war und früher als Direktor des Alleghany-Observatoriums in Pittsburg eine reiche astronomische Tätigkeit entfaltet hatte, auch für die Entwicklung der wissenschaftlichen Flugtechnik bahnbrechende Arbeiten, wie die „Innere Arbeit des Windes“ und den Bau eines großen Aerodroms geleistet hat. Das Smithsonian Institut hat nun neuerdings nicht nur eine Langley-Medaille gestiftet, sondern auch beschlossen, ein besonderes aerodynamisches *Langley-Laboratorium* in Tätigkeit zu setzen, an dem weitere aeronautische Untersuchungen ausgeführt werden sollen.

Über das Sehen in klarer Sternennacht bringt das Februarheft des *Weltall* (Herausgeber: Dr. *F. S. Archenhold* [Treptow]) einen sehr interessanten Aufsatz von *F. Linke*, der an die ausgezeichneten physiologisch-optischen Untersuchungen von Prof. *Lummer* über Stäbchen- und Zäpfchensehen auf der Netzhaut anknüpft. Die Sehelemente der Netzhaut bestehen aus Stäbchen und Zäpfchen, deren Zahl auf 130 bzw. 7 Millionen geschätzt wird. Die Stäbchen, von denen ganze Gruppen an einem Nervenstrang sitzen, sind über die Netzhaut verteilt, mit Ausnahme der Netzhautgrube, wo keine Stäbchen, sondern nur rund 4000 Zäpfchen vorhanden sind. Diese Netzhautgrube spielt beim Sehen eine besondere Rolle, da das Bild eines fixierten Objektes gerade dorthin gelenkt wird. Während nun der Bau der Netzhaut längst bekannt war, haben erst die neueren Untersuchungen über die verschiedene Tätigkeit von Zäpfchen und Stäbchen beim Sehvorgang Aufschluß gegeben. In erster Linie nehmen die Sehelemente der Netzhautgrube das vom optischen Apparate des Auges entworfene Bild genau auf, und man betrachtet daher einen fixierten Gegenstand hauptsächlich mit den dort vorherrschenden Zäpfchen. Im dunklen Dämmerlicht arbeiten aber die Zäpfchen schlecht, und das Auge verlegt deshalb im Dunklen das Bild unwillkürlich außerhalb der Netzhautgrube, wo die Stäbchen liegen, die im Dunklen besser sehen können als die Zäpfchen. Nach den Lummerschen Versuchen sehen die Stäbchen zwar im

Dunklen besser, aber es fehlt ihnen im hohen Grade die Farbenunterscheidung. Im allgemeinen kann man danach sagen, daß die Zäpfchen den farbentüchtigen Hellapparat und die Stäbchen den sehtüchtigen Dunkelapparat im menschlichen Auge darstellen. Diese interessante Schlußfolgerung ist von Prof. Lummer während einer nächtlichen Ballonfahrt und beim Anblick des Sternhimmels auf ihre Richtigkeit geprüft worden. Es ergab sich, daß nur die hellen Sterne auf Stäbchen und Zäpfchen Eindruck machen, während die schwächeren Sterne uns hauptsächlich durch die Stäbchen zum Bewußtsein gebracht werden.

A. Marcuse.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Bei morphologischen Untersuchungen bilden 1000- bis 1500-fache Vergrößerungen eine Grenze für die auflösende Kraft des Mikroskops. Bei noch stärkerer Vergrößerung verwischen sich die Bilder und geben keine Einzelheiten mehr. Handelt es sich aber um die Beobachtung von sich bewegenden Objekten, so bieten solche stärkeren Vergrößerungen große Vorteile. Man muß dann die Objekte auf einem dunklen Hintergrund leuchtend erscheinen lassen. So hat F. Bourrières die **Brownsche Bewegung bei mehr als 20 000-facher Vergrößerung** beobachtet. In einfacher Weise stellte er sich eine ultramikroskopische Einrichtung für diesen Zweck her, indem er an einem Zeißschen Mikroskop mit dem Objektiv DD von der Vergrößerung 50 das Okular durch den Tubus eines vollständigen Mikroskops von der Vergrößerung 400 ersetzte. So erhielt er die Gesamtvergrößerung von 20 000. Mit diesem Apparate beobachtete er eine kolloidale Silberlösung, deren Partikelchen einen mittleren Abstand von 2 bis 3 Mikron ($\frac{1}{1000}$ mm) von einander hatten, wobei eine einfache Nernstlampe zur Beleuchtung diente. Fast ständig befand sich eins der Körnchen im Gesichtsfeld, manchmal auch 2 oder 3. Die Brownsche Bewegung erschien bei diesen Beobachtungen aus zwei Bewegungen zusammengesetzt: einer mit einer Schwingungsweite von ungefähr einem Mikron, die langsam vor sich geht, und einer sehr schnellen mit einer Schwingungsweite von $\frac{1}{50}$ Mikron. — Als praktisch empfiehlt es sich, bei solchen Beobachtungen nicht gleich mit sehr starken Vergrößerungen zu beginnen, sondern das Auge erst allmählich durch eine Reihe stufenweis fortschreitender Vergrößerungen an diese zu gewöhnen (C. R. 157, 1416, 1913).

Von F. Ehrenhaft sind neue experimentelle Belege für seine bereits früher aufgestellte Behauptung erbracht worden, daß es **Elektrizitätsmengen** gibt, welche **kleiner sind als die Ladung des Elementarquantums oder Elektrons** (Ladung des einwertigen Wasserstoffions = $4,8 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten). Zu diesen Versuchen diente eine Einrichtung, wie sie auf Seite 44 (Heft 2, 1914, dieser Zeitschrift in: Joffe, reale Existenz der Elektronen) beschrieben worden ist. Ein elektrisch geladenes Metallpartikelchen wurde zwischen den horizontal gerichteten Platten eines Kondensators in der Schwebe gehalten, indem der Kondensator auf ein solches Potential gebracht wurde, daß die auf das Partikelchen ausgeübte Kraft seine Schwere kompensierte. Das Partikelchen führt dann Brownsche Bewegungen aus, deren Geschwindigkeit die

Berechnung seiner Masse und seiner Ladung ermöglicht. Die Berechnung ist aber nur dann streng richtig, wenn das Partikelchen genaue Kugelgestalt besitzt. Es wurden daher ultramikroskopisch kleine Quecksilberkügelchen (mit einem Radius $< 25 \cdot 10^{-6}$ Zentimeter) verwendet. Diese wurden in Kohlensäure oder Stickstoff zum Schweben gebracht und nach Ausföhrung einer Beobachtungsreihe durch Bestrahlen mit Radium umgeladen. Aus der Differenz der neuen Ladung des Partikelchens gegen die frühere läßt sich dann der geringste Betrag einer Ladung erschließen. Die gefundenen Werte in 10^{-10} elektrostatischen Einheiten waren: 2,2; 0,84; 3,5; 3,28 und 2,4. Der dritte von diesen 5 Werten war bei einem positiv geladenen Partikelchen gefunden, die übrigen bei negativen. Sämtliche Werte unterschreiten aber den Elektronenwert $4,8 \cdot 10^{-10}$ elektrostatische Einheiten. (Verh. d. d. phys. Ges. 15, 1187 und 1350, 1913.)

Die Röntgenstrahlung übt auf Menschen und Tiere nicht nur eine örtlich begrenzte Wirkung aus, sondern beeinflußt den gesamten Organismus. Als Substrat dieser allgemeinen Wirkung dient anscheinend das Blut; denn dieses zeigt bei bestrahlten Tieren ein Sinken der Weißkörperzahl. Überdies setzt eine lokale Blutleere, die durch Adrenalineinspritzung oder Kompression herbeigeführt werden kann, die Empfindlichkeit gegen X-Strahlen herab, so daß die doppelte Dosierung anwendbar ist, Blutfülle dagegen, die durch Wärmeapplikation erhöht wurde, steigert die Empfindlichkeit. Von S. Wermel sind nun die **physikalischen und biologischen Eigenschaften, welche das Blut und das Blutserum durch Röntgenstrahlung annehmen**, untersucht worden. Er setzte menschliches und tierisches Blut bei 2 cm Röhrenabstand einer starken Bestrahlung von 20 bis 40 H (Holzknecht) aus. Dieses Blut wirkte dann in der Dunkelkammer auf photographische Platten wie X-Strahlen ein, unbestrahltes Blut aber nicht. In einigen Fällen zeigte sich auf den Platten anstatt des negativen Abdruckes der Schablone ein positiver, was vielleicht auf zu lange und zu intensive Bestrahlung zurückzuführen ist. Außer dem Blut selbst zeigten in gleicher Weise die Blutkörperchen wie auch das Blutserum für sich alleine nach der Bestrahlung photographische Wirksamkeit. Diese Versuche wurden mit Blut von Tieren, Hammeln und Pferden, und mit Menschenblut ausgeführt. Noch drei Wochen nach der Bestrahlung erwies sich Menschenblut als wirksam. Man muß hiernach annehmen, daß das Blut die Röntgenenergie in sich aufspeichert. Auch in seinen physiologischen Wirkungen kommt solch bestrahltes Blut den X-Strahlen gleich. Bei einem Kaninchen, dem mit X-Strahlen beleuchtetes Pferdeserum eingespritzt wurde, ging die Anzahl der weißen Blutkörperchen herab. Man kann bei Patienten an Stelle der Behandlung mit Röntgenstrahlen Einspritzungen von bestrahltem Serum vornehmen und umgekehrt zeigt das Blut von Patienten, die der Röntgenstrahlung unterworfen waren, photographische Wirkungen. Platten, die zur Verhütung der Wärmewirkung des Körpers durch ein 0,5 cm dickes Holzbrettchen von der Hautoberfläche getrennt waren, zeigten nach drei- oder vierstündigem Aufliegen am Handgelenk, am Fuß oder in der Herzgegend schwache Abdrücke, die sich als Konturen von Knochen oder Blutgefäßen deuten ließen. (Zeitschr. f. Elektrochem. 19, 811, 1913.)

Für die Existenz des Lichtäthers findet G. Sagnac folgenden **experimentellen Beweis**. Auf einer rotierenden Scheibe bringt er ein Interferometer und eine

Lichtquelle an, deren Licht er einfarbig macht und polarisiert. Das so erhaltene Lichtbündel wird an einer zwischen zwei Spiegeln eingeschlossenen Luftschicht in zwei Teile zerlegt und beide Teile an vier am Rande der Scheibe befestigten Spiegeln rings um die Scheibe herumreflektiert. Der eine Teil umkreist hierbei die Scheibe rechts herum und der andere links herum. Nach Umkreisung der Scheibe gelangen beide Teile in dem Fernrohr des Interferometers zur Interferenz, die eine photographische Platte hinter ihm aufzeichnet. Solange die Scheibe in Ruhe ist, löschen die beiden übereinander gelagerten Teilbündel sich gegenseitig aus. Bei Eintritt einer Drehung zieht sich aber das bisher dunkle Feld in eine zentrale Franse zusammen, die auf beiden Seiten von parallelen Fransen begleitet wird. Je nachdem nun die Scheibe nach rechts oder nach links herum gedreht wird, verschiebt sich die zentrale Franse, was die photographische Platte genau feststellt, und durch diese Verschiebung wird die Existenz des Lichtäthers kundgetan. Denn ebenso wie die Beobachtung des Einflusses, den der Wind auf die Geschwindigkeit des Schalles ausübt, uns zu der Annahme der Existenz einer Atmosphäre veranlassen würde, falls keine anderen Gründe hierfür vorlägen, in gleicher Weise zwingt uns die Wirkung, welche der zu dem optischen System relative Ätherstrom bei den Interferenzerscheinungen zeigt, die Existenz eines Lichtäthers anzunehmen. Rechnungsmäßig ergibt sich die Verschiebung

der Interferenzstufen = $\frac{16 \pi N S}{\lambda c}$, wo λ und c Wellenlänge und Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Lichtes bedeuten, N die Drehgeschwindigkeit der Scheibe und S die von den Lichtbündeln auf der Scheibe umkreiste Fläche. Für $N=2$ und $S=860$ qcm wird die Verschiebung der zentralen Franse bei violettem Licht = 0,07, womit die Ausmessung auf der photographischen Platte sehr gut übereinstimmt. Das gleiche ergab sich bei anderen Drehgeschwindigkeiten. Das Ergebnis dieser Messungen zeigt, daß sich das Licht im umgebenden Raume mit einer Geschwindigkeit c fortplant, die unabhängig ist von der gleichzeitigen Bewegung der Lichtquelle und des optischen Systemes. Diese Eigenschaft des Raumes charakterisiert auf experimentelle Weise den Lichtäther. (C. R. 157, 708 und 1410, 1913.)

Die Aufnahme (Sorption) von Wasserstoff durch Kokosnußkohle bei der Temperatur der flüssigen Luft ist von J. B. Firth eingehend untersucht worden, und zwar wurde die Kohle sowohl aus dem weichen weißen Fleisch der Nuß, wie aus der äußeren faserigen Schale gewonnen. Die Kohle aus dem Fleische besitzt eine sehr leichte poröse Struktur und ist leicht zerdrückbar. Die Schalenkohle aber hat eine äußerst harte, glänzende und kompakte Beschaffenheit, ist schwer zu pulverisieren und zeigt auch bedeutend geringeren Aschengehalt. Die Schalenkohle nimmt nur $\frac{1}{20}$ von dem Volumen der Fleischkohle ein. Da nun das Sorptionsvermögen, auf das Gewicht bezogen, bei beiden Kohlenarten sehr ähnlich ist, so ist die Schalenkohle viel wirksamer, wenn man Volumen mit Volumen vergleicht. Von einem Gramm Kohle wurden bei 12 mm Druck 30 ccm H_2 und bei 241 mm 78 ccm H_2 aufgenommen. Die Gesamtaufnahme setzt sich zusammen aus der Lösung des Gases (Absorption) und aus der Oberflächenverdichtung (Adsorption). Die Adsorption

erfolgt in wenigen Minuten, während die Absorption erst nach vielen Stunden zur Herstellung des Gleichgewichts gelangt. 1 g Kohle löst bei 1 at Druck und der Temperatur der flüssigen Luft in 12 Stunden ca. 15 ccm H_2 . Alle Formen der Kokosnußkohle enthalten sowohl kristallinische wie amorphe Kohle. Für das Sorptionsvermögen ist der Gehalt an amorpher Kohle maßgebend, da die Aufnahmefähigkeit der kristallinischen Form sehr gering ist. Beim starken Erhitzen geht die Kohle in die beständigere kristallinische Phase über, daher verliert sie hierdurch ihre Fähigkeit zur Sorption. (ZS. f. phys. Chem. 86, 294, 1914.)

Über die Dicke und Struktur der Kapillarschicht hat G. Bakker neue Untersuchungen angestellt. Während man gegenwärtig allgemein die Dicke der Kapillarschicht von der Größenordnung der Molekeldurchmesser annimmt, findet er größere Werte. Unter Annahme einer Potentialfunktion für die Anziehungskräfte zwischen den Elementen der Flüssigkeit, ergibt sich die Dicke der Kapillarschicht gleich dem Wirkungsradius dieser Anziehungskräfte und erreicht einen siebenmal so großen Wert wie ihn van der Waals bestimmt hat. So wird diese Dicke für Wasser z. B. gleich 1 bis 2 Millimikron (10^{-6} mm) und die Kapillarschicht muß als aus 5 bis 6 Molekelschichten bestehend angesehen werden. (ZS. f. phys. Chem. 86, 129, 1914.)

Den Einfluß des Druckes auf die Ozonbildung haben H. v. Wartenberg und L. Mair untersucht. Ein Sauerstoffstrom wurde stillen elektrischen Entladungen unterworfen, so daß das Gas immer gleich lange der Wirkung des elektrischen Feldes ausgesetzt war und der Druck von $\frac{1}{4}$ auf 5 Atmosphären gesteigert wurde. Hierbei zeigte sowohl die Ozonkonzentration wie auch die Ozonausbeute in mg O_3 pro Wattsekunde ein sehr ausgeprägtes Maximum bei 0,5 bis 1 at. Bei einer Stromdichte von 1,55 Milliampere wurde ein Maximum der Konzentration von über 8 % O_3 und bei einer Stromdichte von 0,64 Milliampere ein Maximum der Ausbeute von mehr als 4 mg O_3 pro Wattsekunde gefunden. Bei Steigerung des Druckes über das Maximum hinaus fällt die Ausbeute sowohl wie auch die Konzentration sehr schnell, auch bei kleinen Strömungsgeschwindigkeiten. Bei 30 Atmosphären Druck sind kaum noch Spuren von Ozon nachweisbar. (ZS. f. Elektrochem. 19, 879, 1913.)

Eine sehr merkwürdige Beeinflussung des Weston-Elementes durch ultraviolettes Licht haben J. Pougnet und E. und J. Segol festgestellt. Das Element wurde in einer Entfernung von 12 cm durch eine Cooper-Hewitt-Lampe von 440 Watt Verbrauch bestrahlt. In einer halben Stunde stieg die Temperatur des Elementes von 26° auf 40° und gleichzeitig fiel seine elektromotorische Kraft, welche bekanntlich von der Temperatur nur sehr wenig beeinflußt wird, von 1,0252 auf 1,0192. Nach Entfernung der Lampe ging die Spannung des Elementes allmählich auf den ursprünglichen Wert zurück, was 40 Minuten 20 Sekunden dauerte. Das ultraviolette Licht scheint also die Depolarisation des Elementes zu behindern, wobei eine augenblickliche chemische Einwirkung auf die Bestandteile des Elementes stattfindet, die eine umkehrbare Reaktion bildet. (C. R. 157, 1522, 1913.)

A. Mahlke, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 16.

17. April 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Rechenkünstler. Von *Dr. W. Ahrens, Rostock.*
S. 381.

Über den heutigen Stand der Theorie des Regen-
bogens. Von *Dr. R. Schachenmeier, Karlsruhe.*
S. 384.

Beobachtungen über das Wachstum der Haare.
Von *Prof. Dr. Georg Schöne, Greifswald.* S. 388.

Die Ausbildung einer neuen Felchenart in einem
Zeitraume von 40 Jahren. Von *Dr. August
Thienemann, Münster i. W.* S. 393.

Der Einfluß des Windes bei der Bildung von Acker-
erde. Von *Albert Bencke, München.* S. 396.

Besprechungen. S. 398.

Physikalische, chemische und technische Mit-
teilungen. S. 402.

Soeben beginnt zu erscheinen:

Internationale Zeitschrift für physikalisch-chemische Biologie

Herausgegeben unter Mitarbeit von

H. J. Hamburger (Groningen), V. Henri (Paris), J. Loeb (New York)

von

J. Traube (Charlottenburg-Berlin)

Die Zeitschrift wird im Interesse schnellster Veröffentlichung in zwanglosen Heften erscheinen. 6 Hefte bilden einen Band, der 30–33 Bogen umfaßt. Band I kostet 15 Mark. Einstweilen ist das Erscheinen von etwa 3 Bänden pro Jahr in Aussicht genommen. — Probeheft und ausführlichen Prospekt versendet gratis und portofrei die Internationale Sortiments- und Antiquariatsbuchhandlung von **Wilhelm Engelmann in Berlin NW. 7, Neue Wilhelmstr. 8a**

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke

Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken



durch Einräumung günstiger Zahlungs-Bedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdl., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV. Fried. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Wilhelm Lambrecht, Göttingen: Seite III. — Unger & Hoffmann A.-G., Dresden: Seite III. — Carl Zeiss, Jena: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

17. April 1914.

Heft 16.

Rechenkünstler.

Von Dr. W. Ahrens, Rostock.

Über „Geheimnisse der Rechenkünstler“ hat Prof. P. Maennchen in Alzey (Lehrerseminar) kürzlich ein sehr hübsches, unterhaltendes und belehrendes kleines Heft¹⁾ veröffentlicht, das gewiß zahlreiche Leser finden und ihnen allen vielen Genuß bereiten wird. Der nach Umfang und Wert wesentlichste Teil behandelt Wurzelausziehungen zu den verschiedensten Exponenten (3, 4, 5, 7, 11, 13, . . . , 31) unter der stets stillschweigend gemachten Prämisse ganzzahliger Resultate. Hierbei werden die verschiedenen Hilfsmittel und Kunstgriffe: Neuner- und Elferprobe, die Fermatsche Kongruenz, die Logarithmen, teils einzeln, teils in geschickten Kombinationen verwandt, und zwar handelt das Buch hier, wie auch in den späteren Kapiteln, seinen Gegenstand in der Weise ab, daß lediglich konkrete Aufgaben besprochen werden, die „das Publikum“, wie bei den öffentlichen Darbietungen der Rechenkünstler, „stellt“ und die der Virtuos löst, worauf der Verfasser des Buches die mutmaßliche Methode des Rechenkünstlers, d. h. die in dem speziellen Falle angewandten Kunstgriffe und Schlüsse, darlegt und erläutert. Nächst den Wurzelausziehungen ist vornehmlich die Bestimmung des Osterdatums für ein gegebenes Jahr (für das 20. und 19. Jahrhundert hier durchgeführt) und die Berechnung der Mondphase zu einem gegebenen Datum zu erwähnen. An mathematischen Vorkenntnissen setzt das Heft nichts voraus als die gewöhnlichen Schulkenntnisse. Der Herr Verfasser verwahrt sich ausdrücklich dagegen, „die“, d. h. etwa „alle“ Geheimnisse der Rechenkünstler aufdecken zu wollen, und er läßt die Frage offen, ob jenen nicht noch weitere Hilfsmittel und Tricks zu Gebote stehen. Wenn auch tatsächlich in dem Repertoire der professionellen Rechenkünstler große Multiplikationen, schwierige Radizierungen und Kalenderberechnungen die pièces de résistance bilden mögen, so wird sich doch ihr Können nicht auf diese Dinge beschränken dürfen, falls ihnen nicht peinliche Verlegenheiten vom Publikum bereitet werden sollen. Freilich, unser Autor lehnt es ausdrücklich ab, seinen Lesern hierfür, also für Verfertigung und Aufstellung von Leimruten, irgendwelche Anweisungen zu geben.

¹⁾ Maennchen, P., Geheimnisse der Rechenkünstler. Mathematische Bibliothek, herausgegeben von W. Lietzmann und A. Witting, Bd. XIII. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. IV, 48 S. Preis kartoniert M. 0,80.

Da darf denn wohl um so mehr hier eine kleine Geschichte wiedergegeben werden, die Joseph Bertrand einmal in der Pariser Akademie, in seinem Eloge auf den großen Mathematiker Cauchy, erzählt hat¹⁾. Zeit: 1840. Ort: Die Ecole Polytechnique in Paris, eine Vorstellung des vierzehnjährigen Rechenkünstlers Henri Mondeux. Unter den anwesenden Gästen, Lehrern und Schülern der Anstalt: der 50jährige, auf der Höhe seines wissenschaftlichen Ruhms stehende Cauchy als Gast, ferner der Studiendirektor der Schule, der berühmte Mechaniker Coriolis, und Joseph Bertrand, unser Gewährsmann, damals 18 Jahre alt und Schüler der Ecole Polytechnique. Die Vorführung spielt sich in der Weise ab, daß einzelne Studenten auf Aufforderung dem Wunderknaben Aufgaben stellen, die dieser zunächst stets schnell und richtig löst. Dann kommt eine Aufgabe, die lange Rechnungen erfordert: Mit gesenktem Haupt, mit geschlossenen Augen, mit unruhigen Händen und Lippen sitzt das Wunderkind da und rechnet; schon ist es dem Ziel nahe, als plötzlich aus der Zuhörerschaft ein hochgewachsener Herr sich erhebt und triumphierend die Lösung angibt. Man flüstert sich den berühmten Namen zu: es ist Cauchy. Nun legt sich Coriolis als Beschützer des jugendlichen Virtuosen ins Mittel und fordert, um den gefährlichen Rivalen wenigstens für den nächsten Gang kaltzustellen, den großen Mathematiker auf, doch selbst eine Aufgabe anzugeben. Cauchy läßt den Knaben die vierten Potenzen der 20 ersten Zahlen berechnen und sodann verlangt er, die Summe aller dieser 20 Biquadrate zu wissen. Wieder sitzt der Rechenkünstler mit geschlossenen Augen da und addiert und addiert, und jeden einzelnen Schritt in den Additionen vermag die Corona an einer leichten Erregung oder einer Geste des Rechners zu erkennen. Doch auch Cauchy hat die Augen geschlossen, aber plötzlich, da öffnet er sie wieder und ruft aus: 722 666. Abermals hatten die Waffen der Mathematik über die ungeschulte, wenn auch noch so starke Gedächtniskraft den Sieg davongetragen. — Um die vorher berechneten Einzelwerte der vierten Potenzen hatte Cauchy sich bei seiner Rechnung natürlich garnicht gekümmert, sondern hatte selbstredend die Formel für die Summe der Biquadrate der ersten n Zahlen

$$S(n^4) = \frac{n(n+1)(2n+1)(3n^2+3n-1)}{2 \cdot 3 \cdot 5}$$

¹⁾ Joseph Bertrand, „Eloges académiques.“ Nouvelle série, Paris 1902, p. 105.

angewandt. Er wird sie im Gedächtnis gegenwärtig gehabt haben, zumal er ja selbst dies Feld (und zwar schon vor „unserer“ Zeit) bestellt und zuerst den *allgemeinen* Ausdruck für die Summe der *k*ten Potenzen der ersten *n* Zahlen angegeben hat. So konnte er denn für das verlangte Resultat zunächst ohne große Mühe das Produkt 574.1259 finden, dessen Berechnung — nach dem Verfahren, das Herr *Maennchen* im elften Abschnitte seines Buches lehrt — jedenfalls keine unüberwindlichen Schwierigkeiten bietet. „*Cauchy a triché*“, sagten am nächsten Tage die jungen Polytechniker, die die zur Anwendung kommende Formel kannten. Freilich, in gewissem Sinne ist ja die ganze Mathematik nichts anderes als eine „Mogelei“; einen Teil des von ihr geschmiedeten Rüstzeugs verschmähen ja auch die professionellen Rechenkünstler keineswegs, haben ihn vielmehr längst ihrem täglichen Hausrat einverleibt, und unterscheidet sich denn *Cauchys* „Mogelei“ so wesentlich von dem Verfahren des Rechenkünstlers, der, um bei dieser Gelegenheit einmal eine Kostprobe aus unserem Buche (s. dort p. 9/10) zu geben, die

$$\sqrt[7]{321\,673\,167\,473\,963\,573}$$

im Kopfe auszieht und hierfür folgende Rechnungen und Schlüsse anwendet: Die siebente Wurzel aus einer 18stelligen Zahl, so schließt er, muß dreistellig sein, und zwar kann die letzte Zahl (Einer) bei dem auf 3 endigenden Radikanden nur 7 sein. Der Logarithmus des 18stelligen Radikanden, der links eine 3 hat, ist, da $\log 3 = 0,477 \dots$, jedenfalls $> 17,477$ und der Logarithmus der gesuchten Zahl also $> \frac{17,477}{7}$, d. h. $> 2,496$, liegt also zwischen 2,477

und 2,602, den Logarithmen von 300 und 400. Die gesuchte dreistellige Zahl hat daher links eine 3. Da nun der 18stellige Radikand den Neunerrest 2 hat und da der Neunerrest einer 7. Potenz — mit zwei von vornherein plausiblen und daher leicht zu merkenden Ausnahmen, die hier nicht vorliegen — gleich dem Neunerrest der ersten Potenz ist, so muß die gesuchte Zahl gleichfalls den Neunerrest 2 haben. Soll sie dreistellig sein, mit 3 beginnen und auf 7 endigen, so kann es also nur 317 sein. —

Auf die psychologischen Fragen, zu denen die Erscheinung der gigantischen Rechner anregt, geht unser Autor seinem präzise formulierten Thema gemäß und mit Rücksicht auf das Programm der ganzen Sammlung, in der das Heft erschienen ist, natürlich nicht näher ein. Immerhin werden auch diese Fragen gestreift, und selbst den rechnenden Rossen von Elberfeld ist, freilich unter Vermeidung der Streitfrage, ein kurzer Abschnitt vorwiegend tatsächlichen Inhalts gewidmet. Mit Recht unterscheidet der Verfasser bei den Rechenkünstlern zwei Spezies. Es sei erlaubt, die Unterscheidung mit *Gauß*' Worten zu

geben, der einmal, in einem Brief an *H. C. Schumacher* (10. April 1847), sich so äußert: „Man muß hier zwei Dinge unterscheiden; ein bedeutendes Zahlengedächtnis und eigentliche Rechnungsfertigkeit. Dies sind eigentlich zwei ganz von einander unabhängige Eigenschaften, die verbunden sein können, aber es nicht immer sind. Es kann einer ein sehr starkes Zahlengedächtnis haben, ohne gut rechnen zu können, wie z. B. der *Hirsch Dänemark*. . . Umgekehrt kann jemand eine superiöre Rechnungsfähigkeit haben, ohne ein ungewöhnlich starkes Zahlengedächtnis. . . . Rechnerfertigkeit kann nur darnach taxiert werden, ob jemand auf dem Papier ebensoviel oder mehr leistet als andere.“ — Zu welcher Klasse gehört hiernach z. B. der bekannte *Zacharias Dase* (1824—1861)? Vielleicht zu keiner oder zu beiden! Jede starre Systematik wird durch die Zwischenstufen zuschanden. Es scheint freilich, daß unser Buch *Dase* unbedingt zu jenen Rechenkünstlern zählen will, die „gleichzeitig in der Mathematik ihren Mann stellten“ (p. 48). Die Urteile der mathematischen Zeitgenossen über *Dases* Geistesfähigkeiten lauten allerdings anders und im ganzen recht abfällig. *Kummer* z. B. hat in seinen Vorlesungen sich oft genug sehr kraß über *Dases* Intellekt geäußert: „*Dase* war so dumm, daß er nicht einmal die Auflösung linearer Gleichungen verstand“¹⁾, ist wohl noch die relativ mildeste Fassung. Dabei stützte sich *Kummer*, sei es mittelbar, sei es unmittelbar, vermutlich auf Erzählungen *Jacobis*, den es allerdings, da er ab ovo beginnen mußte, „eine vierwöchentliche Mühe kostete“, *Dase* die Auflösung linearer Gleichungen beizubringen. „Hernach aber zeigte sich diese Mühe sehr lohnend“; so fährt *Jacobi* jedoch in seiner brieflichen Schilderung²⁾ fort, „denn er löste mit großer Schnelligkeit 47 Gleichungen auf, in denen freilich immer nur höchstens 12 Unbekannte vorkamen.“ Auch *H. C. Schumacher* äußert sich recht abfällig über den „Arithmetikanten“ *Dase*, wie *Gauß* und er ihn nennen. „Er scheint keines mathematischen Begriffes fähig zu seyn, und soll allein im numerischen Rechnen Fertigkeit haben.“ „Er ist so borniert, daß man mit ihm eine starke Brandmauer einlaufen könnte, kann nicht die ersten Elemente der Mathematik begreifen (wie denn der gutmüthige *Petersen* vor

¹⁾ So angegeben im „Briefwechsel zwischen *Gauß* und *Wolfgang Bolzai*“, Leipzig 1899, in einer Anmerkung der Herausgeber, p. 199.

²⁾ Brief an *P. A. Hansen*; siehe *L. Koenigsberger*, „Carl Gustav Jacob Jacobi.“ Leipzig 1904, p. 439. — In demselben Briefe (p. 440) ist übrigens gesagt, daß *Dase* nicht mit Logarithmen rechnete; ich hebe das hier hervor, da Herr *Maennchen* (p. 10 und 11) als sicher annimmt, daß zu den ständigen Hilfsmitteln der professionellen Rechenkünstler auch die Logarithmen gehören, die sie für alle zweistelligen Zahlen, und zwar bis auf 3 Dezimalen, auswendig wußten, eine Annahme, die, zumal bei dem zumeist sehr stark entwickelten Gedächtnis dieser Künstler, für den *Regelfall* hier gewiß nicht in Zweifel gezogen werden soll. *Dase* dürfte aber jedenfalls eine Ausnahme von dieser Regel bilden.

seiner, i. e. *Dase's* Reise sich 6 Wochen umsonst gequält hat, ihm nur die ersten Anfangsgründe beizubringen), aber die Fertigkeit im numerischen Rechnen setzt jetzt in Erstaunen. . . . Er multipliziert im Kopfe 2 Zahlen

jede von 20 Ziffern in 6 Minuten,
jede von 40 Ziffern in 40 Minuten,
jede von 100 Ziffern in $8\frac{3}{4}$ Stunden.

Quadratwurzeln mit 60 Dezimalstellen zieht er in unglaublich kurzer Zeit aus“ (1847). . . . „Weiter ist er in der That nichts als eine Rechen-Maschine; es ist auch keine divinae particula auae in ihm“ (1849)¹⁾.

Mathematisches Talent scheint *Dase* nach alledem nicht einmal in geringerem Maße besessen zu haben; er hat immer nur numerische Rechnungen ausgeführt, hat die Zahl π auf 200 Stellen berechnet, hat, um ein Desiderat von *Gauß* zu befriedigen, Faktorentafeln der 7., 8. und 9. Million berechnet, hat — in dem oben von *Jacobi* erwähnten Falle — die Gleichungen *Bayers* für die preußische Gradmessung (nach *Jacobi's* Anleitungen) aufgelöst, für *Dove* umfangreiche meteorologische Rechnungen ausgeführt, für *Jacobi* Tabellen zur Bestätigung des *Waring'schen* Satzes aufgestellt und andere ähnliche Rechnungen ausgeführt. Im ganzen ist jedoch der Nutzen, den die Wissenschaft von dem phänomenalen, aber einseitigen Talent *Dases* gezogen hat, nur ein mäßiger gewesen. *Gauß* scheint, auf die verschiedenen durch Freund *Schumacher* ihm übermittelten Anfragen hin, sich redlich den Kopf zerbrochen zu haben, wie ein solches Talent für die Wissenschaft fruktifiziert werden könne, wußte aber, obwohl er „hin und her gesonnen, ihm keine seinen Kräften angemessene Arbeit nachzuweisen“²⁾, und nannte schließlich nur, als persönlichen Wunsch, die schon erwähnten Faktorentafeln, die denn auch später, freilich erst nach seinem und *Dases* Tod, gedruckt sind. „Ich selbst habe“, so sagt *Gauß* in diesem Brief an *Schumacher* (16. April 1847), „in meinem Leben sehr viele und zum Teil sehr große Rechnungen ausgeführt; auch zuweilen dabei einige fremde Hülfe benutzt; ich wüßte mich aber kaum eines Falles zu erinnern, wo die Hülfe von Jemand, der bloß mechanische Rechnungsfertigkeit gehabt hätte — möchte diese auch noch so groß gewesen sein — mir von irgend einem Nutzen hätte sein können.“ Freilich weiß *Moritz Cantor*³⁾ auf Grund einer persönlichen Erinnerung, die noch auf *Gauß'* Vorlesung vom W. S. 1850/51 zurückgeht, von einem Falle zu

erzählen, in dem der große Mathematiker das seltene Rechentalent *Dases* seinen Interessen dienstbar gemacht haben soll; allerdings spielt der Rechenkünstler hier eine ähnliche Rolle wie *Henri Mondeux* bei dem Experiment *Cauchy's*. Handelte es sich doch für *Gauß* lediglich darum, den praktischen Wert eines von ihm gefundenen rechnerischen Kunstgriffes zu erproben, und zwar in der Weise, daß er feststellen wollte, wie viel schneller er selbst auf den Flügeln jenes Kunstgriffes das gesteckte Ziel zu erreichen vermochte als ein anderer, und selbst derjenige, der an sich über das höchste Maß gedächtnismäßiger Rechenroutine verfügte.

Von den vielen großen Rechnungen, die er in seinem Leben selbst ausgeführt, spricht *Gauß* in der soeben zitierten Briefstelle bereits selbst und, da der Verfasser unseres Buches unter den genialen Mathematikern, die gleichzeitig vorzügliche Rechner waren, nicht *Gauß*, sondern nur *Euler* und *Gordan* als Beispiele nennt, so darf hier noch ausdrücklich hervorgehoben werden, daß der „Princeps mathematicorum“ auch in dieser Beziehung wohl nur von ganz wenigen erreicht ist. Freunde und Schüler von *Gauß* haben stets seine sehr bedeutende Gewandtheit, Schnelligkeit und Ausdauer in numerischen Rechnungen aufs höchste bewundern müssen und einer von ihnen, der durch seine Schulbücher bekannt gewordene *Lübsen*, hatte zur Erklärung dieses Phänomens bereits zu der Annahme seine Zuflucht genommen, *Gauß* müsse ganz besondere Hilfsmittel beim Rechnen verwenden, wie etwa — die biquadratischen Reste. „Meine jetzt fast 50 jährigen Beschäftigungen mit der höhern Arithmetik“, so äußert sich *Gauß* selbst hierzu in seinem 65. Lebensjahre, „haben an der mir zugeschriebenen Fertigkeit im numerischen Rechnen in so fern einen großen Antheil, als dadurch von selbst vielerlei Zahlenrelationen in meinem Gedächtniß unwillkürlich hängen geblieben sind, die beim Rechnen oft zu Statten kommen. Z. B. solche Producte, wie $13 \times 29 = 377$, $19 \times 53 = 1007$ und dergleichen, schaue ich unmittelbar an, ohne mich zu besinnen, und bei andern, die sich aus solchen ableiten lassen, ist des Besinnens so wenig, daß ich mir desselben kaum selbst bewußt werde. Übrigens habe ich niemals Rechenfertigkeit absichtlich irgendwie cultivirt, sonst hätte sie sich ohne Zweifel viel weiter treiben lassen; ich lege darauf gar keinen Wert, außer in so fern sie Mittel nicht aber Zweck ist.“ So oft *Schumacher* daher auch dem großen Freunde *Dases* Absicht ankündigte, auch nach Göttingen — zu einer „Produktion“ seines Talents — zu kommen, *Gauß* antwortete stets abratend und geradezu abwehrend⁴⁾. Das reine Rechen-

¹⁾ Briefwechsel zwischen C. F. Gauß und H. C. Schumacher, Bd. V, Altona 1863, p. 32 und 295/6; VI, Altona 1865, p. 28.

²⁾ Briefwechsel Gauß-Schumacher; V; p. 303.

³⁾ Moritz Cantor, „Beiträge zur Lebensgeschichte von Carl Friedrich Gauß“. Mémoire présenté au congrès d'histoire des sciences. Paris 1900. — Der berühmte Historiograph der Mathematik begleitet diesen *Dase* betreffenden Passus freilich mit einem Vorbehalt der Gedächtnistäuschung.

⁴⁾ Die anscheinend aus Tageszeitungen stammende Angabe, in dem Nachlasse *Dases* habe sich ein Album mit Anerkennungen von hervorragenden Zeitgenossen, darunter auch einer von *Gauß* (s. Zeitschr. f. mathem. u. naturw. Unterr. 11, 1880, S. 332), gefunden, wird

talent interessierte ihn mathematisch gar nicht und höchstens psychologisch. Dagegen hat er selbst in dem, was er in dem oben zitierten Worte als das Wesentliche und Entscheidende bezeichnet: den Leistungen *auf dem Papier*, wohl alle bedeutenden Mathematiker vor und nach ihm übertraffen. Welche ungeheuren Rechnungen hat er nicht für seine Störungsrechnungen, für die Organisation der Göttinger Universitäts-Witwenkasse, vor allem aber für die große Aufgabe der hannoverschen Landesvermessung durchgeführt und zwar zumeist ganz allein durchgeführt nach Methoden, in denen scharfsinnig jeder mögliche Vorteil ausgenutzt wurde und bei denen möglichst alle einzelnen Teile mit allen nur möglichen Kontrollrechnungen verpanzert wurden, sodaß ein etwaiger Fehler nie lange unentdeckt bleiben konnte. Bei der Landesvermessung Hannovers hat *Gauß* einmal zur Ausgleichung von 150 durch Messung ermittelten Winkeln ein System von nicht weniger als 55 Gleichungen mit ebensoviel Unbekannten aufgelöst. „Ich bewundere“, schrieb ihm *Olbers* damals (12. Juni 1826), „die große Genauigkeit Ihrer Vermessungen, erstaune aber über die ungeheure Arbeit, die Sie bei dieser Ausgleichung haben. Eine Elimination aus 55 Gleichungen mit ebenso viel unbekannten Größen, das ist nicht bloß etwas Unerhörtes, sondern wahrlich schauderhaft. Nur Sie, lieber *Gauß*, konnten den Muth haben, eine so unermeßliche Rechnung zu unternehmen und nur Sie waren im Stande, sie durchzuführen. — Unter 150 Richtungen nur 5, die über 1'' zu ändern wären! Gewiß ist noch nie eine Messung gemacht worden, die der Ihrigen an Genauigkeit auch nur nahe kommt.“

„Mathematiker sind schlechte Rechner“ — das Beispiel *Gauß* ist gewiß nicht geeignet, dies Vorurteil, das auch der Verfasser unseres Buches zitiert, zu stützen. Freilich ist die Ansicht weit verbreitet: Als vor einer Reihe von Jahren im deutschen Reichstage bei Abstimmungen nach dem Modus „Aichbichler“ in der Ermittlung der Abstimmungsergebnisse Fehler vorgekommen waren, konnte man in der „Freisinnigen Zeitung“ (v. 18. Dezember 1902) — gewiß aus der Feder *Eugen Richters* — den Satz lesen: „Die vorgekommenen Irrtümer in der Feststellung werden zurückgeführt darauf, daß sich unter den Schriftführern ein Mathematiker befindet und anerkanntermaßen die Mathematiker oft schwache Rechner sind.“ Nun, wenn es wahr ist, daß jener mathematische Schriftführer die Schuld an den vorgekommenen Irrtümern trug, so wird er doch nur zu einer Minorität von Mathematikern gehören, zu der, wie es scheint, von großen

jedenfalls, soweit sie *Gauß* betrifft, stark bezweifelt werden dürfen. Das genannte „Album“ hat freilich existiert und *Dase* hat dies Dokument seiner Kunst, das nach *Schumachers* Zeugnis (Brief an *Gauß* vom 18. April 1847) „durch lächerlich übertriebene Bewunderung bald ekelhaft“ wirkte, auf seinen Reisen mit sich geführt.

Mathematikern beispielsweise auch *Poisson* und *Eisenstein* zu rechnen wären. Sehr viel größer wird aber die Reihe derjenigen Mathematiker sein, die gute oder gar hervorragende Rechner waren. Ohne lange zu suchen, weiß ich z. B. im Augenblick nach gut verbürgten Aussagen außer den schon Genannten (*Gauß*, *Cauchy* und *Euler*) als hervorragende Rechner anzuführen: *Wallis*, *Lambert*, *Bessel*, ferner *Ludwig Schläfli*, von dem ein jüngerer Bruder übrigens geradezu ein Rechengenie war. Auch *Madame du Châtelet* muß, um auch die Mathematikerinnen nicht zu vergessen, im Rechnen sehr hervorragend gewesen sein; erzählt ihr Freund *Voltaire* doch von einer gewaltigen Division, die sie eines Tages zu allgemeiner Verwunderung im Kopfe ausgeführt habe.

Über den heutigen Stand der Theorie des Regenbogens.

Von Dr. R. Schachenmeier, Karlsruhe.

Die neueren Arbeiten zur Theorie des Regenbogens sind nicht nur als bedeutende wissenschaftliche Leistungen von Interesse. Ihre Entstehung ist auch typisch für den stufenweisen Entwicklungsgang wissenschaftlicher Erkenntnis überhaupt. Schließlich spielt noch ein rein äußerlicher Umstand mit hinein. Denn aus alter Tradition wird in Lehrbüchern und Berichten fast immer noch die alte Descartessche Theorie vorge tragen, obgleich längst anerkannt ist, daß dieselbe unzulänglich ist und durch die sog. Airysche Theorie ersetzt werden muß. Vielleicht trugen auch die mathematischen Schwierigkeiten dazu bei, daß die moderne Theorie des Regenbogens nur andeutungsweise im Anschluß an die Descartessche behandelt zu werden pflegt. All diese Umstände lassen es aus mehr als einem Grunde lohnend erscheinen, einmal die modernen Prinzipien, nach welchen der Regenbogen zu erklären ist, befreit von mathematischen Formeln, zu betrachten.

Bekanntlich erklärt *Descartes* den Regenbogen durch Reflexion der Sonnenstrahlen an den Tropfen einer Regenwand. Seine größte Leistung auf diesem Gebiet war die Einsicht in die Bedeutung des mindestgedrehten Strahles. Es wird auf denselben noch zurückzukommen sein. Nach *Descartes* erzeugt er die eigentliche Erscheinung des Regenbogens.

Descartes berechnete auf Grund dieser Ansicht den sphärischen Abstand des Regenbogens vom Gegenpunkt der Sonne zu $42^{\circ} 4'$, und es ergab sich eine vorzügliche Bestätigung durch zahlreiche Messungen.

Descartes' Theorie stößt auf Schwierigkeiten bei der Deutung der Regenbogenfarben. Durch Heranziehen der Newtonschen Farbenlehre wird das Auftreten und die Aufeinanderfolge der Farben zwar richtig erklärt. Aber es ergibt sich

so auch eine Regel für die Breite des Regenbogens. Der Abstand des roten Saumes vom violetten müßte rund 2° betragen.

Versucht man dieses Resultat der Theorie durch Messung zu bestätigen, so decken schon ganz rohe Beobachtungen außerordentlich auffällige Abweichungen auf. Selbst mit freiem Auge erkennt der aufmerksame Beobachter, daß die Breite bei verschiedenen Bogen ungemein stark wechselt. Hier ist die Theorie an dem Punkte angelangt, von dem sie auf Descartesscher Grundlage keinerlei Rechenschaft zu geben vermag, wo ihre Resultate geradezu falsch werden. Soll die veränderliche Breite des Regenbogens sowie noch andere damit zusammenhängende Erscheinungen begreiflich werden, so muß eine Korrektur an den Grundlagen selbst vorgenommen werden.

Es wird derselbe Wechsel des Standpunktes nötig, der auf anderen Gebieten der Optik schon in einem weit früheren Entwicklungsstadium eintrat: der Übergang von der Strahlenoptik zur Wellenoptik. Wie bei den Phänomenen der Interferenz und Beugung die Undulationstheorie mit einem Schlage die Schwierigkeiten hinwegräumte, welche für die Strahlenoptik unüberwindlich waren, so liefert auch beim Problem des Regenbogens die Undulationstheorie eine unerwartete Erklärung der aufgedeckten Schwierigkeit und eröffnet ganz neue Perspektiven: der ganze Vorgang entpuppt sich plötzlich als ein reines Beugungsphänomen.

Es ist das Verdienst *Airys*, den Übergang zu dieser neuen Vorstellungsweise vollzogen zu haben. Aber obgleich seine Abhandlung schon im Jahre 1836 erschienen war und die Leistungsfähigkeit seiner Methode einwandfrei dargetan hatte, so blieb sie doch selbst im Kreise der Physiker und Meteorologen fast unbeachtet. Erst als Meteorologen wie z. B. *Pernter* in den 90er Jahren immer nachdrücklicher darauf hinwiesen, wieviel ungelöste Probleme der Regenbogen biete, die nur nach *Airys* Methode zu lösen seien, wandte sich die wissenschaftliche Forschung ihr zu. Der Zeit ihrer Wirksamkeit nach müßte die *Airys*che Arbeit also zu den neueren gerechnet werden.

Dieser Umstand war wohl größtenteils durch die blendende Einfachheit und Eleganz der Descartesschen Theorie bewirkt. Daß sie an einer strengeren Analyse der Farbenerscheinungen scheitert, wurde meistens deshalb übersehen, weil man gar nicht so sorgfältig beobachtete, um zu konstatieren, wie sehr die Resultate der Theorie von den Tatsachen abweichen.

In der Tat wurde eine genaue, wissenschaftliche Beschreibung des Regenbogens, die doch einem jeden Erklärungsversuch vorausgehen sollte, erst von *Pernter* in seiner 1906 erschienenen „Meteorologischen Optik“ III. gegeben. Eine solche fördert nun eine ganze Reihe von neuen Eigenschaften des Regenbogens als wesentlich zutage, die von einer brauchbaren Theorie berücksichtigt werden müssen.

Wie erwähnt, wechselt die Breite des Regenbogens, aber noch mehr, auch die Breite der einzelnen auftretenden Farbenbänder ist außerordentlich verschieden. Während nach unserer oben dargelegten Theorie jeder Farbe des Spektrums ein für allemal ein unveränderlicher Raum zukommt, kann in Wirklichkeit die Breite einer Farbe so zu- oder abnehmen, daß einzelne derselben ganz fehlen, also gar nicht immer die „7 Regenbogenfarben“ auftreten. Am auffallendsten ist aber die Erscheinung, daß auch unterhalb des Hauptbogens weitere Bogen auftreten, die „sekundären Bogen“; und es gibt fast keinen Regenbogen, bei dem nicht, wenn auch lichtschwach, die Sekundären erkennbar wären. Sie gehören wesentlich mit zum Hauptbogen. Weitere Einzelheiten werden bei der Theorie dieser Erscheinung zu behandeln sein. Es genügt hier, darauf hinzuweisen,

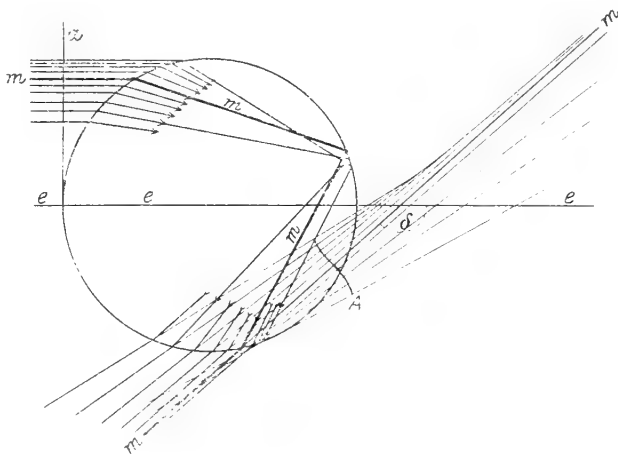


Fig. 1.

daß die Descartessche Theorie von der Existenz der sekundären Bögen auf keine Weise Rechenschaft zu geben vermag, und daß dieselben eigentlich den Anstoß gegeben haben, die Theorie zu revidieren und zu verbessern.

Wie so oft im Entwicklungsgang der Wissenschaft hat auch hier die neue Theorie die alte nicht schlechthin als unbrauchbar verworfen, sondern alle wesentlichen Gedanken der Descartesschen Theorie werden verwertet und nur durch Hinzufügen eines neuen Prinzips zu einem neuen System verarbeitet.

Fällt nämlich eine ebene Lichtwelle *a* (Fig. 1) in einen Wassertropfen, so tritt nach einmaliger Reflexion im Innern eine Welle wieder aus, welche das Phänomen des Regenbogens erzeugt. Ihre Wellennormalen werden nun von der Strahlenoptik nach Reflexions- und Brechungsgesetz gerade als austretende Strahlen konstruiert. Da für jede Farbe das Resultat anders ausfällt, so wollen wir vorerst nur einfarbiges Licht, z. B. rotes, einfallend denken. Aus dieser Konstruktion ist also sofort die Gestalt der Welle zu entnehmen. In Fig. 1 ist die durch den Punkt *A* gehende Wellenfläche eingezeichnet.

Jeder Strahl erscheint nach seinem Austritt aus dem Tropfen um einen gewissen Winkel gegen seine ursprüngliche Richtung gedreht. Die Bestimmung des mindestgedrehten Strahles ist eine einfache Aufgabe der Differentialrechnung. Es zeigt sich nun, daß der Punkt, wo dieser mindestgedrehte Strahl die Wellenfläche durchsetzt, für dieselbe ein ausgezeichneter ist, z. B. in der durch *A* gehenden Welle ein Wendepunkt. Ein Blick auf die Fig. 1 lehrt ferner, daß in seiner Nähe die austretenden Strahlen am dichtesten liegen. Das in diesem Bereich herausgegriffene Strahlenbündel muß sich also durch größere Helligkeit vor anderen auszeichnen. Natürlich ist der wahre Vorgang nur so darzustellen, daß man die Figur um *e* als Achse rotierend denkt. Dann beschreibt der mindestgedrehte Strahl eine Kegelfläche mit der Achse *e* und dem Öffnungswinkel $180^\circ - \delta$, wo δ sein Drehungswinkel ist. In deren Nähe ist also das aus dem Tropfen austretende Licht in besonderer Helligkeit konzentriert. Die Gestalt der zugehörigen Wellenfläche ist nach *Pernters* Ausspruch vergleichbar mit einer Hutkrempe. Sie erst erzeugt den Regenbogen.

Aber auch so ist die Erklärung noch unvollständig. Denn diese Welle macht höchstens den Descartesschen Versuch mit der Glaskugel verständlich, bei welchem ein heller Kreis auf einem Schirm objektiv aufgefangen wird. Der Regenbogen ist aber ein nur subjektiv wahrnehmbares Scheinbild. Um dieses zu verstehen, muß man berücksichtigen, daß am Zustandekommen des Regenbogens sehr viele Tropfen beteiligt sind. Jeder derselben sendet einen besonders hellen Strahlenkegel aus. In das Auge des Beobachters kann von jedem dieser Kegel höchstens ein einziger Strahl gelangen, und dies nur von denjenigen Kegelflächen, welche selbst einen Kegel einhüllen, der das Auge zur Spitze, die Richtung der Sonnenstrahlen zur Achse und den Öffnungswinkel $180^\circ - \delta$ hat. Fällt aber ein solcher Strahlenkegel ins Auge, so glaubt der Beobachter tatsächlich, subjektiv, einen scheinbaren Kreis zu sehen, der den Gegenpunkt der Sonne zum Mittelpunkt hat. Für die quantitativen Verhältnisse sind also nur die Vorgänge am einzelnen Tropfen maßgebend.

Die Strahlenoptik nimmt an, daß Wellen sich so fortpflanzen, als ob sich ihre Normalen wie Lichtstrahlen verhielten, und dies ist auch richtig bei ebenen und kugelförmigen Wellen. Aber bei einer so ungewöhnlichen Gestalt der Wellenfläche wie z. B. der in Fig. 2 gezeichneten (natürlich ist nur ein ebener Schnitt durch die räumliche Fläche gezeichnet) zeigt sich eben, daß die Normalen als Lichtstrahlen nur Fiktionen sind, und daß der Vorgang eine Wellenbewegung ist. Man bekommt das resultierende Licht nicht, indem man einfach die Wellennormalen konstruiert; jetzt muß vielmehr das Gesetz, nach welchem die Welle wirkt, selbst aufgesucht werden.

Das Verfahren der Descartesschen Theorie be-

steht unter diesem Gesichtspunkte darin, daß von der Welle *ABC* (Fig. 2) nur ein kleines Stück zu beiden Seiten des mindestgedrehten Strahles *m* berücksichtigt wird. Da der Krümmungskreis an die Kurve *ABC* im Wendepunkt *B* mit der Tangente identisch ist, so kann dieses Stück tatsächlich als eben betrachtet werden, und das Verfahren der Strahlenoptik ist erlaubt. Die Descartessche Theorie ist also nicht einfach falsch, sondern sie bedeutet bloß eine Annäherung. Aber in allen Teilen unserer Erkenntnis müssen wir uns ja mit Annäherungen begnügen, und wenn bei den gemachten Vernachlässigungen nicht alle Seiten der Erscheinung erklärbar sind, so spricht dies bloß dafür, daß die vernachlässigten Faktoren berücksichtigt werden müssen. In unserem Falle sind dies die beiden gekrümmten Ränder der Wellenfläche zu beiden Seiten des nahezu ebenen Stückchens in der Mitte. Eine genaue Behandlung dieser Aufgabe ist nur mit bedeutenden mathematischen Hilfsmitteln möglich. Doch läßt sich der Sinn dieser Beugungsvorgänge einigermaßen anschaulich machen.

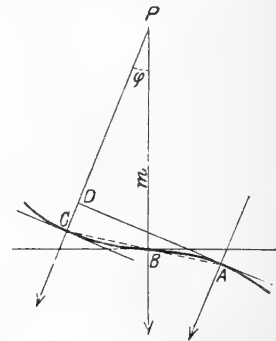


Fig. 2.

Nach dem Grundprinzip der Wellenoptik (Huyghensches Prinzip) ist jedes Element einer Welle Ausgangspunkt einer neuen, sog. Elementarwelle, sendet also seinerseits Licht aus. Am stärksten ist diese Strahlung in senkrechter Richtung zum Wellenelement, und wir berücksichtigen diese allein. Betrachten wir diesen Elementarstrahl nun in irgendeinem Punkt *A* der Welle (Fig. 2), so existiert auf der andern Seite des Wendepunkts *B* in gleicher Entfernung im Punkt *C* ein zu diesem paralleler Strahl, eben infolge der besonderen Gestalt der Kurve. Die beiden Strahlen weisen einen Gangunterschied $CD = \Delta$ auf.

Derselbe ist natürlich um so größer, je größer der Winkel φ zwischen Elementarstrahl *PC* und mindestgedrehtem Strahl *m* ist. Aus der elementaren Optik ist bekannt, daß zwei Strahlen sich gegenseitig auslöschen, wenn ihr Gangunterschied gleich einem ungeraden Vielfachen der halben Wellenlänge λ ist, aber sich verstärken, wenn derselbe ein Vielfaches der ganzen Wellenlänge beträgt. Mit wachsendem Winkel φ werden also die beiden Elementarstrahlen sich bald auslöschen, bald verstärken: man sieht abwechselnd hell und dunkel.

Das erste Helligkeitsmaximum liegt in der Nähe des mindestgedrehten Strahles. In der Richtung des letzteren selbst beträgt die Intensität nicht ganz die Hälfte der Intensität des ersten Helligkeitsmaximums. Dieser von der Strahlenoptik allein berücksichtigte mindestgedrehte Strahl ist also bei weitem nicht der wirksamste Teil des austretenden Lichtes. Es wurde bis auf die neueste Zeit oft behauptet, die Descartessche Theorie liefere den Hauptbogen richtig, und nur für die sekundären Bögen müßte eine besondere Erklärung herangezogen werden. Auch hiervon kann also nicht die Rede sein.

Unsere Betrachtung liefert außer dem ersten Helligkeitsmaximum noch unendlich viele weitere Maxima, jeweils getrennt durch Minima der Intensität. Das heißt, bei Berücksichtigung der besonderen Form der Welle tritt seitlich von dem einen Maximum noch ein unaufhörliches Wechselspiel von Hell und Dunkel auf, je mehr der beobachtete Strahl gegen den mindestgedrehten geneigt wird.

Natürlich ist für das Zustandekommen der Erscheinung die durch Rotation von Fig. 1 entstandene räumliche Figur maßgebend. Das erste

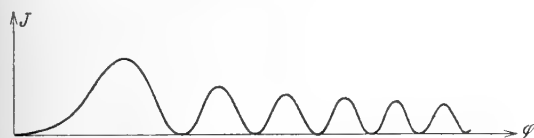


Fig. 3.

Helligkeitsmaximum liegt auf einem Kegel, der den Hauptregenbogen erzeugt, während die Kegel, auf denen die weiteren Maxima liegen, den sekundären Bögen entsprechen.

Die besondere Gestalt der Wellenkurve (Fig. 2) läßt nur solche Elementarstrahlen zu, deren Drehungswinkel gegen die Einfallrichtung größer ist als beim mindestgedrehten Strahl. Die Öffnungswinkel der zu den sekundären Bögen gehörigen Strahlenkegel sind also kleiner als beim Hauptbogen. D. h. die Sekundären können nur unterhalb des Hauptbogens vorkommen. Dies stimmt mit der Erfahrung überein. Ihr Auftreten ist also nach der heutigen Theorie eine nie ausbleibende Begleiterscheinung des Hauptbogens. Auch das wird von der Beobachtung bestätigt.

Der mindestgedrehte Strahl ist deshalb ausgezeichnet, weil in seiner Nähe die Helligkeit des austretenden Lichtes am größten ist. Demnach nimmt also auf der Wellenfläche ABC (Fig. 2) die Intensität der interferierenden Strahlen ab, je weiter sie auf die Ränder zurücken und ist am größten in der Mitte B . Je größer die Drehungswinkel werden, um so geringer ist demnach die Intensität der zugehörigen Intensitätsmaxima. In der Tat liefert eine exakte Berechnung der Intensitätswerte J als Funktion des Drehungswinkels φ das Kurvenbild der Fig. 3. Die Maxima, d. h. die sekundären Bögen, werden im-

mer lichtschwächer, weshalb auch nur eine begrenzte Zahl derselben sichtbar sein kann. Immerhin hat man in der Natur schon bis zu 6 beobachtet.

Unsere bisherigen Betrachtungen war einfaches Licht zugrunde gelegt. Da das Brechungsverhältnis des Wassers für kleinere Wellenlängen größer wird, so nimmt der Drehungswinkel des mindestgedrehten Strahles zu von Rot nach Violett. Der mindestgedrehte Strahl gibt für jede Farbe angenähert die Lage des ersten Intensitätsmaximums. Also müssen hiernach die Farben Rot bis Violett des Spektrums am Regenbogen von oben nach unten aufeinander folgen. Damit ist die auffallendste Eigenart der Regenbogenfarben erklärt. Aber es sind noch viele Feinheiten der Erscheinung aus der Theorie herauszulesen:

Da die Intensität einer Farbe nämlich allmählich ansteigt bis zu ihrem Maximum, so erscheint an keiner Stelle eine einzige Spektralfarbe isoliert, sondern sie ist stets gemischt mit noch anderen Farben. Die Maxima der einzelnen Farben bewirken nur, daß dieselben nacheinander in der bestimmten Reihenfolge des Spektrums vorherrschen. Die Regenbogenfarben sind also gar nicht reine Spektralfarben. Wenn sich in den Dimensionen der Kurve 3 für die einzelnen Farben nur wenig ändert, so ist klar, daß das Resultat der Mischung ein ganz anderes werden kann.

So kommt es, daß, bei jedem Bogen wieder anders, einzelne Farben besonders breit auftreten und andere wieder fehlen. Es gibt z. B. Bogen, in denen das Blau fehlt, solche, in denen das Rot fehlt oder auch solche, in denen das Rot sehr breit und leuchtend ist u. dgl. m.

Es ist nämlich tatsächlich ein Faktor vorhanden, der die Intensitätskurve der Fig. 3 beeinflussen kann, sowohl die Lage der Maxima und Minima als auch die Intensität der Maxima. Dies ist die Tröpfchengröße, die nach der Descartesschen Theorie in keinen Zusammenhang mit der Erscheinung gebracht werden kann. Denn zur Berechnung des mindestgedrehten Strahles werden nur Reflexions- und Brechungsgesetz benützt. Seine Lage ist vom Kugelradius unabhängig. Je kleiner aber der Tropfenradius, desto steiler werden in Fig. 2 die Ränder der Wellenfläche gegen die Wendetangente aufgebogen. Um so größer sind auch die Drehungswinkel, die zu ein und demselben Gangunterschied Δ gehören. Das erste Minimum liegt also auch um so weiter ab vom ersten Maximum, der ganze Abfall vom Maximum zum Minimum verläuft flacher, bei allen Farben. Schließlich können die Maxima der einzelnen Farben so flach werden, daß ihre Mischung überall Weiß ergibt. Der Radius der Tröpfchen, bei denen dies eintritt, beträgt etwa $\frac{3}{100}$ mm und weniger. Auf Nebelwolken, die aus solchen feinen Tröpfchen bestehen, beobachtet man diesen sog. weißen oder Nebelbogen.

Noch zahlreiche andere Erscheinungen haben in dieser Variabilität der Intensitätskurve mit dem

Tropfenradius ihren Grund. So kann zwischen Hauptbogen und Sekundären ein dunkler Raum auftreten, wenn das erste Minimum aller Farben auf dieselbe Stelle fällt, oder es kann der sekundäre unmittelbar sich an den Hauptbogen anschließen, wenn eben die Minima verschiedener Farben nicht alle zusammenfallen. Beide Fälle werden häufig beobachtet.

Nichts wesentlich Neues ist über die sog. Nebenregenbogen und deren Sekundäre zu sagen. Die Nebenregenbogen kommen zustande durch mehrmalige Reflexion des Lichtes im Inneren des Tropfens. Der bei diesem Vorgang auftretende besonders helle Strahlenkegel hat einen größeren Öffnungswinkel, je mehr Reflexionen stattgefunden haben. Bei zweimaliger Reflexion z. B. kommt ein Bogen zustande, der vom Gegenpunkt der Sonne $50^{\circ} 56'$ absteht. Das erklärt die Tatsache, daß die Nebenregenbogen alle oberhalb des Hauptbogens erscheinen. Die zu ihnen gehörige Wellenfläche hat dann wieder die beim Hauptbogen beschriebene Gestalt. Es gehören also zu jedem Nebenregenbogen unterhalb wieder Sekundäre.

Infolge der zweimaligen Reflexion wird die Farbenfolge beim Nebenregenbogen gerade umgekehrt wie beim Hauptbogen.

Die streng mathematische Analyse all der beschriebenen Verhältnisse wurde durch die Airysche Arbeit angebahnt, aber nicht vollendet. Einen wesentlichen Fortschritt erzielte *Wiener* 1890. Es gelang ihm, zu numerischer Rechnung geeignete Formeln aufzustellen. Er bearbeitete zum ersten Mal die Aufgabe, mit dem Experiment vergleichbare numerische Resultate aus der Theorie zu gewinnen. Sie stimmten im allgemeinen gut mit den Messungen überein, aber doch nur der Größenordnung nach. Es blieben noch bedeutende Abweichungen.

Etwas früher hatten *Miller* an Kugeln, *Pulfrich* an Glaszylindern exakte Messungen ausgeführt, welche *Wiener* benutzte. Sie hatten sozusagen die Untersuchung am künstlichen Regenbogen im Laboratorium begonnen, was nunmehr allgemein üblich geworden ist. Man benutzt am bequemsten Zylinder aus Glas. Auch Wasserstrahlen können als Zylinder dienen. Beobachtet wird durch ein auf unendlich eingestelltes Fernrohr. Man sieht dann eine Folge von hellen Streifen, welche an Stelle des Hauptbogens und seiner Sekundären treten. *Pernter* hat auf diesem Wege die Theorie geprüft.

Da der Tropfenradius beim natürlichen Regenbogen stets unbekannt ist, so gestatten diese Experimente, bei denen der Radius meßbar ist, eine viel zuverlässigere Prüfung der Theorie. Doch ist die genaue Ausmessung schwierig. Beobachtungen am natürlichen Regenbogen werden jetzt meistens zu dem Zweck gemacht, um mit Hilfe der Formeln der Theorie auf die Tröpfchengröße zurückzuschließen. Regeln hierfür hat *Pernter* gegeben.

Auf anderem Wege als *Wiener* leitet *Maskart* eine Formel ab, welche sehr schnell die sekundären Bögen zu berechnen gestattet, aber über den Verlauf der Minima nichts aussagt. *Macé de Lépinay* zeigte, daß sie nur ein Spezialfall einer viel allgemeineren Theorie ist, die die Interferenzfransen in der Nähe von Brennpunkten liefert. In Wahrheit ist der Regenbogen ja nichts anderes als eine Beugungserscheinung an einer Brennpunktfläche.

In neuester Zeit, 1909 und 1912, hat *Möbius* die Genauigkeit von Rechnung und Messung sehr vervollkommen. Er erreicht dies namentlich durch genaue Berücksichtigung der Gestalt der Wellenkurve. Während *Wiener* dieselbe zeichnerisch ermittelt und *Maskart* ebenso wie *Airy* eine Näherungsformel substituieren, setzt *Möbius* den exakten analytischen Ausdruck in seine Formeln ein. Ferner berücksichtigt *Möbius* auch den Umstand, daß die Regentropfen nicht genau kugelförmig, sondern schwach elliptisch ausgebildet sind.

Eine interessante Aufgabe ist die Berechnung der beobachtbaren Farben. Da dieselben Mischfarben sind, so muß die physiologische Optik zu Hilfe genommen werden. *Pernter* arbeitet mit dem Maxwell'schen Farbendreieck.

Gerade auf diesem Gebiet bleibt noch sehr viel zu tun übrig. Denn der Anteil, den eine einzelne Spektralfarbe des Sonnenlichtes am Zustandekommen der Regenbogenfarben hat, hängt außer von all den aufgezählten Faktoren (Wellenlänge, Tropfenradius, Gesetze der Farbenmischung) auch noch von der relativen Intensität ab, die ihr im Sonnenspektrum zukommt.

Schließlich kommt noch eine sehr wichtige und schwierige Korrektur dadurch hinzu, daß die Sonne nicht als Punkt behandelt werden darf, sondern eine Scheibe ist, deren Winkeldurchmesser etwa $\frac{1}{2}^{\circ}$ beträgt.

Je tiefer die Wissenschaft in ihre Aufgabe eindringt, desto mehr neue Fragen drängen sich ihr auf. Dieses alte Problem, das schon bereits durch den genialen Wurf *Descartes'* für immer gelöst schien, beschäftigt die Wissenschaft heute noch. Es ist ein echtes Zeugnis von der Unergründlichkeit der Natur, deren Probleme ewig neue Fragen aus sich heraus stellen.

Beobachtungen über das Wachstum der Haare.

Von Prof. Dr. Georg Schöne, Greifswald,
Oberarzt der Kgl. Chirurgischen Klinik.

Im Laufe der letzten Jahre habe ich eine Anzahl von Beobachtungen über das Wachstum der Haare gemacht, welche vielleicht auf ein gewisses Interesse bei einem weiteren Leserkreise rechnen dürfen.

Quantitative Anomalien des Haarwachstums.

Man hält es für selbstverständlich, daß geschorenes oder rasiertes Haar wieder nachwächst. Das ist auch, wie jedermann weiß, beim Menschen gewöhnlich der Fall, und zwar ist die Schnelligkeit des Wachstums für eine und dieselbe Person im allgemeinen eine bestimmte und charakteristische. Die meisten Männer machen die Erfahrung, daß regelmäßiges Rasieren die Intensität des Nachwachsens bis zu einem gewissen Grade steigert, wobei es dahingestellt bleiben mag, ob das tiefe Kappen der Haare oder der durch das Rasieren verursachte Reiz das wirksame Moment darstellt. Unzweifelhaft ist nach meinen Erfahrungen, daß das Barthaar bei regelmäßigem Rasieren im Sommer, während der heißen Zeit, schneller nachwachsen kann als im Winter, so daß im Sommer ein häufigeres Rasieren notwendig wird. Man wird nicht fehl gehen, wenn man diese Erscheinung auf die vermehrte Durchblutung und die regere Lebens-tätigkeit der Haut während der warmen Monate zurückführt, welche sich ja auch ganz besonders in der intensiven Tätigkeit der Schweißdrüsen äußert. In Parallele hiermit sind Beobachtungen über verstärktes Haarwachstum zu stellen, welche jeder Chirurg täglich zu machen Gelegenheit findet. Man sieht häufig ein auffallend intensives Haarwachstum in der nächsten Umgebung lange Zeit eiternder Wunden oder auf Hautpartien, welche regelmäßig der Wirkung der heißen Luft ausgesetzt werden. Über derartige Erscheinungen hat vor einigen Jahren *Poenaru-Caplescu* berichtet. Er erklärt sie im wesentlichen als Folgen der Hyperämie und zwar gewiß mit Recht.

Ganz besonders auffällig ist mir ein hierher gehöriges *verstärktes Haarwachstum* bei weißen Mäusen gewesen, bei welchen ich zu anderen Zwecken große Stücke der Rücken-haut mit etwas Fett und Hautmuskel ausschnitt und demselben Tier in derselben Lage wieder einheilte. Das Haar auf solchen Hautlappen pflegt zum größten Teile auszufallen, wenn auch häufig ein Teil der Haare sich mindestens sehr lange Zeit erhält. Schon in der dritten und vierten Woche setzt aber ein intensives Nachwachsen an den Stellen des Haarausfalles ein. Ein Teil der in dem transplantierten Hautstück enthaltenen Haarbälge geht zwar zugrunde, so daß die nachwachsenden Haare fast immer etwas weniger dicht stehen, als es dem normalen Typus des Tieres entspricht. *Das Wachstum der neuen Haare aber ist sehr häufig ein abnorm schnelles*, was sich leicht aus dem Vergleich mit dem Wachstum der vor der Operation auch in der Umgebung des Hautlappens geschorenen Rücken-haare feststellen läßt. Die Tiere tragen zeitweise ganz merkwürdige Haarschöpfe auf ihrem Rücken. Bei genauerm Zusehen überzeugt man sich leicht davon, daß auch Haare, welche nicht mehr dem Lappen selbst angehören, sondern auf der umgebenden Haut in unmittelbarer Um-

gebung des Wundrandes hervorsprossen, das-selbe intensive Wachstum aufweisen. Daß der *lebhaft Stoffwechsel* im Bereiche des anheilenden und regenerierenden Hautstückes wie der ganzen Wunde die Steigerung des Haarwachstums erklärt, dürfte anerkannt werden.

Daß das Nachwachsen des Haupthaares oder überhaupt der menschlichen Haare nach dem gewöhnlichen einfachen Scheren einmal für lange Zeit ausbliebe, habe ich bisher nicht gesehen. Wohl aber habe ich bei Mäusen derartige Beobachtungen gemacht, welche mich überrascht haben. Im allgemeinen ist auch bei diesen Tieren der Nachwuchs der Rücken-haare nach der Schur mit der Schere die Regel. Man sieht aber sehr häufig quantitative Verschiedenheiten insofern, als die der Nackengegend benachbarten Haare besser wachsen als die Haare der Steißgegend. Es hängt dies augenscheinlich z. T. damit zusammen, daß die Nackenhaut durch Fett und Muskulatur besser gepolstert und besser ernährt ist als die Haut des hinteren Rückenabschnittes. Im Laufe der Zeit sind mir eine größere Anzahl von Tieren vorgekommen, *bei welchen das Haar besonders im hinteren Bereich des Rückens und in den Flanken außerordentlich langsam nachwuchs, ja ein Tier, bei welchem es innerhalb von 18 Monaten auf größeren Hautstrecken überhaupt nicht dazu gekommen ist*. Zum Teil haben sich kurze Haarstoppeln erhalten oder sind wieder gewachsen, zum Teil sind die Haare ausgefallen. An diesem Tier sieht man noch heute die Wirkung jedes einzelnen Scherenschlages. Wohl gemerkt handelt es sich hier nicht etwa um Haare auf transplantiertem Haut, sondern auf der normalen Haut in der weiteren Umgebung autoplastischer Hauttransplantate. Auf dem Hautlappen selbst wuchs das Haar wesentlich besser. Die Haut war vor der Operation nur ein oder zweimal mit 96 proz. Alkohol abgewischt worden; ich glaube nicht, daß die Annahme einer schädigenden Wirkung des Alkohols zur Erklärung ausreicht. Von einer Hautkrankheit war nicht das Geringste nachzuweisen. Auch erschienen die Tiere frisch und munter und erwiesen sich zum Teil nach der Tötung bei der Sektion als gesund. Sie lebten genau unter denselben Bedingungen wie ihre Kameraden mit normalem Haarwuchs. Bei der mikroskopischen Untersuchung des Tieres mit anderthalbjährigem Aussetzen des Haarwuchses fanden sich die Haarbälge erhalten, zum Teil etwas atrophisch. In vielen sah man die Haare stecken, an manche Talgdrüsen angeschlossen, usw. In der Cutis waren erhebliche entzündliche oder sonstige Veränderungen nicht nachzuweisen.

Es bleibt unter diesen Umständen vorläufig nichts übrig, als anzunehmen, daß bei gewissen Individuen die Haare bestimmter Körperregionen nach der Schur nur sehr langsam, ja gelegentlich überhaupt kaum nachwachsen.

Farbenwechsel des Haarkleides.

Eine Frage, welche von alters her das Interesse in Anspruch nimmt, ist die, wie sich eigentlich das *Ergrauen der Haare* vollzieht. Besonders die wiederholten Mitteilungen über plötzliches Ergrauen haben zu der Vorstellung geführt, daß ein fertiges pigmentiertes Haar seine Farbe einbüßen könne. Die silberweiße Farbe des Greisenhaares wird zu einem guten Teile nicht nur durch einen Mangel an Pigment, sondern auch durch vermehrten Luftgehalt bedingt. Mancher glaubte sich eine Zunahme des Luftgehalts im fertigen Haare leichter vorstellen zu können als eine Depigmentierung; daher hat wohl diese anatomische Feststellung des vermehrten Luftgehaltes vieler weißer Haare den einen oder den anderen in der Annahme eines Ergrauens ausgebildeter Haare bestärkt. Berühmt ist eine Arbeit von *Brown-Séquard*, welcher an sich selbst das schnelle Ergrauen ausgebildeter Haare festzustellen glaubte. Auch für das supponierte Schwinden des Pigments aus dem fertigen Haar ist eine Erklärung gegeben worden. So nimmt *Metschnikoff* an, daß Chromophagen, d. h. ektodermale Phagozyten das Pigment aus den Haaren abtransportieren.

Es ist ohne weiteres klar, daß es nicht leicht ist, Beobachtungen über das Ergrauen von Haaren zu dem Grade von Sicherheit zu erheben, wie ihn die wissenschaftliche Feststellung verlangt. Ein sehr geeignetes Objekt bildet der Farbenwechsel winterweißer Tiere. Dieser ist von *Schwalbe* beim Hermelin untersucht worden. Es hat sich dabei herausgestellt, daß es sich nicht um das Ergrauen des fertigen Sommerhaares, sondern um ein Ausfallen der dunklen Haare und Nachwachsen eines weißen Haarkleides handelt. Immer wieder werden aber für die Annahme eines Weißwerdens ausgebildeter Haare die angeblich beobachteten Fälle von plötzlichem Ergrauen ins Feld geführt. Im Laufe der letzten Jahre hat *L. Stieda* die Frage des plötzlichen Ergrauens einer kritischen Untersuchung unterworfen und ist zu dem Resultat gelangt, daß es sich dabei ausnahmslos um Täuschungen, z. T. um romanhafte, irrtümliche Deutungen handele. Er vertritt die Ansicht, daß das fertige Haar überhaupt nicht ergrauen könne, daß es sich vielmehr ein für allemal um den Ersatz ausgefallener dunkler Haare durch weiße Haare handele.

Bei grauen Hausmäusen habe ich bei Gelegenheit der oben geschilderten autoplastischen Hauttransplantationen Befunde erhoben, welche im Zusammenhange mit der Frage des Ergrauens von Interesse sind. Nimmt man bei diesen Tieren die oben geschilderte Operation vor, so spielt sich im wesentlichen zunächst alles genau so ab wie bei der weißen Maus. Die Haare auf dem transplantierten Lappen fallen zum großen Teile aus und wachsen wieder nach. Als ich eine Anzahl derartiger Tiere eine Reihe von Wochen nach der

Operation nachkontrollierte, sah ich zu meiner Überraschung, daß bei einigen fast der ganze Lappen von langem, blendendweißem Haare bedeckt war. Der Anblick der Tiere war ein höchst merkwürdiger. Bei genauer Prüfung einer großen Zahl derartiger Tiere fand sich, daß nur in wenigen Ausnahmefällen weiße Haare vollständig fehlten. Meist waren wenigstens einzelne größere weiße Haarbüschel vorhanden, nicht selten waren auch weiße Haare zwischen graue eingestreut, derart, daß das Haarkleid meliert erschien.

Um mit Sicherheit festzustellen, ob es sich um ein Ergrauen fertiger Haare oder um einen Ersatz ausgefallener dunkler Haare durch farblose handele, wurde in einer größeren Versuchsserie die Haarschur vor der Operation unterlassen. Es zeigte sich nun deutlich, daß die stehenbleibenden Haare ihre alte Farbe behielten, und daß weiße Haare nur an solchen Stellen auftraten, wo vorher dunkles Haar ausgefallen war. Es waren aber keineswegs alle neuen Haare weiß, vielmehr wuchsen weiße und graue in ganz unregelmäßigem Verhältnis nach.

Man wird selbstverständlich nicht voreilig von diesen Vorgängen bei der Maus auf das Wesen des Ergrauens beim Menschen schließen. Es liegt hier nur ein Fall vor, in dem zuverlässig beobachtet worden ist, wie dunkles Haar durch weißes ersetzt worden ist.

Es ist mir bisher nicht gelungen, festzustellen, warum das eine Mal weißes, das andere Mal dunkles Haar auftritt. Die anatomische Untersuchung läßt ohne weiteres erkennen, daß die weißen Haare sich von den dunklen hauptsächlich durch einen ungleich geringeren Pigmentgehalt unterscheiden. Da nun die Haut der grauen Hausmaus nicht immer ganz einfarbig ist, sondern da sich unter vielen Tieren, deren Haut gleichmäßig pigmentarm erscheint, eine ganze Anzahl solcher finden, deren Integument viele *Pigmentflecken* aufweist, so lag der Gedanke nahe, es möchten aus den dunklen Hautpartien farbige, aus den hellen Zonen weiße Haare hervorsprossen. Das ist auch bei manchen Tieren der Fall. Besonders aus verdickten Hautstellen, deren tief-schwarze Farbe im wesentlichen durch eine abnorm tief bis zur Haarwurzel hinabreichende Pigmentierung des Haarschaftes bedingt wird, habe ich mit einer gewissen Gesetzmäßigkeit dunkle Haare wieder hervorkommen sehen. Aber auch hier finden sich Ausnahmen, und meist produzieren gleichmäßig pigmentarme größere Hautzonen scheinbar willkürlich hier weißes, dort dunkles neues Haar. Dabei ist die Tatsache zu vermerken, daß auch bei der normalen grauen Hausmaus sich gelegentlich einige weiße Haare zwischen die dunklen Rückenhaare eingestreut finden.

Es ist wiederholt mitgeteilt worden, daß Haare unter *nervösem Einfluß* ergraut seien (*Hemiplegie, Vitiligo*). Ich habe deshalb bei

einer Anzahl von Tieren die Hautlappen unter Erhaltung ihrer Hautnerven bei gleichzeitiger Zerstörung ihrer Blutgefäße und des lockeren subkutanen Bindegewebes abgelöst und wieder eingeeilt. Das Wachstum der Haare in solchen Fällen unterschied sich in nichts von dem oben geschilderten. Ein sicherer Schluß, daß die Nervenfunktion ohne jeden Einfluß auf die Farbe des nachwachsenden Haares sei, ergibt sich daraus deshalb nicht, weil die Degeneration auch der erhaltenen Nerven in dem abgelösten Hautstück stark genug gewesen sein kann, um die Nervenfunktion auszuschalten.

Rupft man die Haare in Narkose aus, so erhält man gelegentlich ein *abnorm dunkel nachwachsendes Haarkleid*. Zum Teil beruht die dunklere Farbe darauf, daß die hellbraunen Haarspitzen, welche für die graue Maus charakteristisch sind, zunächst mangelhaft differenziert werden, zu einem anderen Teile darauf, daß die nachwachsenden Haare etwas weniger dicht stehen, als bei einem normalen Tiere und deshalb der schon normalerweise schwarze Haarschaft besser sichtbar wird. In einem Falle zeigten sich zwischen den nachwachsenden nicht abnorm dunklen Haaren auch reichlich weiße Härchen. Die abnorm dunkle Farbe des Rückenhaars ist jetzt nach $\frac{5}{4}$ Jahren kaum mehr andeutungsweise erhalten. Die weißen Härchen aber sind während desselben Zeitraumes unverändert geblieben.

Die histologische Untersuchung der weißhaarigen Hautstücke hat bisher nichts Charakteristisches ergeben. Es gelang nicht ein Fehlen oder eine Degeneration bestimmter zu der Pigmentierung des Haares in Beziehung zu bringender zelliger Bestandteile des Haarbalgens usw. festzustellen. Die Kleinheit der Objekte macht sie aber für das mikroskopische Studium wenig geeignet, so daß dieses nicht als abgeschlossen gelten darf.

Nach allen diesen Versuchen und einigen anderen, auf die ich hier nicht näher eingehen will, nehme ich als Ursache des Nachwachsens weißer Haare an Stellen, wo vorher dunkle Haare ausgefallen sind, eine *temporäre* vorläufig nicht näher zu definierende *Ernährungsstörung* an, zu welcher ja bei einer Hauttransplantation reichlich Gelegenheit geboten ist. Unter dem Einfluß von Ernährungsstörungen gehen viele Haarbälge zugrunde, andere verlieren die Fähigkeit der Pigmentproduktion, wieder andere werden nicht merklich geschädigt. Späterhin bessern sich zweifellos die Ernährungsbedingungen wesentlich. Denn das weiße Haar wächst durchaus nicht dürrtig, sondern ebenso wie das neue schwarze Haar häufig in demselben beschleunigten Tempo, wie ich es oben für analoge Versuche an der weißen Maus geschildert habe. Auch bei den grauen Tieren beteiligt sich nicht selten das Haar außerhalb des Lappens im Bereiche des Wundrandes an diesem schnellen Wachstum. Die weiße Farbe nimmt es aber nicht an. Es ergibt sich also folgende auffällige Tat-

sache: während das Wachstum aller oder wenigstens der meisten neuen Haare quantitativ eine Steigerung erfährt, erleidet es bei einem Teil derselben neuen Haare eine qualitative Einbuße, welche in einem mehr oder weniger vollständigen Pigmentmangel zum Ausdruck kommt. Die weißen Haare halten sich ausgezeichnet. Ich besitze eine größere Anzahl von Tieren, bei welchen bis $1\frac{1}{2}$ Jahre seit der Operation vergangen sind. Bei den meisten Tieren hat sich nicht feststellen lassen, daß während dieser Zeit ein Ersatz weißer Haare durch dunkle eingetreten wäre. Da die Tiere inzwischen zweimal den Übergang vom Sommer in den Winter und einmal aus dem Winter in den Sommer durchgemacht haben, so darf man wohl annehmen, daß ein physiologischer Haarwechsel, soweit er ihnen eigentümlich sein sollte, inzwischen mindestens ein- oder zweimal eingetreten wäre. Man darf deshalb mit großer Wahrscheinlichkeit den gegebenen Zustand als einen dauernden ansehen. Bei einigen anderen Tieren scheinen einzelne weiße Härchen braunen Haaren Platz gemacht zu haben. Die schönsten Exemplare aber sind im wesentlichen unverändert geblieben.

Ein ähnlicher Ersatz dunkler Haare durch nachwachsende weiße findet sich auch bei anderen Tieren und gelegentlich auch beim Menschen. Ich besitze ein graubraunes *Kaninchen*, bei welchem im Winter 1912/13 von Studenten zur Übung Operationen am Rücken vorgenommen worden sind. Als ich das Tier vor kurzer Zeit zufällig wieder in die Hände bekam, fand ich die ganze betreffende Hautpartie mit reinem weißen Haar bedeckt. Bei einer Diskussion über diese Dinge im hiesigen Medizinischen Verein machte Geheimrat Schulz darauf aufmerksam, daß bei Pferden nach Satteldruck das Nachwachsen weißer Haare beobachtet wird. Beim Menschen ist z. B. nach dem Ausfallen der Haare bei *Alopecia areata* ein Nachwachsen heller Haare wiederholt aufgefallen. Über ein Ergrauen des menschlichen Haares nach der Hauttransplantation ist mir bisher nichts bekannt geworden.

Auch ein Nachwachsen abnorm dunkler neuer Haare ist gelegentlich nach einem durch Lues oder Röntgenstrahlen verursachten Haarausfall gesehen worden.

Künstliche Veränderungen des Haarstrichs.

Bekanntlich stehen die Haare zumeist nicht senkrecht zur Hautoberfläche, vielmehr sind die Haarbälge der Regel nach schräg in die Haut eingesenkt, und zwar in einer für die betreffende Körperregion charakteristischen Richtung. So entsteht der *Haarstrich*. Er ist demnach nichts Zufälliges, sondern stellt eine im Laufe der phylogenetischen Entwicklung erworbene, dem betreffenden Hautbezirk eigentümliche Eigenschaft dar, deren Zweckmäßigkeit in vielen Fällen ersichtlich ist.

Dies vorausgeschickt, seien einige Beobachtungen über das *Verhalten des Haarstrichs unter abnormen Bedingungen* mitgeteilt, welche erst zufällig erhoben und später planmäßig etwas ergänzt wurden.

Bei der Maus verläuft der Haarstrich in der dorsalen Körperregion derart, daß die Haare mit der Hautoberfläche einen schwanzwärts offenen spitzen Winkel bilden. Schneidet man nun ein größeres Stück Haut am Rücken heraus, und vertauscht bei der Reimplantation Kopf- und Schwanzpol, so verläuft nunmehr der *Haarstrich in umgekehrter Richtung*. Wenn die neuen Haare hervorsprossen, so entsteht ein ganz eigentümliches Bild derart, daß das lange kräftige junge Haar in einem einheitlichen Strom kopfwärts geneigt erscheint und in der Nackengegend die normalstehenden Haarbüschel der intakten Haut und die umgedrehten Haargarben des transplantierten Hautstückes sich gegeneinander aufbäumen.

Ich legte mir die Frage vor, ob dieser Zustand ein dauernder ist, oder ob der Organismus Mittel und Wege findet, diesen zweifellos un Zweckmäßigen Haarstrich mit der Zeit umzudrehen und wieder in einen normalen zu verwandeln. *Ich habe solche Tiere bis zu 19 Monaten lebend erhalten und gefunden, daß eine wesentliche Änderung nicht eintritt.*

Wir sehen sonst Transplantate sich häufig in einer „zweckmäßigen“ Weise umformen. Periostbedeckte Späne aus Tibia oder Ulna, welche zum Ersatz tuberkulös zerstörter Diaphysen zwischen die erhaltenen Epiphysen kleiner Röhrenknochen wie der Metakarpen eingesetzt werden, bilden sich im Laufe der Zeit derart um, daß die betreffenden Knochen schließlich im Röntgenbilde ihre normale Gestalt wiedergewinnen. Dabei ist allerdings zu bemerken, daß die transplantierte Knochensubstanz selbst sich als solche nicht erhält, sondern durch einen von dem mit übertragenen Periost ausgehenden Regenerationsprozeß ersetzt wird. In den arteriellen Kreislauf eingeschaltete Venenstücke erfahren allmählich eine Verdickung ihrer Wand, welche zum Teil durch eine Wucherung der Intima, zum Teil durch eine beträchtliche Hypertrophie der Media bedingt ist, in welcher sowohl die Muskulatur wie das Bindegewebe zunehmen. Es ist nicht zu verkennen, daß sich die Struktur der transplantierten Venenwand derjenigen eines arteriellen Gefäßes nähert.

Das wesentliche umformende Moment ist in diesen Beispielen in der *Funktion* gegeben. Im Falle der Knochentransplantation sind es Druck- und Zugwirkungen, welche das Transplantat treffen, im Falle der Gefäßverpflanzung ist es der Blutdruck.

Die Mäuse, bei welchen eine Umdrehung des Haarstrichs vorgenommen wurde, lebten in Behältern, deren Boden mit etwas Häcksel oder

Sägespänen bedeckt war. Sie hatten keine Gelegenheit durch enge Löcher zu kriechen. Es fehlte deshalb augenscheinlich ein kräftiges mechanisches Moment, welches den Haarstrich im Sinne der erneuten Umdrehung hätte beeinflussen können. Interessant ist, daß in der Steißgegend gelegentlich eine leichte Neigung zur Umkehr des Haarstriches zu erkennen war. Wühlt das Tier sich durch die Spreu, so bildet der starke Haarbüschel im Nacken für diese Steißhaare keinen genügenden Schutz, und so kommt es, daß der leichte Druck der Spreu hier die Andeutung einer Umdrehung des Haarstriches erzielt.

Das Resultat dieser Versuche ist also das, daß *der Organismus nicht das Vermögen besitzt, den falschen Haarstrich durch innere das Wachstum regelnde Faktoren zu korrigieren*. Die Funktion äußert hier keinen oder nur sehr geringen Einfluß, deshalb bleibt alles beim alten. Das Versuchsergebnis ist übrigens genau dasselbe, wenn man mit der Bauchhaut operiert. Vertauscht man Bauch- und Rückenhaut, so bewahren überdies die Haare an der neuen Stelle den alten Charakter.

Scheinbare Regeneration von Haarbälgen.

Ein echte Regeneration des Haares mitsamt seinem Haarbalg vom Oberflächenepithel her habe ich bisher nicht beobachtet. Daß Hautnarben haarlos bleiben, dürfte wenigstens für den Menschen sichergestellt sein.

Dagegen habe ich bei der Maus einen eigentümlichen Vorgang verfolgt. Tauscht man zwischen zwei blutfremden Tieren Hautlappen am Rücken aus, so gehen diese im Gegensatz zu den autoplastisch verpflanzten Hautstücken regelmäßig zugrunde. Immerhin ist das Schicksal des absterbenden Lappens nicht immer genau das gleiche. Der eine Lappen verfällt schnell, der andere langsam. Der eine wird nach kürzerer oder längerer Zeit in toto abgestoßen. Von einem anderen können sich besonders in der Nackengegend kleine Teile oder unter besonderen Versuchsbedingungen auch größere Abschnitte der Abstoßung entziehen; zwar sterben seine Zellen ab und das Epithel geht verloren, aber das tote bindegewebige Gerüst verbleibt an Ort und Stelle und wird vom Epithel der Nachbarschaft überwachsen, vom Bindegewebe und den Gefäßen der Umgebung reorganisiert. Es kann so zu einer *weitgehenden Erneuerung des Transplantats durch Substitution* kommen, ähnlich, wie wir es von der Knochentransplantation her kennen. Uns interessiert hier besonders das Verhalten des Epithels an Stellen, wo Haarbälge abgestoßen sind. *Man sieht nämlich sehr häufig das Epithel in die toten Haarbalgreste hineinwachsen und diese in einer Weise reorganisieren, daß man versucht ist, an eine echte Regeneration zu denken. Zur Haarbildung habe ich den Prozeß bisher nicht führen sehen.* Was

in mikroskopischen Bildern von Bestandteilen eines Haarschaftes zu finden war, habe ich stets für Reste der abgestorbenen Haare halten müssen.

Die Beobachtung zeigt, wie vorsichtig man sein muß, wenn es sich darum handelt, zwischen echter Erhaltung eines Transplantats und Substitution zu unterscheiden. Weiter aber erläutert sie auch aufs klarste die Bedeutung einer kritischen Unterscheidung zwischen Substitution und echter Regeneration. In unserem Falle entstehen histologische Bilder, welche sich denen von Haarbälgen nähern. Die alte Form wird einigermaßen wieder ausgefüllt, aber das Wesentliche, worauf es ankäme, nämlich die Fähigkeit der Haarbildung scheint den aus der Nachbarschaft herübergewachsenen Epithelzellen dauernd versagt zu bleiben. Die Möglichkeit, daß es doch einmal zur Haarbildung kommen könnte, will ich natürlich nicht a priori bestreiten.

Die meisten der geschilderten Beobachtungen sind zufällige. Der vorstehende Aufsatz erhebt schon deshalb keineswegs den Anspruch, den Gegenstand nach irgend einer Richtung hin zu erschöpfen. Immerhin darf den berührten Eigentümlichkeiten des Haarwachstums wohl ein gewisses allgemein biologisches Interesse zugesprochen werden.

Literaturverzeichnis.

1. Brown-Séquard, Expériences démontrant que les poils peuvent passer rapidement du noir au blanc chez l'homme. Archives de Physiologie normale et pathologique 2. Paris 1869.
2. Friedenthal, Hans, Beiträge zur Naturgeschichte des Menschen. Jena 1908.
3. Imbert und Marqués, Pigmentierung der Kopf- und Barthaare durch die Röntgenstrahlen. Ref. in Münchener med. Wochenschrift 1906, S. 1690.
4. Metschnikoff, Etudes sur la nature humaine. 3. Edition. Paris 1905.
5. Metschnikoff, Etudes biologiques sur la vieillesse. 1. Sur le blanchiment des cheveux et des poils. Annales de l'Institut Pasteur. 15. Année 1901.
6. Schöne, Georg, Die heteroplastische und homöoplastische Transplantation. Berlin, Julius Springer, 1912.
7. Schöne, Georg, Über Farbenwechsel des Haarkleides nach der Hauttransplantation. Zeitschr. für die ges. experimentelle Medizin Band 1, Heft 5, 1913.
8. Schwalbe, Über den Farbenwechsel winterweißer Tiere. Ein Beitrag zur Lehre vom Haarwechsel und zur Frage nach der Herkunft des Hauptpigmentes. Morphol. Arbeiten 3. Band, 1894.
9. Stieda, L., Untersuchungen über die Haare des Menschen: 1. Der Haarwechsel, 2. Das Haarpigment und das Ergrauen. Anatom. Hefte ed. von Merkel und Bonnet 40, 1910.
10. Stieda, L., Das Haarpigment und das Ergrauen. Wiener med. Wochenschrift 1910.
11. Stieda, L., Ist plötzliches Ergrauen des Haupthaars möglich? Deutsche med. Wochenschrift 1910.
12. Weinberg, Farbveränderung der Haare. Münchener med. Wochenschrift 1912.

Die Ausbildung einer neuen Felchenart in einem Zeitraume von 40 Jahren¹⁾.

Von Dr. August Thienemann, Münster i. W.

In den Laacher See, den von Wasser erfüllten Krater eines Eifelvulkanes, wurden durch die Jesuiten von Maria Laach in den Jahren 1866 und 1872 Eier resp. Larven von Coregonen eingesetzt. Zum Teil waren es Eier der Maräne des Madüses bei Stettin (*Coregonus maraena* Bloch); diese gingen jedoch nach Angabe der Fischereiakten des Klosters schon während des Transportes größtenteils zugrunde. Auch die in den See eingesetzten Eier sind nicht fortgekommen. Maränenblut ist in der Coregonenkolonie des Laacher Sees nicht vorhanden. Erhalten dagegen haben sich die aus dem Bodensee stammenden Sand- oder Silberfelchen (*Coregonus fera* Jur), haben jedoch seit dem Einsatz in den See sich in so charakteristischer Weise verändert, daß man hier von einer in 40 Jahren neu entstandenen Coregonenart oder zum mindesten -Varietät sprechen kann!

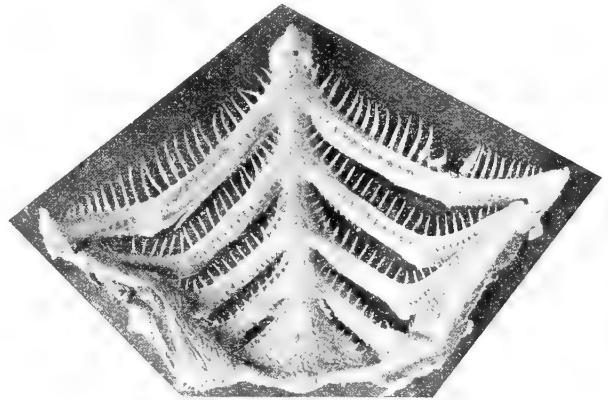


Fig. 1. *Coregonus fera* aus dem Bodensee. Kiemenreuse.

Und diese Veränderung ist nicht nur am erwachsenen Fisch nachweisbar, sondern auch schon an der eben dem Ei entschlüpften Larve.

In der allgemeinen Körperform allerdings gleicht die Larve des Laacher-See-Coregonen der Sandfelchenlarve. Während aber bei dieser neben den reichlich vorhandenen schwarzen Pigmentzellen auch noch gelbe Chromatophoren, vor allem in der Schwanzregion noch vorhanden sind, fehlen gelbe Pigmente bei der Eifelart vollständig.

Auch beim erwachsenen Fisch ist die allgemeine Körperform der Stammart erhalten geblieben; sehr stark aber sind die Veränderungen, die das Kiemenfilter erlitten hat, d. h. die Dornen oder Zähne, die, in der Mundhöhle auf den Kiemenbögen aufsitzend, die mit dem Atemwasser

¹⁾ Vgl. Thienemann, die Silberfelchen des Laacher Sees. (Die Ausbildung einer neuen Coregonenform in einem Zeitraume von 40 Jahren.) Zoolog. Jahrbücher, Abt. f. Syst. 32, 1912 S. 173 bis 220, Taf. 2—4.

aufgenommenen Nahrungspartikelchen zurückzuhalten bestimmt sind.

Die Zahl dieser Kiemenreusenzähne beträgt:

am	bei der Bodenseefera	beim Laacher-See-Felchen
1. Bog.	21–26, im Durchschn. 23	40–47, im Durchschn. 44
2. Bog.	22–28, im Durchschn. 25	40–49, im Durchschn. 46
3. Bog.	20–25, im Durchschn. 22	34–42, im Durchschn. 40
4. Bog.	16–20, im Durchschn. 19	28–34, im Durchschn. 32

Die Zahnzahl hat sich also verdoppelt; verdoppelt hat sich auch die Zahndichte, d. h. die Zahnzahl bezogen auf die Einheit der Bogenstrecke; und ebenso hat die relative Zahnlänge (bezogen auf die Länge des Kiemenbogens) ganz beträchtlich zugenommen.

Da ja immerhin mit der Möglichkeit gerechnet werden mußte, daß nicht *fera* (und *maræna*) die Ausgangsformen des Laacher-See-Fisches waren,

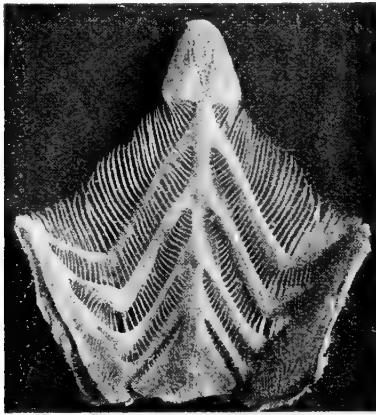


Fig. 2. Laacher-See-Felchen.
Kiemenreuse.

sondern vielleicht andere Bodenseecoregonen, so haben wir auch Gangfisch und Blaufelchen mit unserer Eifelart verglichen. Dabei zeigte es sich, daß in der Ausbildung des Kiemenreusenapparates Gangfisch und Laacher-See-Coregone sich zwar am nächsten stehen¹⁾, daß aber doch an Dichte der Kiemenreusenzähne unsere Form *alle überhaupt bekannten Coregonenformen übertrifft*. Und die Bodenseefera gehört zu den Coregonen mit *weitestem Kiemenfilter!*

Die Laacher-See-Coregonen werden mit 6 Jahren geschlechtsreif; etwa 7 Fischgenerationen haben also genügt, um so tiefgreifende morphologische Verschiedenheiten herauszubilden! Wäre die Herkunft des Eifelcoregonen nicht genau bekannt²⁾, so könnte man sie durch Untersuchung

¹⁾ Die Gangfischlarve jedoch ist grundverschieden von der Larve des Laacher Fisches!

²⁾ Von vornherein mag man versucht sein, an eine Kreuzung zweier Coregonenarten zu denken. Man hat ja, vor Nüßlins grundlegenden Untersuchungen, selbst am Bodensee einzelne Arten nicht scharf zu unter-

des Fisches, wie er jetzt im Laacher See lebt, nicht ergründen!

Wie ist die Umbildung der Bodenseefera zum Felchen des Laacher Sees zu erklären?

Der Schwund des gelben Larvenpigmentes läßt sich ohne Zwang mit Hilfe einer von Nüßlin entwickelten Theorie verständlich machen.

Die nordischen Coregonen, von denen die alpinen sicher abstammen, haben Larven, die eine reiche Entwicklung der gelben Pigmente zeigen; die alpinen haben die gelben Farbtöne verloren, und zwar um so mehr, je mehr aus den ursprünglichen Uferlaichern Tiere mit pelagischen Laichgewohnheiten geworden sind. So ist bei den über großen Tiefen ihre Eier ablegenden Blaufelchen das gelbe Larvenpigment ganz verloren gegangen; bei den Sand- und Silberfelchen, die auch im Bodensee Uferlaicher sind, sind wenigstens Reste der gelben Farbzellen erhalten geblieben.

Die Färbung der Larven wiederum steht im Zusammenhang mit der Färbung des Wassers, so daß man hier wohl von einer „Schutzfärbung“ sprechen kann.

Die norddeutschen Seen haben ein ziemlich undurchsichtiges, durch reiche Planktonentwicklung gelbgrünes Wasser, die Voralpenseen sind bedeutend planktonärmer, ihr Wasser ist durchsichtig, seine Farbe enthält kaum eine gelbe Nuance.

Wenn sich also nachweisen läßt, daß der Laacher See vor allem in seinen Uferpartien noch durchsichtiger ist als der Bodensee, so ist der völlige Schwund der gelben Pigmente bei der Laacher-See-Larve zum Teil wenigstens verständlich.

Das ist nun tatsächlich der Fall!

Ohne auf Einzelzahlen hier einzugehen, will ich nur bemerken, daß die Sichttiefe — d. h. die Grenze, bis zu der eine im See versenkte Scheibe noch sichtbar ist — im Bodensee im Jahresdurchschnitt 5,4 m beträgt, im Laacher See dagegen (nach den mir freundlichst zur Verfügung gestellten, noch nicht veröffentlichten Ergebnissen W. Jostens) 8,1 m!

scheiden gewußt, und so wäre es wohl möglich, daß die in den Laacher See gesetzten Larven Kreuzungsprodukte vielleicht zwischen Sandfelchen und Gangfisch wären. Ebenso könnte die Möglichkeit bestehen, daß im Laacher See selbst sich Abkömmlinge der Maräne und eines Bodensee-Coregonen gekreuzt hätten. Aber wie werden denn Bastarde resp. ihre Nachkommen gebaut sein? Ihr Bau wird doch entweder intermediär sein, Merkmale beider Eltern in sich vereinigen, oder nur dem einen der beiden Eltern ähnlich. Daß aber durch Bastardierung sich ein Quantitativmerkmal bei dem Bastard plötzlich weit über das Maß, in dem es bei den Eltern auftritt, entwickelt, ist nach allem, was die Vererbungslehre kennt, nicht anzunehmen. Der Laacher-See-Coregone aber übertrifft an Dichte des Kiemenfilters alle Coregonenarten, die als Eltern, aus deren Kreuzung er hervorgegangen sein sollte, in Betracht kommen könnten. Übrigens ist diese Frage ja experimenteller Untersuchung zugänglich; die Vorarbeiten für umfangreiche Coregonen-„Akklimations“- und Kreuzungsversuche sind schon im Gang.

„Wenn also nach der Nüßlinschen Auffassung das durchsichtiger Wasser der nordalpinen Seen die gelbe Larvenpigmentierung der ursprünglich nordischen Coregonen stark reduzierte, so wurde in dem noch klaren Wasser des Vulkansees der Eifel auch der letzte Rest der gelben Farbe der Feralarven zum völligen Schwinden gebracht. Der Mechanismus der Beeinflussung der gelben Pigmentierung durch das mehr oder minder durchsichtige Wasser allerdings entzieht sich unserem Verständnis. Genug, daß der Pigmentschwund ganz in der von Nüßlin auf Grund seiner umfassenden Untersuchungen vorgezeichneten Richtung sich vollzieht. Gelbe Pigmentierung der Coregonenlarven und Transparenz des Wassers stehen in umgekehrtem Verhältnis zueinander. *Final*, im Sinne einer Schutzfärbung des Organismus, läßt sich diese Tatsache verstehen; aber daß das *kausale* Band, das die Milieubedingung, die Durchsichtigkeit des Wassers, und die Färbungseigentümlichkeiten des Larvenorganismus verknüpft, liegt außerhalb unserer Kenntnisse.“

Läßt sich auch die *Vermehrung und Verlängerung der Kiemenreusenzähne* beim Laacher-See-Coregonen verstehen?

Im allgemeinen ernähren sich Fische mit weitem, grobem Filterapparat von größeren Organismen, Fische mit feinem, dichtem Filter von kleineren, meist Planktonorganismen. Typen dieses Gegensatzes stellen Forelle und Karpfen dar. Das gilt auch für die Arten der Gattung *Coregonus*. Die Formen mit langen, dichtgestellten Reusenzähnen fressen kleinste Tiere, vor allem des Planktons, die mit kurzen, in weiten Abständen stehenden Zähnen nehmen gröbere Nahrung, vor allem vom Grunde der Gewässer.

So fressen die Sandfelchen des Bodensees Erbsenmuscheln, Schnecken und Insektenlarven des Grundes; die Laacher-See-Felchen dagegen ausschließlich die kleinen Krebse (*Diaptomus* und *Daphnia*) des Planktons. Funktion und Bau der Organe der Nahrungsaufnahme stehen wiederum in der zu erwartenden Beziehung zueinander.

„Was sich allerdings hier zuerst änderte, der physiologische Faktor der Nahrungsauswahl oder -aufnahme oder der morphologische des Baues der Kiemenreuse, das ist ein anderes, tiefer liegendes und wohl unlösliches Problem.“ Das Verständnis für den Beeinflussungsmechanismus, der zwischen den Faktoren der Nahrung und des Organes der Aufnahme spielt, ist uns auch hier wie beim Schwund des gelben Pigmentes verschlossen.

Warum aber gab der Bodenseecoregone im Laacher See die Ernährung durch Grundtiere auf und ging ganz zur Ernährung durch Plankton über? (Diese Frage ist berechtigt; denn selbst wenn wir das Morphologische, die Verengerung des Kiemenfilters, für das Primäre ansehen, brauchte ja diese Veränderung nicht notwendigerweise auch den Übergang zur Ernährung durch Plankton nach sich zu ziehen.)

Auch der Laacher See beherbergt in seinem Grundschlamm allerlei Getier, das Fischen von den Lebensgewohnheiten der Sand- oder Silberfelchen wohl zur Nahrung dienen könnte. Warum weiden die Felchen diesen Grund nicht ab?

Wir haben früher daran gedacht, es könnten etwa Kohlensäureansammlungen in der Seetiefe hier eine vertreibende Rolle spielen, da ja in der Uferregion des Sees solche Kohlensäurequellen in großer Anzahl auftreten. Aber eine, zur Zeit der ausgeprägtesten thermischen Schichtung vorgenommene Analyse¹⁾ zeigte, daß von einer Anreicherung des Tiefenwassers des Laacher Sees mit Kohlensäure keine Rede sein kann. Wir müssen uns also nach einer anderen „Erklärung“ umsehen.

„Wie wir vor allem durch *Schiemenz'* Arbeiten wissen, spielt die „Bequemlichkeit“ bei der Nahrungsaufnahme für die Wahl der Nahrung beim Fisch eine große Rolle. Wenn in einem Gewässer — etwa in einer Talsperre — die Planktonkrebse eine Massenentwicklung erlangen, andere Formen, wie z. B. die Chironomidenlarven des Grundes, zur selben Zeit aber in geringen Mengen vorhanden sind, so kann ev. aus einem echten Grobtierfresser, wie der Forelle, ein Planktonfresser werden. . . .

Nun sind, wie uns unsere seit 1910 regelmäßig angestellten Untersuchungen gezeigt haben, in den so jungen Seegebilden der vulkanischen Eifel die Schlammablagerungen noch recht geringe, und damit ist auch die Entwicklung der Grundfauna eine wesentlich spärlichere als in den geologisch bedeutend älteren Voralpenseen. Und so mögen die Coregonen aus der anderen Nahrungsquelle, die in den Planktonorganismen vorhanden ist, stetig mehr geschöpft haben, vor allem, da ja ein Übergang zu planktonischer Ernährung in der Gattung *Coregonus* häufig und leicht vollzogen wurde; und die vielleicht schon vorhandene Tendenz zur Verengerung des Kiemenfilters mag diesen Übergang mehr und mehr zu einem vollständigen gemacht haben.“

Das ist wenigstens eine Erklärungs-„möglichkeit“. Aber wenn wir auch *Sicherheit* über die *Ursachen* dieser Umbildung wohl kaum erlangen werden, die *Tatsache* dieser fast wunderbaren Plastizität des Coregonenkörpers, die unter der Einwirkung der äußeren Faktoren in einem Zeitraum von 40 Jahren eine neue Art zur Entwicklung bringt, steht fest.

Die Coregonen, die Felchen und Renken der nordalpinen Seen, die Maränen der norddeutschen und skandinavischen Seen, sind Kinder der Eiszeit, echte Glazialrelikte. Die ganze Verbreitung der Gattung weist nach Norden, von wo sie — ursprünglich nur aus Arten, die zwischen Meer- und Süßwasser wechselten, bestehend — während

¹⁾ 11. VIII. 13. Gesamtkohlensäuremenge in Milligramm pro Liter in 0 m = 309,1, in 48 m (Grund) 273 mg. (O₂ = menge in Kubikzentimeter pro Liter in 0 m = 7,01 ccm, in 48 m = 7,17 ccm.)

der Eiszeit nach Süden gedrängt wurde und sich nach der Eiszeit nur in genügend kalten und tiefen¹⁾ Seen erhielt.

Hier bildete sie eine Unmenge neuer Formen aus, so daß heutzutage fast jeder Schweizer See ein oder zwei oder gar mehr, äußerlich zwar ähnliche, aber doch morphologisch wie biologisch zu unterscheidende Coregonenarten enthält.

Keine Tiergruppe bringt den Systematiker mehr zur Verzweiflung wie die Coregonen, keine andere ist so plastisch wie diese.

Und daß bei den Coregonen die seit der Eiszeit vorhandene oder vielleicht sogar durch die Eiszeit hervorgerufene Plastizität auch heute noch nicht erloschen ist, zeigen die Felchen des Laacher Sees.

Noch wirkt bis in die Gegenwart die schöpferische Kraft der Eiszeit.

Der Einfluß des Windes bei der Bildung von Ackererde.

Von Albert Bencke, München.

Obwohl eine große Anzahl von Einzelbeobachtungen über äolische Bildungen vorliegt, sind wir doch noch weit davon entfernt, über diese Bildungen in derselben Weise unterrichtet zu sein, wie über fluviale oder marine Bildungen. Der Wind hat bezüglich vergangener Epochen seine Züge nicht in so deutlich lesbarer Schrift in das Antlitz unserer Erde eingetragen wie das Wasser, und die Beobachtung und Untersuchung dieser Bildungen hat sich uns daher nicht im selben Maße aufgedrängt, wie es bei den durch das Wasser herbeigeführten der Fall ist.

Die Zukunft hat da noch viel zu leisten und ihre Untersuchungen werden sich nach drei Richtungen zu erstrecken haben, nämlich wie der Wind das mitgeführte Material losreißt, wie er es transportiert und wie er es abgelagert.

In der Regel wird der Wind nur Partikelchen mit sich führen, die schon durch andere Einflüsse gelockert oder abgelöst worden sind. Immerhin haben nach Udden die größten Quarzkörnchen, welche der Wind loszureißen vermag, einen Durchmesser von 2 mm. Solche Größen sind aber für den Transport schon zu umfangreich.

In bezug auf den Widerstand, den das Bodenmaterial dem Transport durch den Wind entgegensetzt, unterscheidet man bekanntlich nach den Dimensionen:

1. grobes Material, welches der Wind nicht zu transportieren vermag,
2. groben Sand, den der Wind wohl längs der Oberfläche fortreiben, aber nicht emporheben kann,
3. feinen Sand, den der Wind heben, aber nur auf kurze Strecken fortzuführen vermag (Dünensand),
4. Staub, der auf weite Entfernungen transportiert werden kann.

Die Transportfähigkeit des Materiales durch den Wind ist dem Verhältnis von Oberfläche und Volumen

proportional und ist also, sphärische Form der Partikelchen vorausgesetzt, durch die Formel

$$\frac{4 \pi R^2}{\frac{4}{3} \pi R^3} = \frac{1}{3R}$$

auszudrücken. Je größer also der Durchmesser, desto schwieriger der Transport, eine ja eigentlich selbstverständliche Tatsache.

Wie schon oben erwähnt, sind Sandkörner von 2 mm Durchmesser nicht mehr transportierbar, dagegen alle Sandpartikel von 1 mm Durchmesser und darunter. Nach Lapparent genügt schon ein Wind von 7,50 m pro Sekunde, um Körner von 1 mm Durchmesser mitzuführen.

In halbtrockenen Gegenden, wie in Indiana, in den Vereinigten Staaten, können gewisse, regelmäßige Sturmwinde pro Sekunde $1\frac{1}{2}$ —4 g Material pro Quadratmeter mitnehmen, was im Verlaufe von einer Stunde etwa einer Schichtdicke von $1\frac{1}{2}$ mm entsprechen würde. In Australien will man selbst eine Transportleistung des Windes von 17 g Material pro Quadratmeter Fläche gemessen haben, was tatsächlich eine weit über unsere Begriffe von der Transporttätigkeit des Windes hinausgehende Leistung ist. — Nach den Schätzungen Petries würde die durch den Wind im Nildelta innerhalb eines Zeitraumes von 2600 Jahren bewirkte Abtragung ungefähr 8 Fuß betragen, eine ganz gewaltige Leistung, wenn man sich vor Augen hält, daß es sich um eine ganz flache, dem Wind keinerlei Angriffsfläche bietende Landschaft handelt.

Die beiden der Abtragung und dem Windtransport entgegenwirkenden Kräfte sind die Feuchtigkeit und das Pflanzenwachstum. Während aber die Feuchtigkeit in den meisten Fällen nur von kurz dauernder Wirkung ist, nur so lange währt, als der Regen, der Schnee, der Tau nicht getrocknet sind und die durch die Feuchtigkeit hervorgerufene Adhäsionskraft der Partikelchen noch besteht, ist die Wirkung der Vegetation eine dauernde und in der Regel auch zunehmende, die sich auf zweierlei Weise geltend macht, nämlich indem sie an und für sich die Geschwindigkeit des Windes verringert und indem sie durch die Wurzelbildung den Boden fest macht. In unseren Klimaten sind Feuchtigkeit und Vegetation in der Regel hinreichend, um den Transport durch den Wind zu verhindern, während die Wirbelwinde der Wüstengegenden selbst in die Fugen des Felsens eindringen und ihn erodieren. Sonne und Regen benützen dann die vom Winde geleistete Vorarbeit, um dem Winde neues Material für seine Transportarbeit zu liefern. Feuchtigkeit und Pflanzenwachstum, reichen aber auch in der gemäßigten Zone nicht in allen Fällen hin, um der schädlichen Abtragungsarbeit des Windes entgegenzuwirken; in vielen Fällen lassen sich, wenn es sich um trockenere Gegenden handelt, Kulturen nur unter der Bedingung der Herstellung kräftiger Windschutzvorrichtungen, wie Palisaden, Hecken, Zäune oder Baumanpflanzungen mit Nutzen bewirtschaften.

Die Transportarbeit, die der Wind leistet, indem er die Partikelchen am Boden fortreibt, ist klein im Verhältnis zu dem Transport im eigentlichen Luftbereich und insbesondere in den höheren Schichten der Atmosphäre, in welchen die Luftströmung eine schnellere ist. Leider wissen wir über diese Luftströmungen bisher nur sehr wenig, erst die Entwicklung des Flugwesens hat uns gelehrt, daß die Luftbewegungen in der Atmosphäre sehr unregelmäßige sind. Daß dieser Lufttransport sich über sehr weite Strecken abspielen kann, ist schon durch Stanislaus Meunier 1891 erwiesen

¹⁾ Auch ein hoher Sauerstoffgehalt des Tiefenwassers während des ganzen Jahres scheint für die Existenz der Coregonen in einem See Bedingung zu sein.

worden, der zeigte, daß im Departement Aube in Frankreich Steine von 2,5—3,5 mm Durchmesser gefallen waren, die aus einer Entfernung von 150 km kamen.

Nach *Udden* kann die Luft pro Kubikmeter bis 5 Centigramm fester Stoffe vom Durchmesser der Partikelchen des Flußschlammes enthalten und *Udden* stellte auch die Behauptung auf, daß der über das Mississippiassin streichende Wind mehr festes Material mit sich führe als der Fluß selber. Eine derartige Behauptung findet ihre Begründung darin, daß auch der Wind in sehr hohen Lagen der Atmosphäre nicht staubfrei ist. *Aitken* hat auf dem Rigikum noch 400—800 feste Partikel in dem Kubikmeter Luft gefunden.

Man kann sich den hierbei wirksamen Vorgang etwa so vorstellen, daß durch das Zusammentreffen zweier entgegengesetzten Winde oder durch lokale Überhitzung, auch vielleicht infolge der Unterschiede im elektrischen Zustand der Atmosphäre Luftwirbel entstehen, die eine vertikale Komponente besitzen, durch welche es ihnen ermöglicht wird, Materialien auch von Stellen loszureißen, die sonst sogar vor heftigen Winden geschützt sind, wie die Straßengräben. Hauptsächlich sollen es jene Wirbel sein, die sich in einer dem Sinne des Uhrzeigers entgegengesetzten Richtung bewegen und den Staub den höheren, horizontal gerichteten Winden zuführen, die dann hierdurch in den Stand gesetzt sind, die Staubpartikelchen bis zu Entfernungen von 3000 km mit sich führen zu können.

Dieser mit Staub beladene Wind ist nun ein ausgezeichnetes Schleifmittel, dessen Wirkungen so bedeutend sind, daß er in heißen, trockenen Klimaten einen sehr wesentlichen Anteil an der Formung und Gestaltung des ganzen Landschaftsbildes hat; muß man doch z. B. im transkaukasischen Gebiet sowie im amerikanischen Westen alle 10—15 Jahre die Telegraphendrähte ersetzen, weil sie durch den Wind bis auf die Hälfte abgeschliffen worden sind.

Für die Bildung von Ackererde ist die Ablagernde Tätigkeit des Windes von der größten Bedeutung. Eine der eigenartigsten Formen dieser Ablagerung, die Dünen kommen hierfür nicht in Betracht, denn in ihnen fehlen die feinen Partikelchen, die für die Entstehung von Ackererde notwendig sind, gänzlich; ferner sind in ihnen nur sehr wenige chemische Basen enthalten und sie sind zu durchlässig, so daß, abgesehen von der fehlenden Kohäsion, keine für die Pflanze genügende Feuchtigkeit vorhanden ist. Eine ungleich größere Bedeutung für die Bildung von Ackererde hat dagegen das zweite große Ablagerungsprodukt des Windes, der Löß. Die Gegenden der Lößablagerung sind in der Regel Steppengebiete, die sich an die Wüstengebiete anschließen und in welchen sich die Ablagerung der vom Winde mitgeführten feinen Elemente vollzieht. Durch diese Ablagerung entsteht ein tief hinabreichender, homogener Boden, der infolge der Leichtigkeit und Feinheit der an seiner Bildung beteiligten Bestandteile sowie des Reichtums an kali- oder natronhaltigen Silikaten, Erdphosphaten und Erdoxyden, selbst organischen Bestandteilen sehr fruchtbar ist. Dem Mineralreichtum der gelben Erde ist deshalb die Dichtigkeit der chinesischen Bevölkerung vorzüglich zuzuschreiben.

Nach *Free* würde der größte Teil des europäischen und des nordamerikanischen Löß aus dem in den Gletschermoränen enthaltenen Staube herrühren, während die riesigen chinesischen Lößbildungen ihre Ursache in der durch den Wind bewirkten Einebnung

in der Wüste Gobi fänden. Da dort Feuchtigkeit genug vorhanden ist, wird der vom Winde mitgenommene Wüstenstaub fixiert und der Wind vermag dann, was er auf feuchtem Boden einmal abgelagert, nicht mehr mitzunehmen. Lößbildungen scheinen vor der quaternären Periode nicht stattgefunden zu haben; man findet aber fossile Dünen in Nordamerika. Ob gewisse permische und Triasschiefer oder der Keupermarn auf Windtransport zurückzuführen sind, ist eine bisher noch unentschiedene Streitfrage.

Ein Maßstab für die Leistung dieser Ablagerungsarbeit ist bisher noch nicht gefunden, denn die deutlich sichtbaren Ablagerungen auf dem Schnee lassen sich leider nicht genügend lange beobachten. Immerhin ist es eine Tatsache, daß Polarforscher auf dem Polareise zu Felsblöcken konsolidierte Staubansammlungen gefunden haben, denen sie den Namen Kryokonit gaben.

Im Jahre 1902 hat *Black* in der Nähe von Edinburgh eine tägliche durchschnittliche Windablagerung von 1,8 g pro Quadratmeter gefunden, was einer Ablagerungshöhe von 4 cm pro Jahr und von mehreren Metern pro Jahrhundert entsprechen würde. Wäre nun dieser Windanbau fester Erde seit der Zeit, als die Erdteile aus dem Meere tauchten, keiner Abtragung unterworfen gewesen, so würde das mächtige Schichten ergeben haben, die aber durch die Arbeit des Wassers wieder zum größten Teil weggenommen wurden. Aber auch unter diesen Umständen bleibt noch genug, um auch in den halbtrockenen Gegenden der gemäßigten Zone die sichtbaren Zeichen umfangreicher Anschichtungsarbeiten des Windes zu finden, die für den Ackerbau von der allergrößten Bedeutung geworden sind. In trockenen, an die Wüstengebiete anstoßenden Gegenden ist das natürlich in ungleich höherem Maße der Fall. So hat *Bladnell* nachgewiesen, daß der Boden der Oase von Kharga in der lybischen Wüste sich während historischer Zeiten um mehrere Fuß durch Windanschüttung gehoben hat, und es ist allgemein bekannt, wie die Bewohner dieser Oasen sich schützen müssen, um nicht im Kampfe gegen den Sand, welchen der Wind mit sich führt, zu unterliegen.

Selbst in unserer gemäßigten Zone können wir bisweilen Windsedimente aus der Sahara beobachten. Die eigenartigste dieser Sedimentbildungen ist die unter dem Namen des roten Staubes oder des Blutregens, wie er im Mittelalter genannt wurde, bekannte. Schon *Virgil* und *Homer* waren mit diesen Ablagerungen wohl vertraut, in Europa haben solche in den letzten Jahren in stärkerem Maße zwischen dem 9.—12. März 1901 und dem 22.—23. Februar 1903 stattgefunden. In der Mitte des vorigen Jahrhunderts hat *Ehrenberg* in diesen Windsedimenten Diatomeen entdeckt. Im allgemeinen setzt sich der rote Staub zusammen aus kleinen Quarzblättchen und Kieselpartikelchen und Körnchen Orthoklasfeldspat, Calcit, Magnetit, Zirkon, Rutil, Turmalin, Hornblende, Epidot und Apatit. Durch ihren Reichtum an Eisen wird ihnen die rote Farbe zuteil.

Der vulkanische Staub, der sich gelegentlich stärker bemerkbar macht, enthält dagegen verglaste oder kristallisierte Mineralien, deren Kaliumoxydgehalt (K_2O) selten unter 1 % ist, in der Regel aber bis auf 2,5 % steigt, ein Umstand, der diese Ablagerungen so besonders wertvoll für den Ackerbau macht; einige Vulkane erzeugen auch einen sehr phosphorsäurereichen Staub, der aus dem Apatit stammt, und der zu der hohen

Fruchtbarkeit mancher Gegenden (Canarische Inseln) wesentlich beitragen soll.

Diese Sedimentbildungen in Form von Saharastaub oder vulkanischen Staubes sind ausgiebiger als man im allgemeinen annimmt. In Europa hat man im März 1901 bei einem solchen Staubfall eine Ablagerung von 1—11 mm pro Quadratmeter gemessen. Nach *Hellmann* und *Menardus* hätte sich diese Ablagerung über eine Fläche von mehr als $\frac{1}{2}$ Million Quadratkilometer erstreckt und hätte eine Aufschüttung von etwa $\frac{2}{10}$ mm Stärke herbeigeführt. Wenn man nun annimmt, daß ein ähnlicher Fall sich alle fünf Jahre ereignet und die Gesamtmenge für einen Zeitraum von 3000 Jahren bestimmt, so ergibt sich während dieser Zeit eine Anschüttung von 15 cm, die fast nur aus Wüstenstaub besteht, die aber natürlich in den Tälern höher aufgeschichtet ist und dort wohl, wenn sie der abtragenden Arbeit des Wassers nicht zu sehr ausgesetzt ist, etwa 1 m Mächtigkeit erreichen kann.

So wird diese Windsedimentbildung zu einem hoch bedeutenden Faktor für die Bildung von Ackererde, und der Wind stellt sich sonach für die feuchten und halbfeuchten Gebiete unserer Zone als ein segensreicher Bringer guter Dinge dar, durch den allerdings der Unterschied zwischen Wüstenei und bewachsener Landschaft noch schärfer betont wird.

Besprechungen.

Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern und Hocharmenien, von Teilnehmern der Schweizerischen Naturwissenschaftlichen Studienreise im Sommer 1912 unter Leitung von Prof. Dr. M. *Rikli*. Zürich, Art. Institut Orell Füssli, 1914. VIII, 317 S., 95 Illustrationen und 3 Karten. Preis geh. M. 8.—, geb. M. 10.—.

Das Buch enthält packende Reiseschilderungen sowie die Resultate eingehender botanischer, geologischer, zoologischer und alpiner Studien der Teilnehmer der schweizerischen naturwissenschaftlichen Studienreise nach dem Kaukasus und Hocharmenien, die unter der trefflichen Führung von Prof. Dr. *Rikli* in Zürich stattfand und die Zeit vom 24. Juli bis 27. September 1912 in Anspruch nahm. Die Reisegesellschaft war ein buntes Durcheinander von Gelehrten naturwissenschaftlicher Richtung — Professoren, Dozenten und Ärzten, deutscher, holländischer, schwedischer und russischer Zunge, nebst einigen Studierenden verschiedener Hochschulen. Die Expedition zählte 34 Teilnehmer, zu denen sich in Suchum-Kalé noch eine armenische Dame gesellte, die seinerzeit ihren Dokortut in Zürich geholt hatte; sie begleitete die Expedition auf dem schwierigsten Teile der Reise, vom Schwarzen bis zum Kaspischen Meere, und hat ihr durch die Kenntnis der Lokalsprachen große Dienste geleistet.

Die Reise nach dem Kaukasus und Hocharmenien war die vierte der von Zürich aus durch die Professoren *Schroeter* und *Rikli* organisierten naturwissenschaftlichen Studienreisen. Die ihr vorangehende Reise hatte Algerien und Südmarokko umfaßt; die fünfte, die für das bevorstehende Frühjahr vorbereitet ist, wird nach Sizilien und Kreta führen, und die Pläne für die darauffolgende, auf das Jahr 1916 angesetzte, reichen nach Turkestan und Pamira. Die Teilnahme an diesen Reisen beschränkt sich nicht auf Botaniker; Prof. *Rikli* gewährt auch anderen akademi-

schen Bürgern, aktiven und gewesen; gern Gastfreundschaft. Schon während der Reise entstand das Projekt, ein größeres Werk mit Beiträgen verschiedener Teilnehmer, eine Art „Kaukasus-Album“, herauszugeben. Dieses Sammelwerk, das deshalb so interessant ist, weil es in der Hauptsache lauter selbst Gesehenes und selbst Erlebtes bringt, wird den künftigen Kaukasusreisenden ein bequemer und maßgebender Führer sein. Eine Reihe von originellen Bildern aus dem poesiereichen Orient werden vorgeführt und in sachkundiger Weise näher besprochen.

Der erste Abschnitt, aus Prof. *Riklis* Feder, beschreibt die herrliche Fahrt auf dem Schwarzen Meer, von Odessa nach Suchum-Kalé, mit den interessanten und hübschen Zwischenlandungen in Sebastopol, Fedosia, Noworossisk (einem der größten Getreideplätze der ganzen Erde), Yalta und Gagry, die Gelegenheit gaben zur Beobachtung vieler kleiner charakteristischer Szenen aus dem Leben der Uferbewohner des Pontus. Mit Gagry hatte die Expedition das sagenumwobene Sonnenland Kolchis erreicht, das den Kulturvölkern des grauen Altertums als Grenze der Welt galt. Hier kamen die Botaniker auf ihre Rechnung; sie gewannen den ersten Einblick in die subtropischen kolchischen Urwälder mit ihrer üppigen Vegetation und ihrem Reichtum an Schling- und Kletterpflanzen. Diese kolchischen Wälder beherbergen auch eine spezifische Waldfauna: neben dem Wildschwein und dem Bären findet sich hier noch in einer großen Anzahl von Exemplaren eine kostbare Tierreliquie — der Wisent.

Wohl die schwierigsten und anstrengendsten, aber dafür auch genußreichsten Tage der ganzen Reise verlebte die Expedition bei der ebenfalls von Prof. *Rikli* beschriebenen Überschreitung des 2813 m hohen Kluchorpasses, der über den westlichen Teil des zentralen Kaukasus führt, von Suchum-Kalé nach Teberdinsk. Der eigentliche Paß besteht aus einem schmalen Saumweg, der jeden Frühling durch Schnee- und Erdlawinen zum größten Teil, wenigstens in seinen oberen Partien, verschüttet wird, so daß jeweils im Sommer wieder eine große Zahl eingeborener Arbeiter ihn vom Schnee und Schutt befreien und gangbar machen müssen. Mit besonderer Sorgfalt geschah dies auch vor der Ankunft der Expedition in dieser Gegend, sonst wäre es uns wohl nicht gelungen mit unserer schweren Ausstattung an persönlichem Gepäck und Proviant über die stolze Wasserscheide ins liebliche Teberdatal zu gelangen. Viele kleine Episoden mit den Pferdetreibern, angenehmes und unangenehmes Übernachten im Zelt und im Schlafsack, das durch die für diese Gegend außerordentlich guten Witterungsverhältnisse des Sommers 1912 begünstigt wurde, werden von Prof. *Rikli* zu einem höchst interessanten Kapitel zusammengestellt.

Für die Alpinisten unter den Lesern des Werkes hat der bekannte Bergsteiger Dr. W. A. *Keller* die Gletscherfahrten und Kletterpartien unserer Erstbesteigung der Viertausender „Karatau“ und „Dombai-Ulgen“ in anschaulicher Weise wiedergegeben. Wie geheimnisvoll und anlockend auf uns die Riesensilhouette des kalten Elbrus wirkte, wie unheimlich steil der Dombai-Ulgen ins Bulgental abfällt, wird der Hochalpinist mit Vergnügen, aber auch nicht ohne leises Schaudern lesen; und dann im Gegensatz dazu das liebliche, breite Amanastal!

Ein weiterer Aufsatz Dr. *Kellers* schildert die lange sehr abwechslungsreiche Wagenfahrt über den Kumbaschipaß, von Teberdinsk nach den bekannten nordkau-

kasischen Mineralbädern Kislowodsk und Pjatigorsk, von wo uns — 12 Tage nach unserer Abreise von Suchumkalé — die der Expedition zur Verfügung gestellten bequemen russischen Eisenbahnwagen in kurzer Zeit nach Wladikaukas, der Beherrscherin des nördlichen Kaukasus, brachten. Der Aufsatz Dr. *Kellers* umfaßt auch noch die von unserer kleinen Bergsteigergruppe, sozusagen im Sturmschritt unternommene Besteigung des Kasbek (5043 m), die sich bei nicht sehr günstiger Witterung (große Kälte und heftiger Wind) vollzogen hat. Bei dieser Gelegenheit lernten wir die russische Hochalpinistin Frau *Preobraschenskaja* kennen, welche mit zahlreichen Trägern ausgezogen war, um auf dem Gipfel des Kasbek eine meteorologische Station zu errichten.

Die viertägige Wagenfahrt über die Grusinische Heerstraße, von Wladikaukas nach Tiflis, schildert wiederum Prof. *Rikli*. Den begeisterten Schilderungen dieser Straße in der Literatur gegenüber war die Expedition von deren landschaftlichen Reizen etwas enttäuscht, was nach Ansicht *Riklis* den großartigen Eindrücken, welche die Reisenden bei der Überschreitung des herrlichen Kluchorpasses genossen hatten, zuzuschreiben ist.

Die wohlverdienten Ruhetage in Tiflis gaben der Expedition Gelegenheit, den orientalischen Charakter dieser Stadt mit ihrem bunten Volks- und Bazarleben eingehend zu studieren. Außerdem benutzte die Reisegesellschaft diese Zeit zu einem Ausfluge nach dem bekannten südkaukasischen Badeort Borshom mit seinen heilkräftigen Quellen und seinen prächtigen Bergwäldern, sowie nach der hochgelegenen Sommerfrische Bakurjani. Die Beschreibung dieser Ausflüge hatte Dr. *W. Bally* übernommen.

Im schärfsten Gegensatz zu allem bisher Gesehenen steht das, was der Expedition die von *Rikli* und *C. Seelig* beschriebene Fahrt durch Hocharmenien bot. — Der Anblick dieser steppenartigen ungeheuren Weiten bis zu ihrem Kulminationspunkt, dem heiligen Ararat, und bis zur persischen Grenze war ergreifend. Die Spuren der alten armenischen Kultur bewunderten wir in den prächtigen Ruinen von Ani, der Stadt der 1001 Kirchen, die bis 1046 Residenz der armenischen Könige war. Bischof *Mesrop*, der sich in Tiflis der Expedition angeschlossen hatte, schildert in einem besonderen Abschnitt das ungemein interessante kulturelle Leben des unglücklichen armenischen Volkes und speziell den Einfluß der Kirche auf die alte Kultur. Bischof *Mesrop* ist ein aufgeklärter und sehr gebildeter Armenier, der zuerst in Etschmiadsin und jetzt in Tiflis als Führer der armenischen Kirche wirkt. Das berühmte Kloster Etschmiadsin, in der Nähe von Eriwan, als Sitz des armenischen Katholikos, kann als geistiger Mittelpunkt Armeniens betrachtet werden.

Es folgt nun die packende, der Feder des verdienstvollen schweizerischen Alpinisten *C. Seelig* entstammende Beschreibung unserer Besteigung des Großen Ararat (5156 m), die von 17 Teilnehmern in Begleitung eines bezahlten kurdischen Räuberhauptmanns unternommen und trotz einiger Entbehrungen in kürzester Zeit vollzogen wurde. Den Gipfel allerdings erreichten nur 15 Personen, unter ihnen, wenn auch nicht ohne Mühe, Bischof *Mesrop*, der bewegten Gemütes auf der Spitze in die Knie sank, um die Erde des heiligen Berges zu küssen. Die Aussicht über die ungeheure Ebene von Transkaukasien und das Hügel- land von Persien erstreckt sich ungefähr über einen Gesichtskreis von 340 km im Durchmesser.

Die Rückreise aus Eriwan erfolgte über den Goktschasee, mit seinem Inselkloster Ssewanga, nach Tiflis und Baku, zu den großen Petroleumquellen von Apsheron, von denen ein umfangreicher Artikel Dr. *Kellers* berichtet. Der Verfasser streift hier unter anderm auch die Frage der Entstehung des Erdöls. Entgegen der früheren Annahme einer organischen Herkunft desselben, scheint *Keller* auf Grund neuerer chemischer Untersuchungen russischer Forscher sich der Ansicht von einer anorganischen Abkunft des Erdöls zuzuneigen.

Auch die benachbarten Kalmückensteppen Südrußlands werden in den Kreis der Darstellung einbezogen. Dr. *Rübel* hat ihnen eine botanische und Pfarrer *Koller* eine kulturgeschichtliche Studie gewidmet. Letzterer macht uns näher vertraut mit der deutschen Kolonie in Sarepta, einer Ansiedelung, welche unter der Herrschaft der Kaiserin Katharina II. entstand. Sie hat eine interessante Geschichte hinter sich und ist nicht nur zu einem Zentrum deutscher Kultur im fernen Osten, sondern auch zur Versorgung mit Senf für ganz Europa geworden.

Das Werk schließt ab mit zwei für Fachleute interessanten, reichhaltigen Aufsätzen von Prof. *Rikli* über die pflanzengeographische und die Florengeschichte der Kaukasusländer und Hocharmeniens, und von Prof. *C. Keller* über die Tiergeographie des Kaukasus mit besonderer Berücksichtigung der Haustiergeschichte. Diese zwei Kapitel nebst „Anhang“ enthalten in gedrängter Schilderung die wissenschaftliche Ausbeute der Expedition, soweit nicht schon in anderen Kapiteln wissenschaftliche Beobachtungen aufgenommen sind.

In Sarepta begrüßten wir die Wolga, und ein bequemer Dampfer führte uns in fünftägiger Fahrt nach Nischni-Nowgorod, von wo per Eisenbahn in einigen Stunden Moskau erreicht wurde. Hier bereitete die Schweizer Kolonie der Expedition einige gemütliche und interessante Tage. Über Berlin, wo die Expedition ebenfalls von der Schweizer Kolonie gastlich aufgenommen wurde, ging's nach Hause.

Ein ausführliches Literaturverzeichnis aller auf den Kaukasus bezüglichen Publikationen dürfte manchem Leser gute Dienste leisten.

Das Buch *Riklis* und seiner Mitarbeiter wird jedem Leser recht viel Freude bereiten. Sein Studium wird erleichtert durch die lebendige Schilderung der Reiseeindrücke und durch die reiche Fülle der illustrativen Beigaben, für deren sorgfältige Ausführung die Verlagfirma alles Lob verdient.

S. Erismann, Zürich.

Thurston, Edgar, *The Madras Presidency with Mysore, Coorg and the Associated States*. (Provincial Geogr. of India) Cambridge Univ. Press, 1913. 8° XII, 291 S. Abb. u. K. Preis 3 sh.

Mit dem vorliegenden Buch wird eine Reihe von geographischen Einzelstudien eröffnet, die unter der Leitung des früheren Chefs der geologischen Landesaufnahme Sir *T. K. Holland* herausgegeben werden. Bisher ist nur das der Präsidentschaft Madras und ihren Nachbargebieten gewidmete hier besprochene Werk erschienen, während zwei weitere Bände, die Bengal und Orissa, sowie den Nordwesten des Landes mit Punjab und Kaschmir betreffen, in Vorbereitung sind. Absichtlich ist mit Madras der Anfang gemacht worden, da kein Gebiet des indischen Reiches einen so ausgesprochen eigenen Charakter besitzt und eine verhältnis-

mäßig so einheitliche ethnographische Zusammensetzung aufweisen kann.

Der Verfasser hat lange Jahre als Museumsdirektor in Madras gelebt und sich dabei eine tiefgehende Landes- und Volkskenntnis erworben, die er hier in seinem Werke zum Ausdruck bringt. Das behandelte Gebiet umfaßt neben der eigentlichen Präsidentschaft Madras, die großen Eingeborenstaaten Mysore mit Coorg und Travancore mit Cochin, die zusammen eine Bevölkerung von etwa 38½ Millionen Seelen (1901) besitzen.

Die Schilderungen beginnen mit einer geographischen Umschreibung des Gebietes, worauf die Gebirgssysteme, Flüsse und Häfen behandelt werden. Letztere bieten Gelegenheit, auf den Seehandel Südindiens einzugehen. Die Hauptstadt Madras zieht hierbei fast die Hälfte des ganzen südindischen Schiffsverkehrs an sich. Von einiger Bedeutung sind neben ihr noch Tuticorin, der Endpunkt der südindischen Eisenbahn, und Cochin an der Westküste. Klimatisch ist das ganze Gebiet durch die Wirkung der bekannten nach den Jahreszeiten wechselnden Monsune beeinflusst. Der sommerliche Südwest-Monsun ist der Regenspender, während der im Winter wehende trockene Nordost-Monsun durch seine häufigen Zyklonbildungen berüchtigt ist. Weiter ist das aus der Feder Sir T. K. Hollands stammende geologische Kapitel erwähnenswert, in dem dieser tiefgründige Kenner des geologischen Aufbaues Indiens auseinandersetzt, daß wir es in Südindien mit einem sehr alten Festland zu tun haben, das auch von größeren tektonischen Störungen verschont blieb. Das heutige Oberflächenbild ist lediglich durch die Einwirkung der Verwitterung entstanden. Das Mineralreich ist durch seine edelsten Angehörigen vertreten, Gold besonders in den großen Kolargoldfeldern in Mysore, und Edelsteine, wie Korund, Rubin und Diamant, an verschiedenen Stellen des Gebietes.

Die Bevölkerung und deren Sprachen sind beide gekennzeichnet durch das Vorherrschen des dravidischen Elementes. Die Dravidasprachen zerfallen in fünf Gruppen, deren Verbreitung eine beigegebene Karte erläutert. Der hohe Kulturzustand, den diese Bevölkerung ehemals innegehabt hat, wird an vielen Beispielen ihres früheren architektonischen Könnens gezeigt. Diese stolzen Tempelbauten, die in ihrer Anlage an ägyptische Vorbilder erinnern, sind überall in den südindischen Städten erhalten geblieben.

In den letzten Abschnitten des Buches wird der heutige Zustand des Landes betrachtet, die gegenwärtige englische Verwaltung, das Verkehrsnetz, die Landwirtschaft, der der Hauptteil der erwerbstätigen Bevölkerung zufällt, die Bewässerungs- und Stauanlagen und die Industrie, die sich in der Hauptsache mit Weberei, Metallarbeit und Elfenbeinschnitzerei befaßt. An den Küsten kommt zu diesen Erwerbszweigen noch die Perlen- und Seefischerei. Eine chronologische Tabelle der wichtigsten geschichtlichen Ereignisse seit *Vasco da Gama* 1498 und eine reiseführerartige lexikalische Aufzählung der hauptsächlichsten Städte und Dörfer mit Angabe ihrer Sehenswürdigkeiten und vielen geschichtlichen Seitenblicken bilden den Schluß des Bandes. Die Beigabe von guten Abbildungen und mehrerer allerdings nur skizzenhafter Übersichtskarten sei noch erwähnt. Jedenfalls bildet das hiermit in großen Zügen gekennzeichnete Buch eine ansprechende Eröffnung der Provinzlandeskunden Indiens, die zur schnellen und leichten, aber doch nicht oberflächlichen Orientierung über Einzelgebiete dieses großen Reiches manchem willkommen sein werden.

Eduard Wagner, Leipzig.

Weinschenk, E., *Grundzüge der Gesteinskunde. I. Teil, Allgemeine Gesteinskunde.* 3. verbesserte Auflage. Freiburg i. B., Herdersche Verlagsbuchhandlung, 1913. XI, 273 S., 138 Textfig. u. 6 Tafeln. Preis geh. M. 6,60, geb. M. 7,30.

E. Weinschenks Gesteinskunde, die seit einiger Zeit vergriffen gewesen war, ist nun in neuer, verbesserter Auflage und etwas erweiterter Gestalt wieder erschienen. Das Buch, das es sich von Anbeginn an zur Aufgabe gemacht hat, Geologie und Petrographie, grundsätzlich zusammengehörige und aufeinander angewiesene Forschungsgebiete, die sich aber bisweilen nicht in genügender Fühlung zueinander gehalten hatten, wieder anzunähern, d. h. speziell den Geologen die Petrographie näher zu bringen, vereinigt auch in der neuen Auflage die geologischen Gesichtspunkte und Ergebnisse in anregender Weise mit den rein petrographischen. Gegenüber den früheren Auflagen sind namentlich die Kapitel über Verwitterung und über Metamorphismus gründlich umgearbeitet worden. Auch die Zahl der durchweg gut gewählten Abbildungen ist wesentlich erhöht worden.

Verfasser steht in mancher noch schwebenden Frage auf sehr bestimmtem Standpunkte, er läßt aber auch entgegengesetzte Anschauungen zu Worte kommen und sehr vielfach wird ja eine temperamentvolle Darstellung der Gegensätze klarer wirken als ein lauliches Referat, das alle Farben verwischt, oder als die Wiederholung herkömmlicher Vorurteile. Und wenn der Leser so auch ein weniger geschlossenes Bild der Resultate einer Wissenschaft erhält, so sieht er sich um so lebhafter in ihr Fortschreiten eingeführt und lernt oft deutlicher das Für und Wider in den einzelnen Fragen und die untereinander ringenden Ansichten, Methoden und Gesichtspunkte kennen. — Dabei ist das Buch keineswegs bloße Streitschrift und versteht auch in den friedlicheren Kapiteln sehr gut das Erreichte zu schildern, die Aufgaben weiterer Forschung zu kennzeichnen. Seine Wirkung wird zweifellos, auch wenn einige Ansichten des Verfassers sich nicht bestätigen sollten, eine nützliche und anregende sein.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Wegner, Th., *Westfalenland I. Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete.* Paderborn, F. Schöningh, 1913. XII, 304 S., 197 Abb. u. 1 Tafel. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Ein gut Teil des Naturerkennens wird am besten immer von den heimatlichen, von Jugend her vertrauten Gegenständen ausgehen. Zugleich wird naturwissenschaftliches Erkennen des Heimischen Verständnis und Liebe zur Heimat wecken und vertiefen. So ist der hier zu besprechende erste Teil einer Heimatkunde Westfalens ebenso lebhaft zu begrüßen, wie das vor kurzem hier besprochene ähnliche Werk für die Provinz Schlesien. Dieser erste Teil enthält die Geologie Westfalens, über die bisher eine Zusammenfassung seit 1884, eine allgemein-verständliche Darstellung überhaupt fehlte. Indem es sich weniger an den Fachgelehrten — dem indes eine derartige Zusammenfassung der Ergebnisse gleichfalls stets wertvoll sein wird —, als vielmehr an die große Menge der naturkundlich interessierten Laien wendet, mag es vielfach zugleich als eine Einleitung in die Geologie überhaupt dienen. Die reichliche Ausstattung mit guten Illustrationen wird dabei besonders wertvoll sein. So beginnt es denn mit „einigen geologischen Grundlagen“ und hält sich auch weiterhin im Rahmen einer auch ohne Fachausbildung verständlichen

Darstellung. Da die geologische Geschichte Westfalens eine ziemlich wechselreiche ist, erscheint sie sehr wohl geeignet, in eine ganze Reihe geologisch wichtiger Vorgänge einzuführen. Die Ausbildung der Formationen ist seit dem Devon eine nur selten unterbrochene, dabei aber abwechslungsreich genug. Neben den marinen Sedimenten verschiedener Ausbildung stehen die Kohlebildungen der karbonischen Waldmoore, die festländischen Ablagerungen des Buntsandsteins, Brackwasserbildungen der unteren Kreide, endlich die Zeugnisse der diluvialen Vergletscherung und die Erzeugnisse der geologischen Vorgänge der Gegenwart. Mehrmals greift der Vulkanismus ein: im Devon in Gestalt von teilweise untermeerischen Ergüssen, wie auch von Intrusionen, die innerhalb der Erdkruste, in die sie eindringen, erstarrten, ohne die Oberfläche zu erreichen; im Tertiär in Gestalt von Basaltausbrüchen. Auch die Gebirgsbildung hat sich namentlich in 2 Hauptphasen sehr deutlich geltend gemacht, einmal etwa zur Rotliegendzeit mit Faltungen und Überschiebung im Sieger- und im westlichen Sauerland, dann während einer zweiten, längeren Zeit hindurch wirkenden Periode, der sogenannten saxonischen Gebirgsbildung vom Ende der Jurazeit an wohl bis ins Tertiär, wobei u. a. die langen Linien mesozoischer Faltenberge, z. B. des Teutoburger Waldes und der anschließenden Ketten gebildet wurden. Endlich fanden im Tertiär noch weitere Absenkungen statt. Auf den Reichtum Westfalens an nutzbringenden Lagerstätten, speziell an Kohlen und Erzen und die interessanten Fragen, die sich namentlich an die Entstehung der letzteren anknüpfen, kann hier nur hingewiesen werden.

An die geologische Geschichte des Landes schließt sich die Darstellung des geologischen Baues der einzelnen Hauptgebiete an. Den Schluß bildet ein eingehendes Karten- und Literatur-, Sach- und Ortsregister.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Walker, G. W., Modern Seismology. (Monographs on Physics, herausgegeben von Sir. J. J. Thomson und Frank Horton.) London, 1913. XII, 88 S. und 13 Tafeln.

Der Verfasser bietet einen Abriß desjenigen Zweiges der Erdbebenforschung, der vornehmlich mit Hilfe der modernen Erdbebenregistrierapparate gepflegt wird. Dementsprechend werden nach einer gedrängten, sehr objektiven einleitenden Skizze der geschichtlichen Entwicklung dieser Disziplin in den letzten dreißig Jahren in je fünf Kapiteln die wichtigsten Fragen der *Seismometrie* und der *Seismogeophysik* behandelt. Der Verfasser zeigt, daß er den Stoff durchaus beherrscht und gestaltet die Behandlung der einzelnen Probleme nach dem neuesten Standpunkt der Forschung, indem in gleicher Weise die wichtigsten deutschen, englischen und russischen Abhandlungen berücksichtigt werden; er arbeitet dabei in sehr geschickter und vielfach originaler Weise immer das Wesentliche heraus. Doch gibt das Buch aber auch nur Richtlinien, keine in sich geschlossenen Darstellungen. Es setzt daher eigentlich schon die Bekanntschaft mit den eingehenderen Originalarbeiten voraus und bietet dem Leser dann eine vorzügliche gedrängt zusammenfassende und kritische Orientierung über das Gesamtgebiet, oder es macht doch eine nachträgliche Heranziehung der Quellen für ein volles Verständnis unterschieden zur Notwendigkeit.

Zuerst wird eine sehr knapp gehaltene Übersicht über die Hauptpunkte der *allgemeinen dynamischen*

Theorie der Seismographen gegeben. Es wird unter einigen vereinfachenden Voraussetzungen die bekannte Grundgleichung für die Bewegung eines Seismographen aufgestellt und hinsichtlich der aus ihr sich ergebenden Vergrößerung für einfach periodische Bodenverschiebungen und der Bedeutung einer Dämpfung bzw. aperiodischen Einstellung kurz diskutiert. Ausführlicher sind dann die *Prinzipien* des Horizontalpendels, des umgekehrten Pendels und des Vertikalseismographen dargelegt, zumal noch eine auf gute Abbildungen zurückgreifende Beschreibung des Horizontalpendels von Milne, des astatischen Pendelseismometers von Wiechert und des Horizontal- und Vertikalseismographen von Galitzin angeschlossen ist. Eine etwas eingehendere Behandlung findet dann auch die Theorie und Praxis der Konstantenbestimmung, insbesondere bezüglich der elektromagnetischen Registriermethode. Allgemeine Erwägungen über Aufstellung und Wartung der Apparate und Hinweise auf die Methoden, Drehungen aufzeichnen zu lassen, sowie auf die Möglichkeit und Nützlichkeit der Konstruktion von Seismographen mit wesentlich kleinerer Masse und Pendellänge als bisher üblich, schließen den nur 36 Seiten umfassenden, inhaltsreichen, daher aber stellenweise nach Ansicht des Referenten allzu konzisen Abschnitt über Seismometrie ab.

In die Probleme der *Seismogeophysik* führt eine kurz gefaßte theoretische Darlegung der Wellenfortpflanzung (Longitudinal-, Transversal- und Rayleigh-Wellen, Reflexionen) innerhalb einer festen und isotropen Erde ein. Besondere Beachtung wird der Erklärung der auf Beugungsvorgängen beruhenden Kontinuität in den durch den Erdkörper eilenden Wellenzügen geschenkt. Es folgt eine Charakterisierung der einzelnen Phasen eines Seismogramms, wobei auch die Schwierigkeiten und die noch nicht befriedigenden bisherigen Versuche der Deutung der Hauptphase kritisch erwähnt werden. Eine gute Beleuchtung findet ebenfalls der Zusammenhang zwischen der Gestalt der Laufzeitkurve und dem Verlauf der Erdbebenstrahlen, und es wird auch hier mit Recht auf die Unsicherheit aufmerksam gemacht, die noch den bis jetzt in dieser Richtung angestellten, theoretisch allerdings wegweisenden Untersuchungen bezüglich ihrer Resultate für die Konstitution des Erdinneren anhaftet. Bei den Methoden der Lokalisierung des Epizentrums wird besonders die Möglichkeit der eindeutigen Azimutbestimmung nach den Aufzeichnungen einer einzigen Station erläutert. Erhöhtes Interesse beanspruchen dann aber namentlich die Ausführungen über die Herdtiefe und der unter Heranziehung von Galitzins Versuch der Ermittlung der Herdtiefe des süddeutschen Bebens vom 16. November 1911 näher begründete Hinweis darauf, daß das Problem der Herdtiefenberechnung leichter auf dem Wege der Bestimmung der Emergenzwinkel als mit Hilfe von Zeitbeobachtungen zu lösen sein wird. Wenige Betrachtungen sind der mikroseismischen Unruhe gewidmet; sie beruht namentlich im Inlande nach Ansicht des Verfassers möglicherweise auf Rayleigh-Wellen, die am Meeresboden durch die auf Windwirkung zurückzuführenden Wasserwellen entstehen. Eingehender ist wieder die Orientierung über die Horizontalpendelbeobachtungen bezüglich der körperlichen Gezeiten und der Starrheit der Erde gehalten; hier werden u. a. auch die Untersuchungen von Hecker, Orloff und Schweydar besprochen. Das Schlußkapitel enthält dann noch einige theoretische Erörterungen über die Feststellung etwaiger Perioden im Auftreten der Erdbeben, indem die Verwendbarkeit der Fourierschen

Reihe ins rechte Licht gesetzt und die neuerdings in dieser Richtung von *Schuster* angestellte Untersuchung kurz dargelegt wird.

Hervorgehoben werden mag noch die Beigabe guter Kopien einiger instruktiver Seismogramme, so der beiden Horizontalkomponenten der Registrierung des Zante-Bebens vom 24. Januar 1912 auf dem schottischen Observatorium Eskdalemuir, wo der Verfasser längere Zeit tätig war (*Galitzin*-Seismograph mit elektromagnetischer Registrierung), und auf der seismischen Station Darmstadt-Jugenheim (1200 kg-Seismograph nach *Wiechert* mit Tinteschreibung), wie auch der drei Komponenten der Aufzeichnung des Dardanellen-Erdbebens vom 13. September 1912 in Eskdalemuir. Das wenig umfangreiche Buch macht dem Verfasser alle Ehre, und man empfindet mit Bedauern, daß durchweg der Raum allzu knapp bemessen ist. Eine größere Ausführlichkeit würde unseres Erachtens die Brauchbarkeit dieser Monographie erhöhen, ohne ihren hohen wissenschaftlichen Standpunkt zu beeinträchtigen.

E. Tams, Hamburg.

Physikalische, chemische und technische Mitteilungen.

Vakuumteer haben *A. Pictet* und *M. Bouvier* hergestellt, indem sie Steinkohle bei einem Druck von 15 bis 18 mm und in Temperaturen unterhalb 450° der Destillation unterzogen. Dieser Teer enthält keine Phenole und auch keine aromatischen Kohlenwasserstoffe, beide Klassen von Verbindungen entstehen aber in ihm bei Erhitzung auf helle Rotglut, so daß man ihn als Zwischenprodukt bei der Bildung des gewöhnlichen Teers ansehen kann. Er enthält in merklicher Menge oxydierte Verbindungen, Substanzen mit den Eigenschaften des Alkohols, wenig löslich in Wasser, unlöslich in Alkalien, von ähnlichem Geruch wie Menthol. Sie gehören wahrscheinlich zur hydro-aromatischen Reihe und liefern bei höheren Temperaturen die Phenole des Teers. Die Kohlenwasserstoffe sind meistens ungesättigt, doch sind auch gesättigte darunter. Durch Fraktionierung bei 172° bis 174° wurde isoliert die Verbindung $C_{10}H_{20}$, welche eine Dichte 0,7765 bei 23° und den Brechungsindex $n_D^{23} = 1,4196$ besitzt, ferner bei 189° bis 191° die Verbindung $C_{11}H_{22}$ mit der Dichte 0,7838 bei 22° und dem Brechungsindex $n_D^{22} = 1,4234$. Es sind dies sehr bewegliche, farblose Flüssigkeiten, ohne Fluoreszenz und unlöslich im Wasser, aber mischbar in allen Verhältnissen mit den gewöhnlichen organischen Lösungsmitteln. Sie besitzen ferner einen schwachen Petroleumgeruch. Dieselben Kohlenwasserstoffe sind auch im Naphtha von Baku gefunden worden. Die Verbindung $C_{10}H_{20}$ wird als Hexahydrür des Durols gedeutet; sie soll einen Benzolkern enthalten, bei dem an den Stellen 3 und 6 ein doppeltes Wasserstoffatom H_2 und an den Stellen 1, 2, 4 und 5 ein einfaches Wasserstoffatom H sowie ein Methylrest CH_3 angeheftet ist. (*C. R.* 157, 1436, 1913.)

Mk.

Ein **lichtempfindliches Zirkonsalz** (Zirkonhypophosphit $Zr(OPH_2O)_4$) haben *O. Hauser* und *H. Hersfeld* hergestellt. Dieses entsteht durch Zusatz von unterphosphoriger Säure zur wässrigen Lösung von reinem Zirkonnitrat. Die aus dieser Lösung auscheidenden Kristalle sind farblos, besitzen ein hohes Lichtbrechungsvermögen und Doppelbrechung in

polarisiertem Lichte. In lufttrockenem Zustande färben sie sich bei direkter Sonnenbestrahlung rasch tiefviolett, in diffusum Tageslicht dauert dieser Vorgang mehrere Wochen. Unter dem Mikroskop zeigen die gefärbten Kristalle keine auffälligen Zersetzungserscheinungen. (*ZS. f. anorg. Chem.* 84, 92, 1914.)

Mk.

Der **Jahresbericht des Internationalen Komitees der Atomgewichte für 1914** ist erschienen. An der Tabelle der Atomgewichte ist keine Änderung vorgenommen worden, da auf Wunsch der technischen Chemiker die Tabelle von 1913 für gerichtliche und kommerzielle Zwecke die offizielle Tabelle bis zum nächsten Kongreß 1915 bleiben soll. Belangreiche Änderungen, welche die technischen Chemiker angehen würden, ergeben sich auch nicht aus den letztjährigen Untersuchungen. Folgende Neubestimmungen sind ausgeführt (die Ziffern hinter den Symbolen sind die gegenwärtig gültigen Werte): Br (79,92) = 79,924 (*Weber*); Cl (35,46) = 35,4596 (*Wourtsel*) und = 35,463 (*Baums* und *Perrot*); Cd (112,40) = 112,31 (*Laird* und *Hulett*); Fe (55,84) = 55,847 (*Baxter* und *Hoover*); N (14,01) = 14,008 (*Scheuer*); P (31,04) = 31,018 (*Baxter* und *Moore*); Pd (106,7) = 106,709 (*Shinn*); Ra (226,4) = 225,97 (*Hönigschmid*); Ru (101,7) = 101,63 (*Vogt*); Sc (44,1) = 44,14 (*Meyer* und *Goldenberg*); Te (127,5) = 127,479 (*Dudley* und *Bowers*); U (238,5) = 238,54 (*Lebeau*) und = 238,44 (*Oechsner de Coningk*); Yt (89,0) = 88,6 (*Meyer* und *Wourinen*) und = 90,12 (*Egan* und *Balke*). (*ZS. f. phys. Chem.* 86, 247, 1914.)

Mk.

In der letzten Zeit ist von der Dortmunder Union zu Dortmund ein **neues Siemens-Martin-Verfahren** ausgebildet worden, das geeignet erscheint, eine speziell für Deutschland außerordentlich große Bedeutung zu erlangen. Der erwähnten Firma ist es gelungen, im Martinofen aus gewöhnlichem, hoch phosphorhaltigem Thomasroheisen Qualitätsstahl von 80 kg/qmm Festigkeit zu erschmelzen. Das Verfahren beruht darauf, daß im Verlaufe des Prozesses die Schlacke *mehrfach* vom Bade entfernt wird, was bisher meist nur einmal und zugleich mit dem Stahl, z. B. beim *Bertrand-Thiel*- und dem *Hoesch-Prozeß*, ausgeführt werden konnte. Die Schlacke, die spezifisch bedeutend leichter als der Stahl ist, fließt naturgemäß beim Kippen des Martinofens¹⁾ mit dem Stahl aus und ließ sich bisher nur dadurch vom Stahl trennen, daß die Charge ganz oder teilweise abgegossen wurde²⁾. Bei dem neuen Verfahren wird die oben schwimmende Schlacke durch komprimierte Luft fortgeblasen, um durch neue reaktionsfähige Schlacke ersetzt zu werden, die es ermöglicht, den Flußstahl im Martinofen bis zu einem bisher noch nicht gekannten Grade zu reinigen. Das neue Verfahren gestattet es, das in Deutschland, das ja im Minettevorkommen Elsaß-Lothringens mit die reichsten phosphorhaltigen Eisenerzlagertstätten der Welt besitzt, in besonders großen Mengen erzeugte Thomasroheisen zu den edelsten Stählen zu verarbeiten und bedeutet damit im deutschen Eisenhüttenwesen einen Fortschritt, der an die Erfindung des Thomasverfahrens im Jahre 1878 erinnert.

Das Verfahren, mit dessen Verwertung sich die durch den Bau von Mischern und kippbaren Öfen rühmlichst bekannten *Wellmann-Seewes-Gesellschaft* befaßt,

¹⁾ Oder beim Abstechen desselben.

²⁾ So daß der eine Teil des Stahls schlackenfrei wurde, indem, wie es üblich ist, die Schlacke über den Rand der mit Stahl gefüllten Pfanne hinwegfließt.

wird in drehbaren *Martinöfen* ausgeübt. Man darf mit Recht auf die Verbreitung gespannt sein, die dem neuen Prozesse bevorsteht. *E.*

Feuerungsroste mit Wasserkühlung. Die Roststäbe der industriellen Feuerungsanlagen sind einer starken Abnutzung unterworfen, da die Temperatur der Feuerung gerade über dem Rost, an der Eintrittsstelle der Verbrennungsluft, am höchsten ist. Infolgedessen brennen die Schlacken häufig an den Roststäben fest, wodurch die Öffnungen zwischen den Roststäben immer kleiner und nach einer gewissen Zeit ganz verstopft werden, wenn nicht in bestimmten Zwischenräumen der Rost mit dem Schürhaken sorgfältig abgeschlackt wird. Um diese mühselige und zeitraubende Arbeit zu ersparen und zugleich um die Haltbarkeit der Roststäbe zu erhöhen, hat man schon die verschiedensten Mittel angewandt. Sehr häufig verfährt man hierbei in der Weise, daß man den Rost aus senkrecht stehenden Platten herstellt und diese mit ihrem unteren Ende in Wasser eintauchen läßt. Auch hat man schon versucht, hohle Roststäbe zu verwenden, in deren Innerem Wasser zirkuliert. Jedoch erst in jüngster Zeit ist es gelungen, durch Anwendung eines hochwertigen Materials solche Hohlroste herzustellen, die den heutigen hohen Anforderungen an Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit entsprechen. Der neue „Prometheus-Hohlrost“ ist aus Siemens-Martin-Stahl hergestellt und eignet sich in gleicher Weise zur Verfeuerung von Steinkohlen wie von Koks. Die hohlen Roststäbe sind innen durch eine Scheidewand in zwei Kanäle geteilt, in denen das Kühlwasser zirkuliert. An dem einen Ende sind die Stäbe mit einem Wasserkasten verschweißt, der ebenfalls durch eine Scheidewand in eine obere und untere Kammer für den Ein- und Austritt des Kühlwassers geteilt ist. Das aus den Roststäben kommende warme Wasser kann nach vorheriger Reinigung als vorgewärmtes Kesselspeisewasser verwendet werden. Je nach dem Verwendungszweck kann die Durchflußgeschwindigkeit und damit die Temperatur des Kühlwassers nach Belieben geregelt werden. Die bisher angestellten Verdampfungsversuche haben ergeben, daß der Hohlrost den Feuerungsbetrieb sowohl in technischer wie in wirtschaftlicher Hinsicht günstig beeinflusst. Die Schlackenbildung wird vermindert und ein Anbacken der Schlacke an den Rost findet nicht statt, so daß die Bedienung der Feuerungsanlage wesentlich vereinfacht wird; überdies wird eine nicht unbeträchtliche Kohlenersparnis erzielt. *S.*

Radioaktive Tongefäße. Über die Herstellung von Tongefäßen, die radioaktive Stoffe enthalten und infolgedessen ständig Radiumemanation abgeben, berichtete Ing. *Kurt Schmidt* vor kurzem auf der Jahresversammlung des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie in Berlin. Gewisse Tone lassen sich ausgezeichnet mit radioaktiven Stoffen vermengen, so z. B. mit Uranpechblende, Fergusonit oder Uranrückständen. Wenn dieses Gemenge gebrannt wird, hat es die Eigenschaften der radiumhaltigen Naturgesteine. Der Ton darf jedoch hierbei nicht dicht gebrannt werden, sondern man muß eine möglichst große Oberfläche herzustellen suchen und muß den Ton deshalb feinporös brennen. Ein in dieser Weise hergestellter Tonkörper ist ein sehr billiger Träger des Radiums, und es lassen sich aus diesem Gemenge die verschiedensten Voll- und Hohlformen herstellen, wie z. B. Flaschen, Becher, Röhren und Filter. Diese Gegenstände geben ununterbrochen Radiumemanation

in meßbaren Mengen an ihre Umgebung ab. Sollen die Gefäße zur Aufnahme von Trinkwasser dienen, so werden sie auf der Außenfläche nach dem Verfahren von *Schoop* zunächst mit Aluminium und hierauf mit Kupfer oder Messing überzogen. Die radioaktiven Tonröhrchen werden, wie die *Chemiker-Zeitung* 1914, S. 310, berichtet, in das Trink- oder Badewasser gelegt und vermögen an dieses 60 Mache-Einheiten in 24 Stunden abzugeben; in 4 Tagen erreicht die Abgabe 150 Mache-Einheiten. Da diese radioaktiven Tonkörper u. a. auch auf den Pflanzenwuchs eine sehr günstige Wirkung haben, wird diese Erfindung wohl noch mancherlei Anwendungen finden können. *S.*

Mangan im Trinkwasser und das Wesen der Entmanganungsmethoden. In einem Vortrag in der Chemischen Gesellschaft zu Frankfurt a. M. sprach Dr. *Tillmans* die Nachteile, welche manganhaltiges Trinkwasser bei der Versorgung bereitet, er erörterte dann die große Breslauer Wasserkalamität im Jahre 1906, sowie deren Ursache. Die ursprüngliche Art der Entfernung von Mangansalzen aus dem Trinkwasser, die zuerst von *Proskauer* vorgeschlagen wurde, geschieht ganz entsprechend der Wasserenteisung, also durch Lüftung und Sandfiltration. Neuerdings werden für die Entmanganung ganz andere Verfahren, nämlich Filtration über Braunstein und Manganpermutit, verwendet. Verfasser hat in Gemeinschaft mit *O. Heublein* Versuche ausgeführt, um das Wesen der Entmanganung durch Braunstein zu erklären. Versetzt man eine Mangansulfatgelatine mit Ammoniak, so entstehen rhythmische Zonenbildungen von Manganhydroxydul, welche in Form von abgesetzten Scheiben auftreten. Diese Zonenbildungen zeigten seltsame Störungen, wenn mitten in die Gelatine ein Stückchen Braunstein gebracht wurde. Diese Störungen können nur so erklärt werden, daß das Manganoxydul zum Braunstein hingewandert ist. Durch diese Versuche konnte die Wirkung des Braunsteins auf Manganosalz sichtbar gemacht werden. Weitere Untersuchungen ergaben, daß die Entmanganung von Trinkwasser durch Braunstein offenbar in der Bildung eines Manganomanganites besteht, unter Spaltung des betreffenden Manganosalzes und Freiwerden des mit MnO verbundenen Säurerestes. Daß bei der Entmanganung von manganosulfathaltigem Wasser durch Braunstein freie Schwefelsäure auftritt, konnte gezeigt werden. Auch konnte nachgewiesen werden, daß die Menge der freien Schwefelsäure derjenigen der Theorie entspricht. Auch die Entmanganung durch Belüften und Sandfiltration des Wassers scheint in nichts weiterem als in der allmählichen Bildung von braunsteinhaltigen Manganoxiden im Filter zu bestehen; damit wäre dann auch diese Art der Manganabscheidung aus Wasser auf dieselbe Grundlage zurückzuführen. (*Chem.-Ztg.* 1914, S. 198.) *S.*

Benzinelektrische Straßenbahnwagen. Bei der Londoner Straßenbahn wurden unlängst versuchsweise drei benzinelektrische Wagen in Betrieb genommen, die für solche Straßen bestimmt sind, in welchen die Anordnung einer Oberleitung durch die Behörden nicht zugelassen wird und ein unterirdisches Kabel zu teuer würde. Um Zeit zu sparen, wurden die Wagen aus drei ehemaligen Pferdebahnwagen umgebaut, wobei Laufwerk, Untergestell, Plattformen und Inneneinrichtung erneuert wurden. Die Wagen sind als Decksitzwagen gebaut und nach dem Umbau im ganzen $8\frac{1}{4}$ m lang, wobei allein je 1,9 m Länge auf die beiden Plattformen entfallen, welche die maschinelle Einrichtung aufzu-

nehmen haben. Jeder Wagen enthält im Innern des Wagenkastens 20 Sitzplätze und weitere 27 Sitzplätze auf dem offenen Verdeck. Die maschinelle Einrichtung ist, wie das „*Bayerische Industrie- und Gewerbeblatt*“ 1914, S. 9, berichtet, auf einem besonderen, im Falle von Störungen leicht auswechselbaren Rahmen unter den nach oben führenden Treppen auf der Plattform montiert und leicht zugänglich. An dem einen Ende des Wagens befindet sich der Benzinmotor, der bei 1000 Umdrehungen in der Minute reichlich 40 PSe leistet; diese hohe Umdrehungszahl ist aber nur beim Befahren von Steigungen erforderlich, die durchschnittliche Tourenzahl im gewöhnlichen Betriebe beträgt nur 700. Mit der Maschine gekuppelt ist der Generator mit 350 Volt höchster Spannung. Den Antrieb der Achsen vermitteln zwei Elektromotoren von je 20 PSe Dauerleistung, die aber vorübergehend bis auf 40 PSe überlastet werden können. Jeder Motor genügt für sich allein zur Bewegung des Wagens auf ebener Strecke. Auf der zweiten Plattform ist in entsprechender Weise der Kühler angebracht, dessen Ventilator durch einen kleinen, vom Generator gespeisten Motor unmittelbar angetrieben wird.

Die Wagen sind so eingerichtet, daß sie unter Ausschaltung des Benzinmotors auch aus einer oberirdischen Leitung unmittelbar mit Strom gespeist werden, also gegebenenfalls auch mit rein elektrischem Antrieb betrieben werden können. S.

Zur Kenntnis der Konstitution der Kohle.

O. Dimroth und B. Kerkovius berichten über Versuche, die die Ermittlung der Konstitution des elementaren Kohlenstoffs zum Ziele haben. Bisher kennen wir nur eine einzige experimentelle Tatsache, die über die Art und Weise, wie die Atome des Kohlenstoffs miteinander verknüpft sind, Auskunft gibt, nämlich die Oxydation des Kohlenstoffs zu Mellithsäure. Hierbei entstehen außerdem amorphe Stoffe, die als Zwischenstufe der Mellithsäurebildung anzusehen sind. Verfasser haben diese amorphen Stoffe, die sie bei 12-stündigem Kochen von Holzkohle mit rauchender Salpetersäure am Rückflußkühler erhielten, näher untersucht. Es gelang ihnen nicht, aus den neben der Mellithsäure gebildeten Produkten, die stark sauer reagierten, kristallisierte Verbindungen zu erhalten. Es wurden deshalb die Bariumsalze hergestellt und diese wurden mit überschüssigem Baryt der Destillation unterworfen. Dabei wurden neben Benzol Naphthalin und Fluoren erhalten. Aus dem Auftreten des Fluorens glauben Verfasser schließen zu dürfen, daß das Kohlemolekül nicht nur Benzolkern, sondern auch Kohlenstoff-Fünfringe enthält. Mit dieser Annahme stimmt die Beobachtung von Pictet und Ramseyer gut überein, denen es vor einigen Jahren gelang, aus Steinkohle durch Extraktion mit Benzol Hexahydrofluoren zu isolieren. Die Versuche werden fortgesetzt. (*Liebigs Annalen der Chemie* Bd. 399, S. 120—123.) S.

Die Gewinnung von künstlichem Graphit. Hierüber macht Dr. Karau auf Grund eigener Anschauung interessante Mitteilungen in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1913, S. 488. Das von Acheson erfundene Verfahren wird in einer großen Anlage am Niagara-fall von der International Acheson Graphite Co. verwertet. 3 Teile Kieselsäure und 2 Teile Koks oder Kohle werden im elektrischen Ofen erhitzt, wobei Siliciumkarbid entsteht. Dieses zerfällt bei einer Tem-

peratur von 1700° in seine Bestandteile; das Silicium verdampft und verbrennt mit dem Sauerstoff der Luft wieder zu Kieselsäure, während der Kohlenstoff in Form von Graphit zurückbleibt. Der so gewonnene Graphit ist sehr gleichmäßig und von höchster Reinheit (99,5 %). Der Ofen ist 5 m lang, 1,8 m breit und 1,7 m hoch und aus feuerfesten Ziegeln ohne Bindemittel gebaut. Als Heizwiderstand dienen mehrere zylindrische Kokskerne, denen der Strom durch Kohlenstabbündel an beiden Seiten zugeführt wird; die Kokskerne erhitzen sich beim Stromdurchgang auf Weißglut. Das bei der Bildung des Siliciumkarbids entstehende Kohlenoxyd entweicht und verbrennt an der Luft zu Kohlensäure. Nach einiger Zeit wird durch Erhöhung der Stromstärke die Temperatur bis auf 1700° gesteigert, worauf die Zersetzung des Siliciumkarbids und die Bildung des Graphits beginnt. Ein Ofen braucht nach eigener Angabe von Acheson für jede Operation 2000 PS. Der Acheson-Graphit wird zur Herstellung von Elektroden für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke verwendet, ferner für galvanische Elemente, schwarze Farbe, Bleistifte und namentlich zur Herstellung eines wichtigen Schmiermittels (Oildag). Die Acheson Co. stellt etwa 10 % der Weltproduktion an Graphit her. Die Produktion stieg von 73 600 kg im Jahre 1897 auf 1 453 000 kg im Jahre 1904 und auf 3 111 220 kg im Jahre 1909. S.

Unterirdische Beleuchtung für Flugplätze. Die Anlage von Leuchtfeuern für Flugplätze hat in der letzten Zeit bemerkenswerte Fortschritte gemacht. Außer mit solchen Leuchtfeuern, die auf erhöhten Punkten angebracht sind und den Luftschiffen oder den Fliegern von weitem den Luftschiffhafen kenntlich machen sollen, werden neuerdings auch mit unterirdischen Beleuchtungsanlagen Versuche angestellt. Diese bestehen, wie die *Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift* 1913, S. 601, berichtet, aus Lichtquellen, die in den Erdboden versenkt und derart eingerichtet sind, daß Flugzeuge ohne Gefahr auf ihnen landen oder über sie hinwegrollen können. Der Zweck solcher Markierungslichter ist, den Fliegern bei Dunkelheit den günstigsten Landungsplatz anzuzeigen. Eine solche unterirdische Beleuchtungsanlage kann derart ausgebildet werden, daß es gleichzeitig ermöglicht wird, den Fliegern auch die Hauptwindrichtung anzuzeigen. Eine Versuchsanlage dieser Art wird in nächster Zeit auf dem Flugplatz Johannisthal ausgeführt werden. Sie besteht aus einem weißleuchtenden Mittelpunkt von etwa 1 qm Größe und vier etwa 80 m von diesem Mittelpunkt entfernten und kreisförmig gruppierten rotleuchtenden Außenpunkten. Diese Außenpunkte befinden sich in den vier Hauptrichtungen der Windrose Nord, Süd, Ost, West. Die Lichtquellen der Außenpunkte stehen mittels unterirdischer Leitung in Verbindung mit einer Windfahne. Wenn die Gesamtanlage in Betrieb ist, sind der Mittelpunkt und je nach dem vorherrschenden Winde ein oder zwei der vier Außenpunkte erleuchtet, z. B. bei nördlichen Winden der Nordpunkt, bei Nordostwind der Nord- und Ostpunkt. Bei eintretender Veränderung der Windrichtung werden die Außenpunkte automatisch von einem Windrichtungsanzeiger aus- bzw. eingeschaltet. Bei Windstille brennt nur die Lichtquelle des weißleuchtenden Mittelpunktes. S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
MAY 8 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 17.

24. April 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Serumdiagnostik im Dienste der Pflanzensystematik. Von *Dr. Kurt Gohlke, Königsb. i. Pr.* S. 405.

Industrielle Verwendung von Meeresalgen. Von *Dr. Gertrud Tobler-Wolff, Münster i. W.* S. 410.

Naturwissenschaftliches und technisches Denken. Von *Dr. Eberhard Zschimmer, Jena.* S. 412.

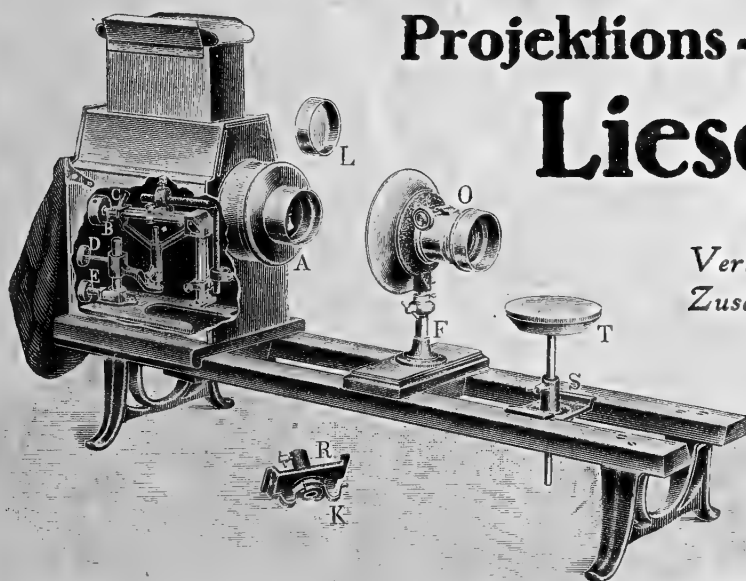
Bemerkungen zur Theorie der Erd-Antennen. Von *Prof. Dr. Franz Richarz, Marburg a. L.* S. 414.

Die Reinigung gewerblicher Abwässer. Von *Dr. Hartwig Klut, Berlin-Dahlem.* S. 415.

Besprechungen. S. 419.

Astronomische Mitteilungen. S. 426.

Kleine Mitteilungen S. 427.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

*

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

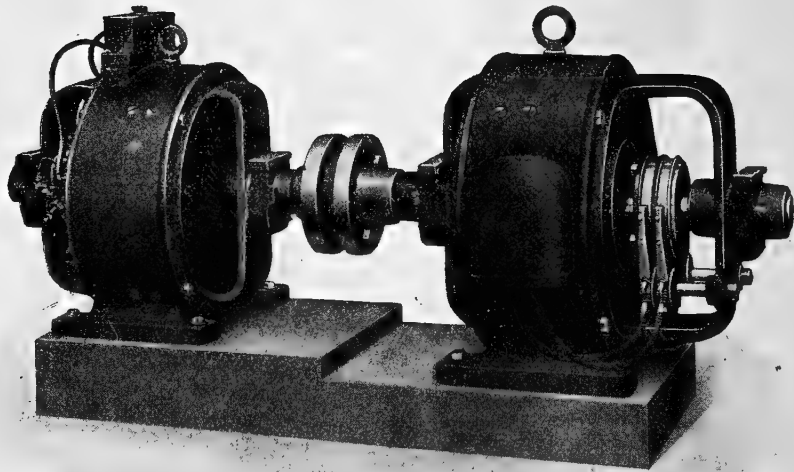
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Drehstrom-Gleichstrom-Umformer für Experimentierzwecke.

Verlag von FERDINAND ENKE in Stuttgart.

Soeben erschien:

von Wolff, Prof. Dr. F., Der Vulkanismus.

Zwei Bände. **I. Band: Allgemeiner Teil. Komplet.** Mit 221 Textabbildungen und einer farbigen Karte. Lex. 8°. 1914. geh. M. 23.40; in Leinw. geb. M. 25.—

I. Band. 1. Hälfte. Das Magma und sein geologischer Gestaltungsvorgang. Die vulkanischen Erscheinungen der Tiefe. Der submarine Vulkanismus. Mit 80 Textabbildungen. Lex. 8°. 1913. geh. M. 10.—

I. Band. 2. Hälfte. Die vulkanischen Erscheinungen der Oberfläche. Lunarer und kosmischer Vulkanismus. Geschichte der Vulkanologie. Mit 141 Textabbildungen. Lex. 8°. 1914. geh. M. 13.40.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Ferdinand Enke, Stuttgart: Seite II — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV — Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig: Seite III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Siemensstadt: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

24. April 1914.

Heft 17.

Die Serumdiagnostik im Dienste der Pflanzensystematik.

Von Dr. phil. Kurt Gohlke, Königsberg i. Pr.

Die Bedeutung der Serumdiagnostik für die verschiedensten Zweige der Wissenschaft ist in den letzten Jahren bekannt geworden. Nachdem es als erstem Uhlenhuth gelungen war, die Eiweißstoffe verschiedener Vögel biologisch voneinander zu unterscheiden, hatte der Forscher zugleich die Erfahrung gemacht, daß die Eier naheverwandter Spezies auf diesem sero-biologischen Wege sich nicht differenzieren lassen. Diesen ersten Feststellungen einer „Verwandtschaft“ auf Grund von Serumreaktionen schlossen sich bald die Untersuchungen von Uhlenhuth, Wassermann und Stern an über eine solche Beziehung zwischen dem Blute des Menschen und dem der verschiedenen Affenarten. Die Resultate sind hinreichend bekannt, nämlich, daß eine solche „Blutverwandtschaft“ des Menschen mit den Primaten sich durch die serologischen Methoden nachweisen läßt.

Naturwissenschaftlich hochinteressant war dann der Nachweis, den Kowarski liefern konnte, daß auch pflanzliches Eiweiß sich durch die serodiagnostischen Methoden differenzieren läßt. Tatsächlich gelingt es auch, besonders zur Untersuchung von Nahrungs- und Futtermitteln, die Methode zur Differenzierung und Wiedererkennung einzelner Objekte zu benutzen.

Aus einer Reihe von veröffentlichten Versuchen ist von größerem Interesse nur noch die Feststellung von Magnus und Friedenthal, daß Trüffel (*Tuber brumale*) und Bierhefe (*Saccharomyces cerevisiae*) eine Eiweißverwandtschaft zeigten, was leider noch nicht eine Nachprüfung gefunden hat.

Nach diesen Versuchen, die zum Teil recht lückenhaft und nicht zum Zwecke systematischer Familienverknüpfung angestellt, zum Teil mit widerspruchsvollen Resultaten publiziert worden waren, lag es mir in erster Linie daran, die praktische Verwendbarkeit der Methoden zum Nachweise von Pflanzenverwandtschaft festzustellen.

Die Hauptsache war natürlich, die Brauchbarkeit der Methoden für speziell botanische Zwecke als solche zu erweisen. Verwendung gefunden hatten in dieser Hinsicht 4 Methoden, nämlich die Präzipitation, die Komplementbindung (Wassermannsche Reaktion), die Anaphylaxie und die Konglutinationsmethode.

Zunächst ist für den Botaniker wohl die Methode der Anaphylaxie auszuschalten. Führt man in den Organismus eines Warmblütlers artfrem-

des Eiweiß ein, und zwar auf parenteralem Wege, so entwickelt sich nach einiger Zeit eine spezifische Überempfindlichkeit (Hypersensibilität), die sich dadurch bemerkbar macht, daß ein derartig behandeltes Tier auf die neuerliche Reinjektion derselben Eiweißlösung, auch wenn diese an sich völlig atoxisch ist, mit stürmischen Krankheitserscheinungen reagiert und oft nach wenigen Minuten verendet. Diesen Zustand der Überempfindlichkeit nennt man Anaphylaxie, die an sich streng spezifisch reagiert. Mit Pferdeserum vorbehandelte Tiere sind nur gegen dieses, nicht gegen Kaninchen-, Ziegen- oder Ochsen血清 anaphylaktisch; dabei lassen sich jedoch auch verwandtschaftliche Beziehungen nachweisen.

Abgesehen von dem unmäßigen Verbrauch von Versuchstieren und den damit verbundenen Kosten, eignet sich diese Methode für die Botanik nicht, weil eine genaue Beurteilung infolge des ungleichmäßigen Injektionsmaterials und der in diesem enthaltenen, zum Teil giftigen Stoffe nicht möglich ist, worauf ich noch zu sprechen komme.

Die Komplementbindungsmethode eignet sich auch nicht gut für botanisch-systematische Forschungen. Die Reaktion besteht darin, daß beim Mischen eines Antigens mit einem homologen, inaktiven Immuserum (Ambozeptor) und mit Komplement das letztere gebunden wird, was durch ein hämolytisches System (Hammelblutaufschwemmung + Immuserum für Hammelblut) nachgewiesen wird. Tritt die Reaktion ein, so bleibt letzteres nämlich aufgelöst bei passendem Antigen und Ambozeptor, wird aber aufgelöst bei einem Antigen, das nicht zu dem Ambozeptor gehört. Bei dieser Methode zeigt es sich ebenfalls, daß auch verwandtschaftlich nahe stehende Antigene eine Bindung des Komplementes herbeiführen.

Auch diese Methode ist für die angegebenen Zwecke der botanisch-systematischen Pflanzenverwandtschaft nicht günstig, und dieses besonders deswegen, weil die Ergebnisse der Komplementbindungsmethode zu speziell sind. Es gelingt leicht, mit Hilfe derselben das zur Immunisierung verwendete Antigen festzustellen, die Reaktion tritt auch noch ein, wenn das Antigen von einer ganz nahe verwandten Spezies herrührt, versagt jedoch bei weiteren Verwandtschaftskreisen; während es doch im Interesse der Systematik liegt, den Nachweis sehr weiter Verwandtschaften zu erreichen, also eine Reaktion in die Ferne zu bekommen.

Die beiden anderen noch im Gebrauch stehenden serodiagnostischen Methoden, die Präzipita-

tion und die Konglutination haben sich als besonders geeignet für botanische Untersuchungen gezeigt. Die Präzipitation, die älteste und bekannteste Methode, ist besonders einfach und erfordert nur ein Antigen und ein Immunserum. In sich abstufigen Verdünnungen des Antigens wird eine gleiche Menge des Immunserums hinzugegeben, wobei dann nach geringer Zeit ein Niederschlag den Nachweis zeigt, daß das Antigen zugehörig ist zu dem verwendeten Immunserum. Mit Hilfe dieser Methode sind auch die ersten Versuche einer Verwandtschaftsreaktion angestellt worden. Für die Botanik hat die Präzipitation insofern einen großen Vorzug, neben ihrer einfachen Handhabung, vor anderen Methoden, daß sie verwandtschaftliche Beziehungen weit über die Ausgangsfamilie hinaus zu anderen Familien derselben Reihe nicht nur, sondern, was noch wichtiger ist, zu anderen Reihen hinüber, zur Anschauung bringt.

Die Konglutination ist insofern komplizierter als die Präzipitation, als zu ihrer Anwendung noch das Serum eines Wiederkäuers (z. B. Rinderserum) gebraucht wird. Das Immunserum und der Eiweißextrakt werden bei 37° C. auf 2 Stunden in Kontakt gebracht, d. h. der Extrakt wird sensibilisiert, darauf wird frisches, aktives Rinderserum hinzugefügt. Dort, wo größere Mengen von Immunserum vorhanden sind, entsteht dann eine deutliche Konglutination, d. h. eine Ausflockung, die jedoch von einer solchen der Präzipitation oder Agglutination streng verschieden sich erweist. Dasselbe gelingt, wenn anstatt des aktiven Rinderserums inaktiviertes, d. h. auf 56° C. erhitztes Rinderserum und als Komplement die Sera eines Pferdes, Schafes oder Meerschweinchens verwendet werden.

Diese charakteristische Zusammenballung entsteht wohlgernekt im Rinderserum bei Gegenwart von Antigen, Ambozeptor und Komplement und beruht darauf, daß das Rinderserum einige Stoffe enthält, die als Konglutinine bezeichnet werden und die Konglutinationen hervorrufen. Gerade diese Methode hat sich nach meinen Untersuchungen als die beste für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse erwiesen¹⁾. Die Vorteile derselben bestehen in der idealen Empfindlichkeit, welche die der Präzipitation wesentlich übertrifft und besonders in dem dabei auftretenden geringen Immunserumverbrauch, der es gestattet, von einem Ausgangsambozeptor Hunderte von Versuchen zu machen nach allen Richtungen hin innerhalb des Pflanzenreiches.

War eine Brauchbarkeit dieser Methoden wohl für medizinisch-hygienische Anwendung erwiesen, so zeigten die bisher erschienenen Resultate auf botanischem Gebiete Lücken und Fehler, daß sie nicht ohne weiteres für die Verwendung der

Serumdiagnostik sprachen. Ähnliche Versuche in der Zoologie hatten mehrfach die Tatsache festgestellt, daß eine Ausnutzung der Methoden zum Nachweise von Verwandtschaft möglichst sei. Dieses ist jedoch keineswegs so leicht für die Botanik zu erweisen, da das in Frage kommende Injektionsmaterial nicht so gute und gleichartige Beschaffenheit und Eiweißgehalt zeigt, wie dies bei dem tierischen Blut der Fall ist. Überdies kann ich die Erfahrung meiner Vorgänger bestätigen, daß sich das pflanzliche Eiweiß serobiologisch schwerer differenzieren läßt als das tierische, aber gerade diese Beobachtung und Feststellung läßt die Erwartung aufkommen, die Methoden auch zur Markierung ziemlich entfernter Verwandtschaften zu verwenden. Es heißt nämlich „schwer differenzierbar“ nichts anderes, als daß in sehr weitem Umfange große Eiweiß- und Antigengleichheit besteht, d. h. daß die Reaktionen sehr weit reichen.

Was nun zunächst die Frage nach der unbedingten Brauchbarkeit der Methoden angeht, so mögen hierzu folgende Tatsachen meiner Untersuchungen Erwähnung finden. Bei sämtlichen Untersuchungen ergaben sich bei keinen unzweifelhaften Verwandtschaftsgruppen Ausnahmen. Selbst bei Lösungen, die sehr wenig Eiweiß enthielten, waren in solchen Fällen stets Reaktionen zu verzeichnen. Ferner besteht die Tatsache, daß mit keiner unzweifelhaft nicht verwandten Gruppe Reaktionen eintreten, und schließlich zeugt die Reziprozität der Reaktionen für eine Brauchbarkeit der Methoden. Es ergab z. B. stets Immunserum von *Juglans regia* (Walnuß) eine positive Reaktion mit den *Betulaceae* (Birkengewächse), *Cannabaceae* (Hanfgewächse), ebenso zeigte sich dann auch reziprok eine solche von *Corylus Avellana* (Haselnuß, zu den *Betulaceae* gehörig) aus zu den *Juglandaceae* wie auch von *Cannabis sativa* zu den *Juglandaceae*.

Damit war die Brauchbarkeit erwiesen, und es handelte sich nun darum zu zeigen, daß die Methoden auch ihre praktischen Erfolge zeitigten.

Erwähnt ist schon, daß das Material ganz anders zu behandeln ist, als das mit nahezu gleichmäßigem Eiweißgehalt ausgestattete Blut von Tieren bei analogen Versuchen in der Hygiene und Zoologie. Ich versuchte den Pflanzensamen, denn diese kommen als beinahe einzige Materialquelle in Betracht, möglichst alles Eiweiß zu entziehen. Es wurden die Samen durch Mörser oder Mühle, wobei natürlich eine peinlichste Sauberkeit Bedingung war, zerkleinert zu feinstem Mehl, das in bestimmten Mengenverhältnissen mit physiologischer Kochsalzlösung vermischt (auf 1 g Mehl 5 ccm NaCl) und einige Zeit (etwa 1/2 Stunde) extrahiert wurde. Der Extrakt, der je nach dem Eiweißgehalte des Samens verschiedenen Gehalt an Eiweißstoffen hatte, was durch Albumimeter nach *Esbach* nachgewiesen wurde, diente nun sowohl zur Injektion, wie zur Untersuchung, nur mit der Abänderung, daß für letztere

¹⁾ Gohlke, K., Die Brauchbarkeit der Serumdiagnostik für den Nachweis zweifelhafter Verwandtschaftsverhältnisse im Pflanzenreiche. Fr. Grub, Berlin und Stuttgart, 1913.

ganz bedeutend stärkere Verdünnungen verwendet wurden. Da die so gewonnenen Eiweißlösungen trübe waren, so wurden sie filtriert, und zwar durch Doppelfilter, bis sie ganz klar wurden. Es braucht auch hier nur hervorgehoben zu werden, daß sämtliche Gefäße steril gemacht waren, und auch bei Herstellung der Extrakte sterile Kochsalzlösung Verwendung fand wie größte Sauberkeit der Samen beobachtet wurde.

Hierbei zeigten sich nun die gerade für pflanzliche Samen charakteristischen Nebenerscheinungen, die das zu analogen Versuchen verwendete Blut von Tieren nicht aufweist. Zunächst ist es wichtig, möglichst frische Samen zu verwenden, weil das Eiweiß in ihnen, nach meinen Untersuchungen, am meisten reaktionsfähig ist, obwohl auch Samen, die sehr lange (sogar bis 20 Jahre) gelegen hatten, sich zuweilen als brauchbar erwiesen. Es treten jedoch in den Samen verschiedene Stoffe auf, von denen man annehmen muß, daß sie für den Tierkörper bei der Injektion von Nachteil sein, ja den Tod der Tiere herbeiführen müssen. Die vorhandenen Fette und Öle wurden durch Alkohol und Äther zu extrahieren versucht und zum Teil auch mit gutem Erfolge. Um die in verschiedenen Samen vorhandenen Säuren und Gifte (z. B. Alkaloide) sowie die nicht antigenwirkenden Stoffe wie Stärke, Glykogene, Zucker usw. zu entfernen, versuchte ich erstere durch Hinzufügen von Sodalösung zu neutralisieren, während andere Stoffe, unter ihnen die Alkaloide, wohl schon zum größten Teil durch die Vorbehandlung mit Alkohol entfernt waren. Die in den Lösungen vorhandenen Salze, zum Teil auch Säuren und andere wasserlösliche Substanzen wurden bis auf unwesentliche Reste durch Dialyse entfernt.

Gleichwohl wird es nicht immer gelingen, sämtliche schädlichen Stoffe auf derartige Weise zu entfernen. Es hat deshalb die Frage nach der Verwendbarkeit eines Untersuchungsobjektes die Voruntersuchung nach dem Vorhandensein von derartigen Stoffen zur Voraussetzung, und die Vorbereitung des oben erwähnten Extraktes wird deshalb je nach der spezifischen Eigenart des Samens eine verschiedene sein.

Diese gewonnenen Extrakte wurden Kaninchen injiziert, die allein für mich als Versuchstiere in Betracht kamen. Die Injektion geschah entweder intravenös, d. h. in die Ohrvene, oder intraperitoneal, also in die Unterbauchgegend, jedoch verwendete ich in der Hauptsache die letztere infolge ihrer leichteren Handhabung und Sicherheit, die Tiere am Leben zu erhalten. Infolge der leichten Infektionsmöglichkeit, die bei den schwer zu sterilisierenden Injektionsflüssigkeiten aus pflanzlichem Material gegeben ist, können bei intravenöser Injektion zu leicht Erkrankungen und Verluste von Tieren mit oft schon kostbarem Serum eintreten, während das Bauchfell relativ unempfindlich gegen Infektionserreger sich erweist.

Die Dosierung des Impfmateri als richtete sich naturgemäß nach dem Eiweißgehalte des Extraktes wie auch die Häufigkeit der Injektionen bedingt war durch den Gesundheitszustand des geimpften Tieres. In der Regel betrug bei meinen Versuchen der Zwischenraum zwischen den einzelnen Injektionen 3—4 Tage.

Was die Dauer der Immunisierung angeht, so kann eine genaue Zeit auch hier nicht gegeben werden. Nach 3—4 Injektionen kann zuweilen schon ein hochwertiges Immunserum erzeugt werden, bei jeweiliger Injektion von 10 ccm Extrakt, aber es liegen auch Fälle vor, wo bei relativ hohem Eiweißgehalte noch nach 10 maliger Injektion sehr wenig Immunität eingetreten war, ja zuweilen eine solche ganz unterblieb. Es zeigt sich nämlich, daß die Individualität des Tieres ein nicht zu unterschätzender Faktor ist, und es scheint zweckmäßig, gleichzeitig mehrere Tiere mit demselben Eiweiß zu impfen. Uhlenhuth erwähnt z. B., daß er von 10 gleichzeitig mit demselben Eiweiß injizierten Kaninchen nur ein einziges mit hochwertigem Immunserum erhalten hat. Um sicher zu gehen, ist eine Untersuchung auf die Immunitäts Höhe eines Serums nach 3—4 Injektionen vorzunehmen.

• Dieses geschieht leicht durch die Probelutentnahme, die dadurch herbeigeführt wird, daß aus dem mit Alkohol gereinigten Ohre des Kaninchens, und zwar aus der Randvene desselben, eine kleinere Blutmenge entnommen wird. Die Untersuchung geschieht am besten mit Hilfe der Präzipitation, indem das durch Zentrifugieren aus dem Blut gewonnene Serum mit dem Extrakte, der zur Injektion benutzt wurde, zusammengebracht wird. Es zeigt dann ein Niederschlag, das Präzipitat, ob das Serum hochwertig, und somit brauchbar, ist oder nicht. Hat eine solche Brauchbarkeit desselben sich herausgestellt, so wird das Tier zu 24 stündigem Hungern von den anderen Tieren isoliert, und am nächsten Tage geschlachtet. Die Blutentnahme geschieht möglichst steril und in sterilen Gefäßen durch Karotidenschnitt. Das gewonnene Serum muß nun, um als brauchbar und einwandfrei Verwendung zu finden, die Eigenschaften zeigen, daß es spiegelklar sich erweist, es darf weiter keine Opaleszenz zeigen, eine Eigenschaft, die häufig auftritt, über deren Entstehung es einstweilen keine befriedigende Erklärung gibt, und schließlich darf das Serum kein freies Antigen enthalten, d. h. es ist darauf zu achten, daß das Tier nicht zu früh nach der letzten Injektion geschlachtet wird.

Das Serum ist, wenn es absolut steril ist, dann leicht zu konservieren in dunklen Gläsern, die mit steriler Watte verschlossen sind. Bei dem Eintrocknen von Serum zu Pulver oder auf Papier habe ich besonders gute Erfolge nicht erzielen können, denn bei derartiger Behandlung verliert das Serum an Wertigkeit. Gerade dieses ist für die Untersuchungen ein unersetzlicher

Umstand, da für botanische Zwecke nur äußerst hochwertige Sera brauchbar, diese aber sehr schwer zu erhalten sind, so daß ein solches Serum zuweilen nicht zu ersetzen ist.

Ganz kurz sei nun noch die Methodik der Präzipitation und Konglutination angeführt:

Von dem Extrakte werden Verdünnungen hergestellt, die etwa bei 1:200 beginnen und bei 1:50 000 abschließen. Zu diesen Verdünnungen, die in verschiedenen Reaktionsgläsern abstuft verteilt sind, wird je 1 ccm Serum gegeben. Nach einigen Stunden Aufbewahrung im Brutschrank bei 37° C. fällt in den weniger stärkeren Verdünnungen ein Präzipitat aus, das die Wertigkeit des Serums anzeigt. Analog wird bei „Verwandten“ des Ausgangsmaterials verfahren. Ein Niederschlag bürgt für eine Verwandtschaft, ein Fehlen eines solchen gibt an, daß Beziehungen verwandtschaftlicher Art mit dem Ausgangseiweiß nicht vorhanden sind.

Bei der Konglutination verhält sich die Sache insofern anders, als in verschiedenen Gläsern dieselben Verdünnungen des Extraktes (je nach dem Eiweißgehalt, z. B. etwa 1:200) sich befinden, zu denen sich abstuftende Mengen von Immunsorum gegeben werden (0,08; 0,02; 0,01; 0,005 Kubikzentimeter). Diese Mischung wird auf zwei Stunden im Brutschrank „sensibilisiert“, und nach Ablauf dieser Zeit wird je 0,4 ccm frisches, aktives Rinderserum hinzugefügt, wobei dann bei verwandten Eiweißarten eine Ausflockung auftritt, die als Konglutination bezeichnet wird. Diese Methode hat sich nach meinen Erfahrungen als besonders geeignet erwiesen, Voraussetzung ist jedoch ein ganz besonders hochwertiges Immunsorum. Ohnehin wird die Präzipitation als Ergänzungsmethode ständig Berücksichtigung finden müssen. Man wird kein irgendwie wichtiges Ergebnis für glaubwürdig halten, das nicht auf dem Wege beider Methoden, der Präzipitation und der Konglutination, gesichtet wurde.

Wer mit Hilfe der Serumreaktionen Untersuchungen über Verwandtschaften anzustellen hat, muß sich dessen bewußt sein, daß Fehlerquellen überaus häufig und nur mit größter Vorsicht zu vermeiden sind. Schon die absolute Empirie der gesamten Methoden, die Tatsache, daß wir von den Vorgängen beim Eintritt der Reaktion auch nicht die geringste Vorstellung haben, muß zur Vorsicht mahnen. Wer jedoch längere Zeit mit den Methoden operiert hat, gewinnt bald eine genaue Kenntnis der Ausfällungen und Sicherheit in ihrer Beurteilung, so daß er ein völliges Vertrauen den Untersuchungen entgegenbringen kann. Dieses letztere wird besonders unterstützt durch die Arbeit mit Samenmehlen unbekannter Herkunft, die mit Leichtigkeit von einem eingearbeiteten Beobachter verifiziert werden. Es ist ferner selbstverständlich, daß Autosuggestionen leicht eintreten können und infolge ihrer bedenklichen Folgen durch

Kontrollversuche wie auch durch häufige Wiederholung der Reaktionen vermieden werden müssen.

Ein Faktor, der kurze Erwähnung schon oben fand, ist besonders hinderlich für die botanisch-systematischen Versuche, nämlich die Eiweißkonzentrationen der Auszüge. Diese schwanken innerhalb der weitesten Grenzen und können nur mühsam bestimmt werden, wie auch die Kochsalzlösung nicht alles Eiweiß aus den Samen lösen wird. Die rohe Bestimmung des Eiweißgehaltes durch das Albumimeter nach *Esbach* bietet kaum Gewähr für absolute Richtigkeit, zudem ist es schwierig, ein besseres Lösungsmittel für das Eiweiß zu finden, welches sich gleichzeitig als Impfflüssigkeit eignen muß. Während der Mediziner oder Zoologe es stets mit Blut oder Eiweißsubstanz oder einer ähnlichen Masse zu tun hat, die, weil rein aus Eiweißkörpern bestehend, maximale und zugleich damit direkt vergleichbare Konzentrationen besitzt, hat der Botaniker mit Auszügen aus Pflanzenteilen zu arbeiten, die an sich relativ eiweißarm sind und deren Eiweißgehalt kaum jemals direkt vergleichbar ist. Wie schwierig diese letztere Frage ist, zeigt sich darin, daß einzelne Pflanzenfamilien so wenig Eiweiß besitzen, daß eine Extrahierung desselben durch Kochsalzlösung mir nicht gelungen war, viel weniger natürlich erst eine Immunisierung von Kaninchen mit demselben.

Was infolge der stets konzentrierten Eiweißarten der zoologischen und medizinischen Forschung dort nicht auf der Hand liegt, tritt bei der botanischen Anwendung der Methoden klar hervor. Selbst bei ganz nahe verwandten Formen kann bei geringeren Mengen von pflanzlichem Eiweiß der Extrakte eine Reaktion ausbleiben, dann aber auch bei einer Reaktion trotz naher Verwandtschaft infolge von geringerer Ausflockungsstärke eine fernere oder selbst ganz ferne Reaktion vorgetäuscht werden, wenn der Auszug eiweißarm ist. Es erscheint deshalb notwendig, um in dieser Hinsicht Versuche anzustellen, alle Extrakte auf den gleichen Eiweißgehalt zu bringen. Daß dies seine Schwierigkeiten hat, ist klar. Meine Versuche, die ich zu diesem Zwecke vornahm, hatten in manchen Fällen positive Erfolge.

Gleichwohl ist es für die Systematik schon von unschätzbarem Werte, überhaupt einen Nachweis einer Verwandtschaft zu erhalten. Sobald feststeht, daß der Extrakt Eiweiß enthält und sich bei Beobachtung aller Vorsicht eine Reaktion zeigt, so ist dies eine wichtige Feststellung im Dienste der systematischen Forschung; die nähere oder entferntere Verwandtschaft zu erforschen, ist erst eine sekundäre Untersuchung.

Es ist nun evident, daß bei einer Verwandtschaft zweier Organismen auch der Chemismus eine Rolle spielt, und es ist weiter selbstverständlich, daß gerade bei Pflanzen, wo die natürliche Verwandtschaft sich schon in den Reserve-

substanzen und Nebenprodukten des Stoffwechsels zeigt, sich diese Verwandtschaft auch durch die hochzusammengesetzten Eiweißkörper dokumentieren muß. Die biologisch-serologische Eiweißdifferenzierung zeigt nun allerdings nicht die unmittelbare natürliche Verwandtschaft der Organismen, sondern nur die Verwandtschaft der Eiweißstoffe, aber sie gibt den richtigen Weg an, auf dem wir in dem schwierigen Gebiete der phylogenetischen Forschung vorwärts zu schreiten haben. Wenn die experimentelle Eiweißverwandtschaft auch nur ein Indizium ist, so gibt sie jedoch den Hinweis, diese Feststellung mit den übrigen Indizien zu vergleichen und in Einklang zu bringen.

Da alle Urteile bei der Bildung eines Systems auf subjektiven Gefühlen von Ähnlichkeit und Unähnlichkeit der Objekte beruhen, so wurde auch noch in der Neuzeit von mehreren Seiten versucht, auf andere als die bisher für wichtig gehaltenen Ähnlichkeiten hin das natürliche System aufzubauen, abzuändern oder gar umzustürzen. Es ist in seinen Teilen allerdings abänderungsfähig, und nur ältere Botaniker haben das System als ein festgefügtes Fachwerk zur Unterbringung ihrer Pflanzenfunde betrachtet, aber diese ältere Generation ist jetzt nicht mehr vorhanden. Die Entwicklungsgeschichte lehrt, daß eine fortschreitende Differenzierung besteht. Allein innerhalb der Anordnung der einzelnen Gruppen herrscht noch vielfach Unsicherheit, weil die Blutsverwandtschaft aus morphologischem Verhalten nicht immer mit Sicherheit gefolgert werden kann. Wenig klar sind die phylogenetischen Verhältnisse zwischen den Formenkreisen der Phanerogamen (Samenpflanzen). Doch ist z. B. sicher, daß die Reihe der Ranales die ursprünglichere bei den Angiospermen (Bedecktsamige) ist, ferner, daß die Monokotyledonen (Einkeimblättrige) vom Dikotyledonenstamm (Zweikeimblättrige) abzweigen und daß die Sympetalen nicht monophyletisch sind. Es ist aber ungewiß, ob die Monokotyledonen tief unter den Ranales oder in der Nähe der Magnoliaceae abzweigen und in welcher Weise die Reihen der Archichlamydeae an die Ranales ansetzen. Dazu kommt noch, daß unter der Wirkung gleicher formender Einflüsse hervorgebrachte Ähnlichkeiten (Konvergenzen) gerade in den Reduktionsreihen häufig sein müssen. Es ist oft aber schwer, bei gleicher morphologischer Ausbildung der Organe zwischen Konvergenz oder wirklicher Verwandtschaft zu entscheiden. Die morphologische Methode hat zwar Großes geleistet, aber sie versagt doch in manchen Fällen, wie aus Obigem hervorgeht. — Für den Aufbau eines phylogenetischen Systems sind die Angiospermen wegen ihrer verhältnismäßig kurzen Differenzierungszeit keineswegs ungünstig, denn erst seit der Kreide scheint die Verzweigung ihres Stammbaumes herzurühren. Es gibt kaum eine Familie

im Reiche der höheren Pflanzen, über deren nähere oder entferntere Verwandtschaft nicht bereits begründete Ansichten geäußert worden sind. Ein durch den Versuch erhärteter Beweis für diese oder jene Meinung hinsichtlich der Verwandtschaft von größeren oder kleineren Gruppen konnte nicht geführt werden.

Von welchem Werte die Untersuchungen mit Hilfe der Serumdagnostik hierbei sind, zeigen die Tatsachen und Feststellungen, die bis jetzt vorliegen. Eine große Anzahl von Familien ist bereits auf ihre Stellung im System untersucht worden. Darnach zeigt es sich, daß der Stammbaum der höheren Pflanzen nicht von den Filices eusporangiatæ zu den Cycadofilices—Cycadales—Bennettitales—Magnoliaceae geht, sondern daß die Entwicklungslinie Muscineae—Lycopodiales eligulatae—Lycopodiales ligulatae—Coniferales—Magnoliaceae eingehalten wurde. Wahrscheinlich sind die Gymnospermae (Nacktsamige) diphyletisch, und zwar stammen möglicherweise die Cycadales und Bennettitales von den Cycadofilices ab, nicht aber die Coniferales¹⁾. Durch die Eiweißreaktionen ist die Verwandtschaft der Pinaceae zu den Gnetaceae erwiesen.

Es hat sich gezeigt, daß der Stammbaum der Angiospermae von den Selaginellaceae über die Pinaceae (Kieferngewächse) nach den Magnoliaceae sich erstreckt, wobei sich die Taxaceae (Eibengewächse) von den Pinaceae seitlich abzweigen, während die Gnetaceae einen anderen Seitenzweig der Coniferales bilden. Sodann verläuft der Stammbaum über die Berberidaceae (Sauerdorne) nach den Rosales und endigt mit den Myrtales. Magnoliaceae und Berberidaceae gehören dem gemeinsamen Stamm der Rosaceae (Rosengewächse) und Cruciferae (Kreuzblütler) an. Mithin muß der Stammbaum unterhalb der Ranunculaceae (Hahnenfußgewächse) eine Gabelung haben, deren relative Endglieder die Cruciferae und Rosaceae sind. Dabei sind dann die Berberidaceae in phylogenetischer Hinsicht älter als die Ranunculaceae. Ebenso sind, wie es in morphologischer Hinsicht schon früher erkannt worden ist, die Leguminosae (Hülsenfrüchtler) mit den Rosaceae nahe verwandt und bilden die Reihe der Rosales. Der Stammbaum setzt sich von den Rosaceae zu den Crassulaceae (Dickblattgewächse) und Saxifragaceae (Steinbrechgewächse) fort, die noch innerhalb der sichergestellten Fernreaktionen von den Leguminosae liegen und endigt mit den Oenotheraceae (Nachtkerzengewächse) und Myrtaceae (Myrtengewächse). Die Resedaceae und Capparidaceae liegen zwischen den Berberidaceae und Cruciferae. Da das Eiweiß der Resedaceae und Capparidaceae auch mit dem Eiweiß der Papaveraceae (Mohngewächse) reagiert, so dürfte der Zweig des Stammbaumes zwischen Magnoliaceae und Capparidaceae über die Reseda-

1) Mez, C., und Gohlke, K., Physiologisch-systematische Untersuchungen über die Verwandtschaft der Angiospermen. (Cohns Beiträge z. Biol. d. Pfl. 1913.)

ceae hinweg den Cruciferae und Papaveraceae gemeinsam sein. Da die Papaveraceae nicht reziprok mit den Cruciferae reagierten, so folgt, daß letztere den Capparidaceae wesentlich näher stehen als die Papaveraceae. Die Resedaceae stehen aber auch den Violaceae (Veilchengewächse) nahe. Damit ist die Abzweigung der Parietales von den Ranales bei den Berberidaceae sehr wahrscheinlich, desgleichen die Abzweigung der Rhodales in der Nähe der Resedaceae. Letztere gehören wahrscheinlich dem Stammbaum der Rhodales wie den Parietales an und daher rührt wohl ihre schwankende Stellung im System.

Somit ist es gelungen, durch Serumreaktionen eine Verknüpfung zwischen dem Anfang der Dikotylen (Magnoliaceae) und ihrem Ende (Compositae) zu finden. Dagegen hat es sich gezeigt, daß die anscheinend den Compositae (Kopfbütler) nahestehenden Dipsaceae (Kardengewächse) weder zu diesen noch zu den Campanulaceae (Glockenblumengewächse) verwandtschaftliche Beziehungen besitzen, sondern nur einen auffallenden Konvergenzfall bilden¹⁾.

Die bisher angestellten serodiagnostischen Untersuchungen haben in keinem einzigen Falle einen Widerspruch mit vernünftigen morphologisch-systematischen Erwägungen gebracht, was sehr wichtig ist. Es wird kein Umsturz heraufbeschworen, sondern die gut charakterisierten Reihen des Systems bleiben beisammen und erhalten durch die Untersuchungen eine weitere Bestätigung ihres verwandtschaftlichen Verhältnisses zu einander.

Industrielle Verwendung von Meeresalgen.

Von Dr. Gertrud Tobler-Wolff, Münster i. W.

Die Nutzbarmachung von Algen ist bei uns nur in geringem Umfange bekannt. Die sogenannten „stipites Laminariae“, nämlich die Stile der großen Braunalge *Laminaria Cloustoni*, die getrocknet und dann als Quellstifte benutzt wurden, benutzte früher — und in Österreich hat sich der Gebrauch noch erhalten — die Heilkunde. Sie dehnen sich bei der Wiederaufnahme von Wasser um das Vier- bis Fünffache ihres Volumens aus und wurden dieser Eigenschaft wegen zur Erweiterung von Wundkanälen benutzt. Bekannt ist auch bei uns die Gewinnung von Jod aus gewissen Tangen. Die meisten Algen enthalten mehr oder weniger Jod; für die industrielle Verwertung wurden vor allem Fucaceen („Blasentange“) und gewisse Formen von *Laminaria* benutzt. Ältere Pflanzen und solche aus tieferem Wasser pflegen

einen größeren Prozentsatz zu enthalten als jüngere und näher der Oberfläche wachsende Exemplare. 1884 erwähnt der norwegische Botaniker *Foslie* drei Jodfabriken an der norwegischen Küste zwischen Drontheim und Bergen, deren jährlicher Verbrauch von mehreren hundert Tons Asche im wesentlichen aus verbrannten Algen bestand. Gewisse außereuropäische *Laminaria*-formen scheinen jodreicher zu sein als die bei uns heimischen, so die 1845 von *Hooker* erwähnte *Lessonia nigrescens* vom Kap Horn und den Falklandinseln. Auch einige an den japanischen Küsten wachsende Formen scheinen die Jodgewinnung besonders lohnend zu machen. Aber diese Verwertung ist ja, abgesehen vielleicht von Japan, heutzutage ganz zurückgetreten, da der Chilesalpeter billiger und reichlicher Jod liefert. Es wäre aber denkbar, daß die Vorräte an Chilesalpeter nicht unerschöpflich wären und man wieder zur Jodgewinnung aus Algen zurückkehren müßte.

Zu den bei uns bekannten Algenprodukten gehört ferner der Agar-Agar. Die vielfach bei uns im Handel befindlichen grauweißen, trockenen und langen Stränge oder Stäbe werden aus Rotalgen (besonders *Eucheuma spinosum* und *Gracilaria lichenoides*) hergestellt, indem man den Schleim dieser Algen mit heißem Wasser auszieht und dann trocknet. Das so gewonnene Produkt wird bekanntlich als Nährgelatine bei physiologischen, speziell bakteriologischen Versuchen benutzt, auch wohl an Stelle von Gelatine im Haushalt.

Gleichfalls aus Rotalgen, und zwar aus *Chondrus crispus* und *Gigartina mamillata*, wird das Carrageen gewonnen, das sogenannte „irländische Moos“. Wie schon der Name besagt, wird das Material hauptsächlich in Irland gesammelt; es kommt getrocknet in den Handel und dient seines hohen Schleimgehaltes wegen als reizmilderndes Hustenmittel, wird auch wohl hier und da technisch, zum Klären oder Kleben, verwendet.

Als wirkliches Nahrungsmittel finden wir Algen im wesentlichen nur in Ostasien, speziell in Japan, verwendet. Von Japan aus kommen sie getrocknet auch nach China und anderen Ländern, in denen Chinesen und Japaner angesiedelt sind; in Japan selbst werden die Pflanzen meist frisch genossen. Es werden verschiedene Arten von Laminarien benutzt, die unter dem Sammelnamen „Kombu“ gehen. In der richtigen Jahreszeit, nämlich Juli bis Oktober, ziehen die Kombufischer zur Ernte zu den großen Algenlagern. Die gesammelten Pflanzen werden am Strand zum Trocknen ausgebreitet; dann werden die besten Teile der Blätter herausgeschnitten, während die schlechteren und die Stile als wertlos fortgeworfen werden.

Aus dem gleichen Rohmaterial wird nun eine ganze Anzahl von Präparaten hergestellt. Die größte Rolle spielt der fein zerschnittene Kombu. Das rohe Material wird zunächst gleichmäßig

¹⁾ Vgl. auch *Lange, L.*, Serodiagnostische Untersuchungen über die Verwandtschaften innerhalb der Pflanzengruppe der Ranales, wo weitere Untersuchungen inzwischen veröffentlicht sind.

grün gefärbt, und zwar, seitdem die Anwendung von Kupfer gesetzlich verboten worden ist, mit Anilinfarbe. Dann wird es 15 bis 20 Minuten lang gekocht, im Freien oberflächlich getrocknet und in feine Riemen und Streifen geschnitten. Diesen Kombu macht man von den dünneren Blättern. Die dickeren dagegen machen eine ganze Reihe von Prozessen durch. Zuerst werden sie gründlich in Essig getränkt und dann getrocknet. Dann werden die oberflächlichsten Schichten mit einem stumpfen Messer abgekratzt; das ist der billigste Kombu. Danach wird alles übrige grüne Gewebe abgeschabt und kommt als Kurotororo-Kombu (schwarzer Brei-Kombu) in den Handel. Das nun noch übrig bleibende weiße Innengewebe wird wieder zerschabt und zwar entweder mit einem stumpfen Messer, dann entsteht eine feine weiße, fädige Masse, die Shirotororo-Kombu (weißer Brei-Kombu) genannt wird; oder es wird ein scharfgeschliffenes Messer benutzt, das durchsichtig-zarte Blättchen, den Oboro-Kombu, abschneidet. Dann bleiben schließlich nur noch zwei dünne Gewebstreifen übrig, die zusammengepreßt und in feinste Streifen geschabt werden, die ihres Aussehens wegen Shirago-Kombu, weißer Haar-Kombu, genannt werden.

Manchmal wird das Gewebe auch nach dem oberflächlichen Abschaben in Stücke geschnitten und über dem Feuer getrocknet (Hoiro-Kombu), oder Streifen werden in weißem oder rosagefärbtem Zucker kandiert und als Kwashi-Kombu (süßer Kuchen-Kombu) verkauft. Der Hoiro-Kombu kann auch wieder durch Zerstoßen und Durchsieben zu einem feinen grauen Pulver (Saimatsu-Kombu) verarbeitet und daraus eine Art kleiner Kuchen gemacht werden. Oder es wird ein Präparat angefertigt, das seines Aussehens und der Art der Zubereitung wegen Cha-Kombu, (Tee-Kombu) heißt. All diese Produkte werden dann in verschiedenartiger Weise benutzt: roh, gekocht, verzuckert, als Gewürze für Suppen, Saucen, Fleisch, Gemüse, oder als Einhüllung für getrocknete Fische, mit denen der Kombu zusammen gekocht wird. Der Handel mit diesen Pflanzen hat einen ganz ansehnlichen Umfang. Im Jahre 1901 betrug die Einnahme der Kokkaidofischer 464 000 Dollars; die Fabrikanten hatten noch einen Gewinn von 60 %. Die Regierung fördert und unterstützt diese Industrie nach Möglichkeit.

Auch als Nahrung für Haustiere werden Algen gelegentlich benutzt; vor allem im nördlichen Norwegen, wo ja begreiflicherweise das Wenige, was überhaupt an Vegetation erreichbar ist, nach Möglichkeit ausgenutzt wird. Die getrockneten Algen (meist *Laminaria digitata* und *L. hyperborea*) werden nach *Foslie* (1884) in Finnmarken im Winter an Stelle von Heu verfüttert. Von einer Spezies (es soll sich um *L. gunneri* handeln) wird behauptet, daß sie ein tödliches Gift enthalten, so daß man sich sehr hüten müsse, sie mit den guten Arten zu verwechseln.

Selbst in Japan aber, wo Laminarien reichlich, die Menschen anspruchslos und seit Generationen an den zweifellos eigentümlichen Geschmack dieser Meerespflanzen gewöhnt sind, bilden die Algen doch nie ein Hauptnahrungsmittel, das etwa Gemüse, Fleisch oder Reis ersetzen könnte, sondern doch immer nur Beigetriche, Würzen oder Leckereien. Der wesentliche industrielle Wert der Algen dürfte in einer anderen Richtung liegen.

Ein wesentlicher Bestandteil der Laminarien ist bekanntlich Kalium, die Asche kann 30 % und mehr enthalten. Außerdem enthalten sie Phosphate und haben den Vorzug, nach dem Abreißen sehr schnell zu modern, und daher könnten sie dort, wo sie in großen Mengen leicht erreichbar sind, vorzüglich als Düngemittel dienen. In der Tat sind denn auch von alters her Algen zu diesem Zweck benutzt worden, und zwar neben Blasentangen (*Fucus*) hauptsächlich Laminarien. 1809 findet sich eine Notiz darüber von *Turnier*, wohl die Westküste Großbritanniens betreffend, und er wieder zitiert den Bischof *Gunner*, der noch früher Mitteilungen über die Verwendung auf den Lofoten und in Vesteraalen gemacht hat. 1882 sagt *Isid. Pierre* in einer landwirtschaftlichen Enzyklopädie, daß an der französischen Küste auf eine Strecke von 400 km hin (zwischen Paimpol und Brest) und etwa 500 m landeinwärts diese Meeresalgen das einzige Düngungsmittel seien, und gerade hier gibt es vorzügliche Weizen- und Gerstenernten. Auch an der Neu-Englandküste wird es schon lange benutzt, und eben in den Vereinigten Staaten bemüht man sich jetzt wieder, und zwar von seiten der Regierung aus¹⁾, Propaganda dafür zu machen. Die Laminarien des Stillen Ozeans sollen zwar weniger Jod, aber fünf- bis sechsmal soviel Kali enthalten als die des Atlantischen Ozeans. Die Laminarien sind auch an diesen Küsten so reichlich, daß sie geradezu als die wichtigste Kaliquelle für die Vereinigten Staaten bezeichnet werden. Eine vorläufige Schätzung, die aber wahrscheinlich nur etwa den 4. Teil der wirklichen Menge andeutet, hat schon (bis zu einer Tiefe von kaum 3 m) mindestens 8 000 000 t festgestellt, die bei einem Trockengehalt von 30 % etwa 400 000 t Chlorkali enthalten würden; das entspräche einem Wert von 16 000 000 Dollars, während jetzt (ausschließlich aus Deutschland) jährlich für rund 12 500 000 Dollars eingeführt wird. *Balch* hat 1909 zwei Laminariaceen von der nordamerikanischen Westküste genauer untersucht, und hat gefunden, daß eine Tonne gründlich lufttrockener Algen dieser Arten (*Nereocystis luetkeana* und *Pelagoplycus pona*) mindestens 500 Pfund reiner Kalisalze und 3 Pfund Jod hergibt. Verschiedene andere Nebenprodukte dazugerechnet, würden die Produkte von einer Tonne lufttrockener

¹⁾ Fertilizer Resources of the United States. Message from the President of the United States. (Report by the Bureau of Soils.) Washington 1912.

Algen einen Marktwert von mindestens 25 Dollars haben.

Nach früheren Erfahrungen und rezenten Versuchen auf den amerikanischen Regierungsfarmen eignen sich die Laminariaceen besonders als Düngungsmittel für Kartoffeln und Klee. Die Algen enthalten etwa ebensoviel Stickstoff wie das gleiche Gewicht tierischen Mistes, weniger Phosphate und viel mehr Kali, sie können daher nicht so allgemein und beliebig verwendet werden, wie der Mist. Doch hat sich z. B. herausgestellt, daß z. B. auf Kartoffelfeldern durch die Verwendung von Algen in Verbindung mit Superphosphat bedeutend bessere Erträge erzielt wurden als früher, während der Superphosphatzusatz allein zu Mist gar keinen Vorteil bedeutete.

Eine rationelle Verwertung der Algen würde eine gewisse Regelung der Erntebedingungen voraussetzen. Es wird empfohlen, eine „Schonzeit“ einzuführen und auch in den freigegebenen Monaten dürften, wenigstens von den ausdauernden Arten, nur die Blätter, nicht die ganzen Pflanzen entfernt werden. Über die praktischste Art des Erntens werden noch Versuche gemacht, es sind da technische Schwierigkeiten vorhanden. Auch über die beste Art der Aufbereitung nach der Ernte herrscht noch keine einheitliche Meinung. An den europäischen Küsten hat man gewöhnlich Algenhaufen am Strande verbrannt. Dabei ging aber viel Kali und Jod verloren, und was übrig blieb, war stark verunreinigt. Versuche mit offenen und geschlossenen Öfen, auch mit elektrischen Strömen — das Kali sammelt sich an der Kathode, das Jod an der Anode — werden auf den nordamerikanischen Stationen zurzeit noch gemacht.

Naturwissenschaftliches und technisches Denken.

Von Dr. Eberhard Zschimmer, Jena.

Wenn ein Naturforscher und ein Techniker dieselbe konkrete Tatsache entdecken — sei es ein Ding oder einen Vorgang, eine Erscheinung —, dann haben sie bei dem anschaulichen Faktum verschiedene Gedanken. Der eine fragt: wie läßt sich das erklären? Der andere: was läßt sich daraus schaffen? Wissen, um zu schauen und zu begreifen, und Wissen, um zu handeln, zu gestalten, stehen sich gegenüber. Der eine ist im Grunde ein kontemplativer Mensch, ein Forscher, der andere ein Tatmensch, ein Erfinder: Techniker. Hiermit scheint vielen, ich darf wohl sagen fast allen, die aus der Naturwissenschaft heraus zur Technik hinübersehen, das Problem abgetan, worin denn die Eigentümlichkeit des „technischen Denkens“ gegenüber dem „rein wissenschaftlichen Denken“ besteht. „Technik ist angewandte Naturwissenschaft, angewandte Gesetzeserkenntnis.“

Mit dieser Formel begnügen sich die meisten, — auch Techniker hört man so urteilen.

Wenn jemand definieren würde: „Dichtkunst ist angewandte Grammatik“ oder: „Musik ist angewandte Psychologie“, „Baukunst ist angewandte Statik“, so würde dies lächerlich wirken. Offenbar tritt hier zutage, daß mit der „Anwendung“ noch nicht das eigentlich Wesentliche der Kunst getroffen ist. Man kann ja das „Anwenden“ auf die verschiedenste Weise, zu den verschiedensten Zwecken, unter verschiedenen Ideen betreiben. Und somit besagt die Formel: „angewandte Naturerkenntnis“ noch nichts vom eigentlichen Wesen der Technik, weil die Angabe der bestimmenden Grundidee fehlt, unter der in letzter Hinsicht das Anwenden im technischen Sinne steht. Malerei ist ja auch „angewandte Naturerkenntnis“, aber unter einer ganz anderen Idee.

Es fragt sich also: welche Idee hat der Techniker, der Erfinder denn eigentlich im Auge — (Geldverdienen usw. beiseite gesetzt, denn das will jeder bei seinem Beruf „nebenbei“) — wenn er die Natur umzugestalten sucht? Wie ich in meiner „Philosophie der Technik“ zu zeigen versucht habe¹⁾, ist diese Grundidee des technischen Schaffens: *die Idee der Materialisierung der unendlichen Freiheitsgrade unseres physischen Handelns, die das System der Naturgesetze innerhalb der anschaulichen (konkreten) Sphäre zwar ideell zuläßt, mit denen wir unvollkommene Wesen von Geburt aber keineswegs reell beschenkt worden sind*²⁾.

Für den doktrinären Determinismus bedeutet die Idee der Freiheit überhaupt einen Widerspruch. Denn der Determinist leugnet die Möglichkeit des indeterminierten, d. h. freien Geschehens auch in Gestalt der Willensakte bewußter Lebewesen; für ihn gilt die Gesetzmäßigkeit der konkreten Zeiteinheiten *absolut*. Daß das aber nur die eine mögliche Hypothese ist, hat besonders Poincaré betont³⁾. Es bleibt für kritisch Denkende der höhere Fall der isolativen oder *partiellen Determination*, also auch der *partiellen Indetermination* des bewußten Handelns als mögliche Hypothese bestehen. Diese aber setzt der Kulturschöpfungsprozeß voraus, an dem sich die Technik beteiligt. Ihre spezifische Leistung darin ist: Die Materialisierung der noch unentdeckten, bezugsweise der bei offenen Augen noch nicht gesehenen möglichen Freiheitsgrade der physischen Aktion des Menschen auf die Natur zu vollbringen. Wir wollen „technisch leben“ bedeutet: wir wollen in einem höheren, im höchsten möglichen Grade der physischen Freiheit leben, in einer vollkommeneren Form der Kultur, als ein Leben im rohen Naturzustande gestatten würde.

¹⁾ Diederichs, Jena, 1914.

²⁾ Wenn ich das Ziel der Technik als die „Idee der materiellen Freiheit“ bezeichnet habe, so darf damit nicht das Mißverständnis verbunden werden, als wäre unter „materieller Freiheit“ die menschliche Freiheit überhaupt gemeint.

³⁾ Wissenschaft und Hypothese, Teubner, Leipzig.

Das also ist die Grundidee des technischen Schaffens.

Der Techniker denkt sich angesichts einer Tatsache, die von der Naturforschung entdeckt wurde, — er kann sie natürlich auch selbst entdecken —, Möglichkeiten aus, wie unter Benutzung des Seins der Natur, welches die Tatsache eben zeigt, eine menschliche physische Handlung stattfinden kann, die bisher noch unbekannt war: Er verwertet die Tatsache, d. h. er wertet sie um von einer wissenschaftlichen Erkenntnis zu einer technischen Erfindung. Und zwar kommt es nun stets darauf hinaus, einen Naturprozeß vermittelt materieller Regulatoren, die nach Belieben eingeschaltet werden, willkürlich *regeln* zu können. Gelingt dies auf eine neue Weise, so sind wir um einen *technischen Prozeß* bereichert, der ermöglicht wird durch ein dafür geschaffenes *technisches Objekt*, den Regulator.

Ohne Regulator kein technischer Prozeß, aber auch ohne technischen Prozeß als Absicht, als Ziel, kein Sinn des Wortes Regulator oder des Ausdrucks „technisches Objekt“. Dieser Sinn wird der so angewandten Naturerkenntnis in dem höchsten Zwecke der materiellen Freiheit als der leitenden Grundidee verliehen, deren anschauliche Erfüllung, d. h. deren Realisierung die erfundenen technischen Prozesse bilden. Es ist klar, daß angewandte Naturwissenschaft schlechthin einen technischen Sinn keineswegs zu besitzen braucht; ihr diesen zu geben, ist eben die eigenartige und schöpferische Leistung des Technikers, eine Kulturleistung, die sich neben die des Künstlers zu stellen hat.

Die Naturwissenschaft löst eine dreifache Aufgabe: 1. Beschreibung, Darstellung, Nachbildung des Naturwirklichen, des natürlich Seienden; 2. Begreifen dessen, was natürliche Wirklichkeit ist, sowohl in qualitativer als quantitativer Hinsicht; 3. Konstruktion des Systems oder des Begründungszusammenhangs der Begriffe, mit einem Wort: die Theorie der Natur. Analog besteht für die Wissenschaft der Technik, die *Technologie* im weitesten Sinne, dieselbe Dreiteilung der Aufgabe in bezug auf die erfundenen technischen Prozesse und dazu gehörigen technischen Objekte. Und wie der Naturwissenschaftler, nach neuen Tatsachen forschend, stets in seiner Wissenschaft drin steht, so steht auch der erfindende technologisch geschulte Techniker stets in der seinigen: der Technologie. Das naturwissenschaftliche Denken des Forschers steht im Zusammenhange mit dem gesamten System der Naturbegriffe, mit der Theorie der Natur. Das technische Denken des Erfinders steht ebenso im Zusammenhange mit dem System der technologischen Begriffe, mit der Theorie der Technik, deren Spitze die Grundidee der materiellen Freiheit bildet, worauf alles technische Schaffen letzten Endes abzielt.

Technische Objekte lassen sich zunächst rein qualitativ begreifen. Z. B. sind Werkzeug, Ma-

schine, Fahrzeug usw. qualitative technische Begriffe. Da sie aber gleichsam die ganze Naturwissenschaft in sich haben, so verknüpfen sich mit den qualitativen Objekten die ihnen zugeordneten quantitativen Bestimmungen: sie werden zugleich mathematisch wie auch exakt physikalisch und chemisch begriffen. Dasselbe gilt für den technischen Prozeß, den das Objekt als Regulator vermittelt.

Hier aber setzt ein neuer spezifischer Gedanke ein: die *Zweckmäßigkeit*. Der Regulator, mit dessen Hilfe ein neuer Freiheitsgrad der physischen Aktion erreicht werden soll, muß nicht allein *zweckdienlich*, sondern zugleich auch *zweckmäßig* sein. Er ist absolut zweckmäßig, sobald der von ihm geleitete technische Prozeß zahlenmäßig genau den Verlauf hat, der beabsichtigt ist, sobald also das technische Objekt *exakt* das leistet, was es leisten soll.

Ein spezieller, allerdings der weitaus häufigste Fall der Zweckmäßigkeit, liegt in der Lösung des Problems, ein *energetisches Minimum oder Maximum* zu erreichen. Es ist jedoch keineswegs gesagt, daß das hierin zum Ausdruck kommende sogenannte Prinzip der Ökonomie, zu deutsch die Sparsamkeit, etwa die Zweckmäßigkeit überhaupt bedeutet oder gar ein unbedingt geltender „kategorischer Imperativ“ sei, wie heute vielfach angenommen wird. Schon, wo es sich im besonderen um Maxima oder Minima handelt, die erreicht werden sollen, können diese in bezug auf Größenwerte erwünscht sein, die nichts mit Sparsamkeit zu tun haben und dennoch bei vielen technischen Problemen den erstrebten Zweck bilden. Man denke z. B. an die *Größe von Konstanten*, die bestimmte Substanzen haben sollen, wie Brechung, Ausdehnung usw. Die Zweckmäßigkeit der beabsichtigten Prozesse, z. B. Abbildung durch Linsen, Übereinstimmungen in der thermischen Volumenänderung usw., beruht hier auf der Erreichung jener Größenwerte, während die in den Prozessen umgewandelten Energien praktisch gar keine Rolle spielen.

Das technische Problem: wie ist ein Maximum oder Minimum möglich? braucht für den Naturforscher kein Interesse zu haben, obwohl es dem Techniker häufig gebietet, eben deshalb naturwissenschaftliche Forschungen selbst anzustellen. In diesem Punkte wird es wohl besonders deutlich, daß Technik richtunggebend werden kann für Naturforschung. Dies läßt sich ganz allgemein verstehen, weil eben technisches Denken überall und immer die naturwissenschaftliche Erkenntnis zur Voraussetzung hat. Je mehr man sich in das Verhältnis von Technologie und Naturwissenschaft vertieft, um so stärker, meine ich, drängt sich der Gedanke auf an die *innere Einheit der naturwissenschaftlichen und technischen Wissenschaftssysteme*, der Gedanke einer gemeinsamen und wechselseitig sich erfordernden Ideenbeziehung reiner Forscherarbeit in der Natur und reiner Erfinderarbeit an der Natur. Und sollte

nicht die Förderung der Kultur als geschichtlicher, schöpferischer Arbeit vorzuziehen sein einem Forschen, das lediglich zum Zwecke beschaulicher, aristotelischer Weltbetrachtung geschieht, sobald man das Ganze der Kultur, und das heißt doch schließlich die Hervorbringung einer höheren Form des Lebens überhaupt, als der unter Ideen stehenden Freiheit ins Auge faßt?

Vor dem großen Unendlichkeitszeichen des dunklen Unbekannten heißt es für uns auf endlichen Ablauf unserer Person und unseres ganzen Geschlechts berechnete Lebewesen: Wählen! Was wollen wir von der Natur in ihrer grenzenlosen Unbekanntheit erforschen? Was sollen wir erforschen? Ich meine: die Kultur gibt uns dies Sollen in der Forderung auf: erforsche das zuerst, woraus der Mensch für die Höherentwicklung der Kultur neue Freiheitsgrade schaffen kann! Erforsche, was uns freier macht! Das mag manchem strengen Wissenschaftler materialistisch, pragmatistisch, ja banausisch klingen; aber liegt nicht der geheiligte Ursprung aller „reinen“ Naturwissenschaft doch in dem schöpferischen Gestaltungsprinzip? entspringt sie nicht aus gemeinsamer Wurzel mit der Technik? Es ist so. Moderne Physiker und Chemiker, Geologen und Biologen erkennen deshalb mit Recht für die Erforschung der Natur, die wir ja doch nicht ausschöpfen können, die Idee der Technik als leitenden Gesichtspunkt an. Sie denken als Forscher streng naturwissenschaftlich (ihr Wahrheits-suchen um der Wahrheit willen bleibe unangestastet); aber bei der Wahl ihrer Probleme denken sie im letzten Grunde technisch. So haben, wenn man in der Geschichte zusieht, die größten Naturforscher gedacht: Weil sich aus der Natur etwas schaffen läßt, deshalb wollten sie von der Natur etwas wissen.

Bemerkungen zur Theorie der Erdantennen.

Von Prof. Dr. Franz Richarz, Marburg a. L.

Die schönen Versuche von Herrn F. Kiebitz¹⁾ über die Anwendung von Erdantennen bei der drahtlosen Telegraphie haben berechtigtes Aufsehen erregt. Bei denselben, wenn ihr Prinzip schematisch angegeben werden soll, ist ein langer, horizontaler Draht HH (Fig. 1), verbunden an seinen beiden Enden mit der Erde, entweder direkt oder unter Zwischenschaltung je eines Kondensators E, E , welcher den Zweck hat, von dem Horizontaldraht etwaige Beeinflussungen durch andere Ströme als die Wechselströme der drahtlosen Telegraphie abzuhalten. In der Mitte des Horizontaldrahtes befinden sich an den Stellen A und B ,

symmetrisch gelegen, Abzweigungen zu einer variablen Selbstinduktionsspule SS , die durch Verschiebung der Abzweigungen A und B reguliert werden kann. Parallel dazu ist ein Drehkondensator D eingeschaltet, dessen veränderliche Kapazität zur feineren Abstimmung der gesamten Erdantenne auf Resonanz zu den ankommenden elektrischen Wellen benutzt werden kann. Die Selbstinduktionsspule SS kann dann induktiv auf eine zweite Spule JJ wirken; die in ihr induzierten Ströme können dann unter Einschaltung eines Gleichrichters mit dem Telephon T wahrgenommen werden, wenn es sich um das System der tönenden Funken handelt. Als über die Erfolge von Herrn Kiebitz im Sommer 1912 im hiesigen physikalischen Kolloquium durch Herrn Dr. Moritz Vos berichtet wurde, äußerte ich meine Bedenken, ob die theoretische Erklärung, welche Herr Kiebitz für die Wirkung der Erdantennen gab, befriedigend erscheinen könne. Statt ihrer glaubte ich bereits damals folgende Grundlagen für eine solche angeben zu können:

Wenn in den horizontal gerichteten Erdantennen elektrische Strömungen auftreten sollen, dann müssen notwendigerweise auch horizontale

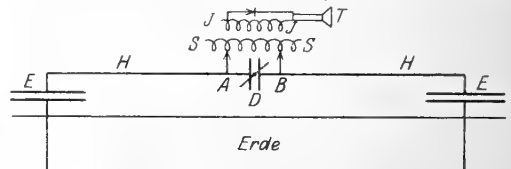


Fig. 1.

Komponenten der Oszillationen in den elektrischen Wellen vorhanden sein. Meiner Meinung müßte also alles darauf ankommen, das Auftreten horizontaler Kraftkomponenten in den elektrischen Wellen zu erkennen, und dies scheint mir in der Tat in folgender Weise begrifflich und ohne Rechnung prinzipiell möglich zu sein.

Dabei ist zu bemerken, daß die Resultate der folgenden Überlegungen rechnerisch bereits gefunden worden waren, wenigstens zum Teil, durch verschiedene frühere Arbeiten¹⁾. Da aber niemand bisher auf den Gedanken gekommen ist, daß dieselben Überlegungen auch einer Erklärung der Erdantennen zugrunde zu legen seien, müssen wohl die Vorstellungen, von welchen jene Rechnungen ausgehen, zu wenig bekannt und zu wenig begrifflich erkannt worden sein; sonst hätte doch wohl die Anwendung auf die Erdantennen sehr nahe gelegen.

Zunächst möge von einer etwaigen Leitfähigkeit des Erdbodens abgesehen werden. Auf jeden Fall kommt demselben aber eine Dielektrizitätskonstante größer als 1 zu. Angenommen nun, daß

¹⁾ F. Kiebitz, Jahrb. d. drahtl. Telegr. u. Telephonie Bd. 6, S. 1—9, 1912. Dasselbst auch weitere Literaturangaben über frühere Publikationen.

¹⁾ J. Zenneck, Ann. d. Phys. 23, 846. 1907; Phys. ZS. 9, 50, 553, 1908. A. Sommerfeld, Ann. d. Phys. 28, 665, 1909. Jahrb. d. drahtl. Telegr. S. 157, 1911. H. v. Hoerschelmann, Dissert. Leipzig 1911. K. Uller, Dissert. Rostock 1903.

in der Luft vertikale ebene Wellen der elektrischen Kraft vorhanden seien, dann müssen doch die Fortsetzungen der Wellenflächen in die Erde hinein gegen die vertikale Richtung geneigt sein. Es seien z. B. in der Fig. 2 A, B, C die Schnittlinien dreier aufeinander folgender Wellenflächen von entgegengesetzten, abwechselnden Phasen der elektrischen Kraft mit dem Erdboden; dann werden die Wellenflächen im Erdboden die in der Figur gezeichnete geneigte Lage annehmen. Die Neigung wird dadurch gegeben sein, daß, wenn AB und BC je eine halbe Wellenlänge der elektrischen Kraft in der Luft sind, die Wellennormale BD eine solche in dem Erdboden sein muß. Es würde sich also BC zu BD verhalten wie die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten in der Luft und im Erdboden; oder es wird ihr Verhältnis gleich sein der Wurzel aus der Dielektrizitätskonstante des Erdbodens. Wir würden dieselbe Lage der Richtungen haben, wie wir sie in der

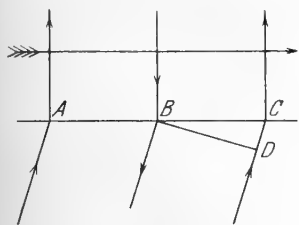


Fig. 2.

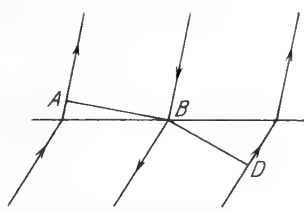


Fig. 3.

Optik haben würden, wenn AB ein streifend auf die Grenzfläche auftreffender Lichtstrahl wäre, der in die Richtung BD im Grenzwinkel der überhaupt möglichen eindringenden Strahlen gebrochen wird. Es ist aus der Fig. 2 ersichtlich, daß wir in der Luft hier nur Vertikalkomponenten der elektrischen Oszillationen haben. Im Erdboden dagegen geschehen die Oszillationen zwar auch in einer vertikalen Ebene, nämlich derjenigen der Zeichnung, aber außerdem noch in den Wellenebenen, so daß also die durch die Pfeilspitzen in der Fig. 2 angegebenen Richtungen diejenigen der elektrischen Oszillationen sind. Es ist ersichtlich, daß jetzt für die letzteren im Erdboden auch Horizontalkomponenten auftreten, welche bei vorhandenem Leitvermögen auch horizontal gerichtete Ströme erzeugen müssen.

Wir wollen nun weiterhin, wie dies in den letzten Worten bereits geschehen ist, in Betracht ziehen, daß der Erdboden auch elektrisches Leitvermögen besitzt. Hierdurch bekommen dann infolge der auf die zuvor betrachtete Weise auftretenden horizontalen Komponenten der elektrischen Oszillationen auch die Leitungselektronen horizontale Bewegungskomponenten. Die Leitungselektronen haben nun nicht bloß elektromagnetische Trägheit, sondern auch bei ihrer Bewegung den Widerstand der ponderablen Atome zu überwinden. Dadurch entsteht ein Zurückbleiben derjenigen Kraftlinien, deren Endstellen an die Leitungselektronen ansetzen und sie zur

Bewegung bringen. Diese Wirkung muß auch schon eintreten an der Oberfläche des Erdbodens gegenüber dem Luftraum; infolgedessen müssen die Enden der Luftraumkraftlinien am Erdboden zurückbleiben, zunächst derjenigen Luftraumkraftlinien, welche in Leitungselektronen endigen; dann aber nach dem Prinzip der Kontinuität auch die dazwischen verlaufenden Kraftlinien. Es muß also ein allmähliches Schrägstellen der elektrischen Wellen auch im Luftraume eintreten. Die durch Fig. 2 angegebene Anordnung der Wellenflächen in der Luft und im Erdboden kann daher nicht auf die Dauer bestehen bleiben, sondern muß allmählich in die durch Fig. 3 wieder gegebene übergehen.

Nunmehr ist mit Notwendigkeit das Auftreten horizontaler Stromkomponenten auch in den Erdantennen aus dem Vorhergehenden zu folgern.

Diese Überlegungen waren es, die mir eine befriedigende Theorie der Erdantennen zu geben versprachen.

Der mathematischen Ausführung dieser Prinzipien sind die oben erwähnten mathematischen Abhandlungen zugrunde zu legen.

Herr Moritz Vos hat inzwischen, aufbauend auf meine vorstehenden Überlegungen, eine vollständige Theorie der Erdantennen ausgearbeitet, welche er demnächst in der Zeitschrift für drahtlose Telegraphie veröffentlichen wird. Er hat dieselbe bereits im Januar d. J. hierselbst im Physikalischen Kolloquium vorgetragen; sie liefert eine völlige Erklärung aller bei den Erdantennen beobachteten Einzelheiten.

Physikalisches Institut der Universität Marburg i. H. im Februar 1914.

Die Reinigung gewerblicher Abwässer.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin-Dahlem,

Mitglied der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene.

In Band I, Heft 35 dieser Wochenschrift habe ich die Reinigung häuslicher Abwässer besprochen. Im nachstehenden soll nun unter Berücksichtigung der einschlägigen Literatur ein allgemein orientierender Überblick über den heutigen Stand der Reinigung gewerblicher Abwässer gegeben werden. Einleitend sei bemerkt, daß auf diesem Gebiete noch viele Fragen ihrer Erledigung harren, und man sich vielfach erst auf den Anfangsstufen zu ihrer Lösung befindet. Während bei der Reinigung häuslicher Abwässer im allgemeinen die Verfahren bekannt und erprobt sind, muß die zweckmäßige Beseitigung industrieller Schmutzwässer häufig erst durch geeignete Versuche in besonderen Anlagen ermittelt werden.

Für die Besprechung der einzelnen Abwasserarten benutzte ich folgende Literatur:

G. Adam, Der gegenwärtige Stand der Abwasserfrage, dargestellt für die Industrie. Braunschweig 1905.

H. Benedict, Die Abwässer der Fabriken. Sammlung chemischer u. chem.-technischer Vorträge I. Stuttgart 1896.

- A. *Bredtschneider* u. K. *Thumm*, Die Abwässerreinigung in England. Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung, Heft 3, Berlin 1904.
- Dunbar, Leitfaden für die Abwasserreinigungsfrage. 2. Aufl. München u. Berlin 1912.
- Dunbar u. K. *Thumm*, Beitrag z. derz. Stand der Abwasserfrage. München u. Berlin 1902.
- A. *Elsner*, Die Behandlung und Verwertung von Klärschlamm. Leipzig 1910.
- A. *Frühling*, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 3. Teil, Bd. 4, 2. Hälfte, Flußverunreinigung und Behandlung städtischer Abwässer. Leipzig 1910.
- G. W. *Fuller*, Sewage disposal, New York 1912.
- E. *Haselhoff*, Wasser und Abwässer, ihre Zusammensetzung, Beurteilung und Untersuchung. Leipzig 1909.
- J. *König*, Die Verunreinigung der Gewässer, deren schädliche Folgen sowie die Reinigung von Trink- und Schmutzwasser. 2. Aufl. Berlin 1899; ferner Neuere Verfahren über die Behandlung und Beseitigung der gewerblichen Abwässer. Deutsche Vierteljahrsschrift f. öffentl. Gesundheitspflege. Bd. 43, Heft 1. Braunschweig 1911. S. 113—148.
- H. *Ost*, Lehrbuch der chemischen Technologie, 6. Aufl. Hannover 1907.
- A. *Pritzkow*, Die gewerblichen Abwässer und ihre Reinigung in R. O. *Herzog*: Chemische Technologie der organischen Verbindungen. Heidelberg 1912, S. 691.
- E. *Roth*, Zur Frage der Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in gewerblichen Betrieben. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öff. Sanitätswesen, 3. Folge, Bd. 38, Heft 2, S. 350—383. 1909.
- W. von *Rüdiger*, Konzessionierung gewerblicher Anlagen. Berlin 1901.
- H. *Salomon*, Die städtische Abwässerbeseitigung in Deutschland. „Abwässerlexikon“, Jena 1906—1912.
- A. *Schmidtman*, K. *Thumm* und C. *Reichle*, Beseitigung der Abwässer und ihres Schlammes, Aus dem Handbuch der Hygiene von M. *Rubner*, M. v. *Gruber* und M. *Ficker*, Wasser und Abwasser. Leipzig 1911.
- A. *Schiele*, Abwasserbeseitigung von Gewerben und gewerblichen Städten. Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung, Heft 11, 1909.
- Th. *Sommerfeld* und R. *Fischer*, Liste der gewerblichen Gifte. Internationales Arbeitsamt. Jena 1912.
- J. *Tillmans*, Wasserreinigung und Abwässerbeseitigung. Halle a. S. 1912.
- C. *Weigelt*, Schriften für die Entnahme und Untersuchung von Abwässern und Fischwässern. Berlin 1900.

Von Zeitschriften:

- „Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung“, Heft 1 bis 17. A. *Hirschwald*, Berlin. Seit 1. April 1913 führt die Anstalt die kürzere Bezeichnung „Königl. Landesanstalt für Wasserhygiene“.
- „Wasser und Abwasser“, Zentralblatt für Wasserversorgung und Beseitigung flüssiger und fester Abfallstoffe. Von A. *Schiele* und R. *Weldert*. Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin. Diese Zeitschrift bringt eine erschöpfende und fortlaufende Zusammenstellung aller auf diesem Gebiete in Betracht kommenden Arbeiten.

Allgemeine Gesichtspunkte.

Bei der Anlage einer neuen Fabrik hat die Abwasserfrage durchaus keine untergeordnete Bedeutung;

sie muß vielmehr wie andere Fragen hierbei zuvor sorgfältig erwogen werden. Nicht selten hängt die Entwicklung eines industriellen Unternehmens von der zweckmäßigen Entfernung der anfallenden Abwässer ab. Wo irgend möglich, sollte danach getrachtet werden, die Fabrikabwässer in die städtische Kanalisation abzuleiten, wie es z. B. in Aachen, Berlin, Breslau geschieht. Ist dies ausgeschlossen, so ist die beste und einfachste Lösung zur Beseitigung und Unschädlichmachung gewerblicher Abwässer nach A. *Pritzkow* ihre ausreichende Verdünnung durch das Wasser des Vorfluters (Fluß, See mit großer Wasserführung). Die Weigelt'sche Forderung „Jede Fabrik an den richtigen Vorfluter“ hat eine große praktische Bedeutung. Die Wahl eines nach dieser Richtung hin geeigneten Platzes ist ausschlaggebend für die an den Reinheitsgrad der abzuleitenden Abwässer zu stellenden Anforderungen. Die Interessen der auf das Flußwasser angewiesenen Unterlieger einer Fabrik müssen ebenfalls gewahrt bleiben.

Die chemische Beschaffenheit der gewerblichen Abwässer weicht in der Mehrzahl der Fälle erheblich von derjenigen häuslicher Abwässer ab. Gegenüber den letzteren zeichnen sie sich, wie dies auch in der Natur der Sache liegt, durch eine meist sehr wechselnde chemische Zusammensetzung aus, z. B. sind Zuckerfabrikabwässer grundverschieden von Papierfabrikabwässern usw. Aus diesem Grund ist die Behandlung industrieller Abwässer nicht leicht, und in noch höherem Grade als bei städtischen Schmutzwässern muß man sich hierbei vor Verallgemeinerungen hüten.

Nach A. *Schiele* lassen sich die Abwässer, welche von Fabriken stammen, ihrem Charakter nach in drei Gattungen gliedern: 1. die häuslichen Abwässer aus Küchen, Aborten, Badeeinrichtungen usw.; 2. die meist sehr dünnen Wasch- und Spülwässer, ferner die Kondens- und Kühlwässer der Fabriken; 3. die konzentrierten Fabrikationsabwässer.

Hinsichtlich ihrer Beseitigung sind im allgemeinen zwei große Gruppen der gewerblichen Abwässer auseinander zu halten, nämlich: 1. die der Fabriken, welche ihre Abwässer nach vorheriger Reinigung in eigenen Fabrikkläranlagen unmittelbar in die Vorfluter schicken; 2. die der Fabriken, welche ihr Abwasser in die vorhandenen städtischen Kanäle einleiten. Fabriken in vereinzelter Lage, fern von städtischen Kanälen, müssen natürlich ihr Abwasser für sich reinigen und in besonderen Kanälen den Gewässern zuführen; indessen können auch Fabriken innerhalb der bebauten Stadtgebiete zu besonderer Reinigung und Ableitung ihres Abwassers veranlaßt sein. Dies trifft z. B. zu, wenn die Fabriken innerhalb des bebauten Stadtgebietes unmittelbar an einem Wasserlauf liegen, dem sie ihr Abwasser zuschicken können, oder wenn die Gemeinde sich weigert, das Fabrikabwasser in ihre Kanäle aufzunehmen.

Für die Reinigung gewerblicher Abwässer sollen zunächst einige allgemeine Grundregeln mitgeteilt werden:

1. Für eine möglichst weitgehende Entfernung der *suspendierten* anorganischen wie organischen Stoffe aus den Abwässern ist Sorge zu tragen, bevor man an die Beseitigung der gelösten Substanzen geht.

2. Nicht selten läßt sich in Betrieben eine ausreichende Reinigungswirkung schon durch zweckentsprechende Vereinigung verschiedenartiger Abwässer erreichen, welche Chemikalienzusätze überflüssig macht.

Die Schlammfrage bedarf bei industriellen Schmutzwässern besondere Berücksichtigung. Auf Wiedergewinnung und Nutzbarmachung der in manchen Abwässern noch enthaltenen mehr oder weniger wertvollen Stoffe ist Bedacht zu nehmen.

Ein stoßweises Ableiten größerer Mengen gewerblicher Abwässer ist in der Regel zu vermeiden. Am besten ist es, die Schmutzwässer in gleichmäßigem Strome den Kanälen zuzuleiten.

Die Frage der Aufnahme industrieller Abwässer in das Kanalisationsnetz hängt einmal von ihrer chemischen Beschaffenheit und Menge sowie von ihrem Verhältnis zur Gesamtmenge der städtischen Abwässer und zweitens von der Art ihrer späteren Reinigung ab. Zur Verhütung etwaiger Beschädigungen der Wände der Kanäle darf die Temperatur der Abwässer 37,5 ° C. nicht übersteigen und ihre Reaktion weder sauer noch alkalisch sein, da sonst leicht — besonders durch saure Abwässer — Rohrzerfressungen zu befürchten sind. Ferner stört ein größerer Gehalt an Fetten und Fasern im Abwasser. Bei biologischer Reinigung dürfen giftige, die Mikroorganismen abtötende Stoffe im Abwasser nicht enthalten sein, z. B. Phenole, Hypochlorite usw. Auch brennbare und explosive Stoffe müssen aus den Kanälen ferngehalten werden. Meist lassen sich schädliche Einwirkungen industrieller Abwässer dadurch wenigstens teilweise verhüten, daß ihr Abfluß möglichst gleichmäßig auf die 12 Tagesstunden verteilt wird, so daß die störenden Bestandteile durch Vermischung mit den in den Kanälen fließenden städtischen Abwässern unschädlich gemacht werden. Ein Haupterfordernis ist es ferner, die Aufstapelung industrieller Abwässer im Bereich menschlicher Siedelungen möglichst zu verhindern. Die bequemste Methode der Beseitigung ist stets ihre rasche Abführung in die Kanalisation. Nicht bei allen industriellen Abwässern ist aber die unmittelbare Ableitung ohne weiteres angängig, und zwar mit Rücksicht auf die Erhaltung der Kanäle und sodann im Hinblick auf die spätere Reinigung der Abwässer in der zentralen Kläranlage. Gewerbliche Abwässer werden aus Zweckmäßigkeitsgründen in der Regel nur auf Widerruf oder unter der Bedingung ihrer Vorbehandlung im Bedarfsfalle in das städtische Kanalnetz aufgenommen.

Zur Vermeidung von Störungen in der zentralen Reinigungsanlage ist für möglichst gleichmäßige Ableitung der gewerblichen Abwässer während des Tages, sowie für geeignete Konstruktion der Vorreinigung, z. B. durch große Aufspeicherungsräume Sorge zu tragen. Bei kleinen Kanalisationen kann die Ableitung der industriellen Abwässer gegebenenfalls auch während der Nachtzeit erfolgen zur Verhütung etwaiger Geruchsbelästigungen am Tage. Eine durchgreifende Reinigung der Abwässer auf dem Fabrikgrundstück ist in der Mehrzahl der Fälle nicht zu empfehlen. Geboten ist es, daß die in die städtische Kanalisation aufzunehmenden Abwässer dauernd kontrolliert werden können, z. B. durch Einschaltung von Revisions-schächten. Leitet man die gewerblichen Abwässer in einen Fluß, so ist stets für vorherige weitgehende Beseitigung der Schlamm- und Faserstoffe Sorge zu tragen. In welcher Weise dies im Einzelfalle vorteilhaft zu geschehen hat, hängt ganz von den örtlichen Verhältnissen ab und ist von Fall zu Fall zu entscheiden. Meist bedient man sich hierzu der Becken- oder Brunnenanlagen, seltener der Rechenanlagen. Die anfallenden Schlammengen bereiten gleich den aus häuslichen Abwässern stammenden häufig gewisse

Schwierigkeiten. Die Schlammfrage muß ebenfalls sorgfältig erwogen werden (ausreichende Schlamm-lagerplätze). Der aus gewerblichen Betrieben her-rührende Schlamm ist gegenüber häuslichem und städ-tischem für gewöhnlich leichter entwässerungsfähig. Bei stark fäulnisfähigen Abwässern, z. B. aus Schlacht-häusern, herrschen jedoch die ganz gleichen Verhält-nisse wie bei häuslichem Schlamm, so daß die Er-richtung von Frischwasserkläranlagen — als Em-scherbrunnen, Trvisanlagen usw. — notwendig wer-den kann.

Die Zumischung von gewerblichem Abwasser zur städtischen Kanalisation verteuert häufig mehr oder weniger den Betrieb kommunaler Entwässerungsan-lagen. Dennoch ist es aus den bereits oben erwähnten Gründen stets anzustreben, die industriellen Abwässer, wenn irgend möglich, mit den städtischen zu ver-einigen. Kann dies im Einzelfalle nicht geschehen, so genügt bereits ein Vermischen von verschiedenen Ab-wasserarten mit anschließender Sedimentation zur weitgehenden Klärung. Beispielsweise lassen sich saure Abwässer mit alkalischen neutralisieren, kalkhaltige Abwässer füllen Schwermetalle und Tonerde aus usw.

Es sei noch mitgeteilt, daß in einigen deutschen Städten ein besonderer Maßstab für die Kanalgebühren gewerblicher Anlagen zugrunde gelegt ist, z. B. nach der Menge des zugeführten (Bielefeld, Dortmund) oder abgeführten (Bochum, Gelsenkirchen, Krefeld) Wassers, nach Art des Betriebes und der Zahl der Arbeiter (Guben). Auf der Grundlage des tatsächlichen Wasserverbrauches sind die Gebühren für häusliche und industrielle Abwässer z. B. in Essen, Mülheim a. d. Ruhr aufgeteilt. Hieraus ergibt sich die Notwendig-keit einer dauernden und sorgfältigen Ermittlung der in städtische Kanäle abzuleitenden gewerblichen Abwassermengen.

Im nachstehenden sollen nun nach diesen allge-meinen Betrachtungen die verschiedenen Reinigungs-möglichkeiten der wichtigeren gewerblichen Abwässer kurz besprochen werden, und zwar:

1. Schlachthofabwässer.
2. Molkereiabwässer.
3. Gerbereiabwässer.
4. Brauereiabwässer.
5. Abwässer aus Brennereien und Hefefabriken.
6. Stärkefabrikabwässer.
7. Zuckerfabrikabwässer.
8. Abwässer aus Zellulose- und Papierfabriken.
9. Abwässer aus Leimfabriken.
10. Abwässer aus Wollwäschereien und -kämmereien, Appreturanstalten usw.
11. Seifenhaltige Abwässer.
12. Abwässer aus der Textilindustrie und Färbereien.
13. Abwässer aus Gasfabriken.
14. Abwässer aus Ammoniakfabriken und aus Kokereien.
15. Kohlenwaschwässer.
16. Abwässer aus den Kaliwerken.
17. Beizereiabwässer.
18. Abwässer aus Zelluloid- und Kunstseidefabriken.
19. Abwässer von Fabriken zur Herstellung photo-graphischer Papiere und Bilder.
20. Cyanhaltige Abwässer.
21. Abwässer aus Bleichereien.

1. Schlachthofabwässer.

In jeder größeren Stadt kommen Abwässer aus Schlachthöfen in Betracht. Auf jede Schlachtung rech-

net man im allgemeinen 400 bis 600 Liter Abwasser. In erster Linie muß dafür gesorgt werden, daß infektionsverdächtige Abwässer, ferner auch die festen Abfallstoffe für sich gesammelt und desinfiziert werden können. Die übrigen Schlachthausabwässer werden am einfachsten und besten bei Orten mit Entwässerungsanlagen der Kanalisation zugeführt. Vor Einleitung in die städtischen Kanäle und vor der Vermischung der Schlachthofabwässer mit den auf dem Gelände anfallenden häuslichen Abwässern ist es erforderlich, die größeren Schwebstoffe, wie Gewebe, Därme usw., durch Rechen, Tauchwände und dgl. zunächst zurückzuhalten. Ferner ist die vorherige Abscheidung der Fettstoffe durch geeignete Fettfänger erforderlich, und zwar ohne gleichzeitige Abfangung von Sinkstoffen, wodurch Verengungen der Kanäle vermeiden werden, bei gleichzeitiger nutzbringender Verarbeitung des abgeschiedenen Fettes zur Talgfabrikation.

Beim Fehlen einer Kanalisation erfolgt eine nötig werdende weitergehende Reinigung der abgetrennten Schlachthausabwässer am besten durch chemische Fällungsmittel mit Eisensulfat allein oder in Verbindung mit Aluminiumsulfat. Hierbei werden die Blut- und Eiweißstoffe ausgefällt. Bei guter Sedimentation erhält man klare, entfärbte und fast geruchlose Abflüsse. Letztere können nach Bedarf auf Land oder durch das künstliche biologische Verfahren weiter behandelt werden. Ohne Fällungsmittel gelingt die Abscheidung der Blut- und Eiweißsubstanzen schlecht. Kalk eignet sich zur Reinigung infolge Entwicklung von Ammoniak und anderen Gasen nicht. Faulungsanlagen sind für die Vorbehandlung in der Regel unzweckmäßig, weil diese Abwässer nur langsam in Fäulnis übergehen.

Die Behandlung von *Abdeckereiabwässern* kann im allgemeinen nach den gleichen, oben angeführten Gesichtspunkten geschehen.

Literatur:

H. Locher, Die Behandlung des Abwassers aus Schlachthöfen und deren Nebenbetrieben. Neue bautechn. Literatur, Heft 2. Stuttgart 1912.

H. Thiesing, Die Abwässer der thermischen Abdeckereien und ihre Beseitigung. Arbeiten der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft Heft 139, S. 71. Berlin 1908.

2. Molkereiabwässer.

Molkereiabwässer sind nach K. Thumm (l. c.) als stark verdünnte Milch anzusehen. Diese Abwässer zersetzen sich teils unter Bildung von Milchsäure und teils unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff. Die Einleitung *frischer* Molkereiabwässer in die städtische Kanalisation ist im allgemeinen anzuraten. Sollen die Abwässer einem Vorfluter übergeben werden, so ist eine mechanische Vorreinigung nötig, ferner müssen sie in möglichst frischem Zustande eingeleitet werden, weil gefaulte Abwässer, trotzdem sie zum Teil abgebaut sind, nachteilig sind. Zur Verzögerung der Fäulnis wird deshalb ein Chlorkalkzusatz zu den Molkereiabwässern empfohlen. Mitunter hat man auch schon mit Erfolg versucht, die Milchwässer abzutrennen. Durch das biologische Tropfverfahren lassen sich diese Abwässer reinigen; falls sie sauer sind, müssen sie zuvor mit Kalkmilch oder Soda neutralisiert werden, da sonst die biologische Reinigung mangelhaft ist. Das Rieselfverfahren gilt für gewöhnlich als die beste Reinigungsart für Molkereiabwässer. Bei der Neuanlage von Molkereien sollte nach Thumm gleichzeitig auch

auf den Erwerb ausreichender, zur Unterbringung der Abwässer dienender Landflächen gesorgt werden.

Literatur:

F. Guth, Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung in Molkereien. Gesundheitsingenieur 1911, Nr. 9, S. 163.

3. Gerbereiabwässer.

Infolge ihres hohen Gehaltes an organischen Substanzen, an Kalk- und Schwefelnatriumverbindungen und an Gerbstoffen beanspruchen Gerbereiabwässer besondere Aufmerksamkeit. Am einfachsten werden nach K. Thumm (l. c.) diese Abwässer in gleichmäßigem, auf die Tagesstunden verteiltem Strom den städtischen Kanälen zugeführt. Unter Umständen können hierdurch leicht Mißstände entstehen. Kommen z. B. Schwefelnatrium enthaltende Gerbereiabwässer mit sauer reagierenden Abwässern einer chemischen Fabrik oder mit in Gärung befindlichen, sauren Bierbrauereiabwässern zusammen, so entwickelt sich Schwefelwasserstoff, der unangenehme Geruchsbelästigungen in den Straßen hervorruft. Zur Verhütung ist es am besten, für die Gerbereiabwässer und für die sauer reagierenden Abwässer verschiedene Zeiten für ihre Einleitung in die Kanalisation anzuwenden, so daß eine Vermischung dieser Abwässer praktisch ausgeschlossen ist. In der zentralen Kläranlage kann der Kalkgehalt der Äscherwässer und der Gerbstoffgehalt der Abwässer leicht stören, namentlich bei künstlich biologischer Reinigung. In solchen Fällen ist eine Vorbehandlung der Abwässer auf dem Fabrikgrundstücke ratsam, wie Entkalkung der Äscherwässer; mechanische Vorreinigung der die Gerbstoffe führenden Abwässer, eventl. durch Ableitung der betr. Abwässer zu bestimmten Zeiten und durch besondere Behandlung dieser Wässer in der zentralen Anlage. Der Anschluß von Gerbereiabwässern ist deshalb nicht bedingungslos zuzulassen, sondern die Möglichkeit einer Vorbehandlung der Abwässer auf dem Fabrikgebäude anzuordnen. Unter Umständen ist die Trennung der einzelnen anfallenden Abwasserarten vorzunehmen. Die direkte Einleitung der Gerbereiabwässer in die Vorflut verursacht meist Unzuträglichkeiten.

Bei eisenhaltigen Flußwässern tritt bei Zuführung der schwefelnatriumhaltigen Abwässer eine Schwarzfärbung durch Schwefeleisen ein, die sich selbst in großer Verdünnung weithin bemerkbar macht. Eine rationell durchgeführte mechanische Behandlung der Abwässer bewirkt nach K. Thumm etwa ebensoviel wie eine chemische Klärung. Für die weitere Reinigung eignet sich am besten Rieselei. Auch das künstliche biologische Verfahren, besonders zweistufige Füllkörper bei täglich einmaliger Beschickung, liefert befriedigende Erfolge; der freie Kalk dieser Abwässer ist aber zuvor zu beseitigen, z. B. durch Rauchgase.

Literatur:

Dunbar und Thumm, Beitrag zum derzeitigen Stand der Abwasserfrage. München 1902.

Eitner, Reinigung der Gerbereiabwässer nach dem biologischen Verfahren. Der Gerber 1906, S. 765.

R. Hilgermann und J. Marmann, Untersuchungen über die durch Gerbereien verursachten Milzbrandgefahren und ihre Bekämpfung. Archiv für Hygiene Bd. 79, München 1913. S. 168.

4. Brauereiabwässer.

Von den Brauereiabwässern kann man im allgemeinen sagen, daß sie ein ganz verdünntes Bier sind. Sie bestehen aus den Einweichwässern und den ver-

schiedensten Arten von Spülwässern. Ihre Konzentration ist im Laufe des Tages erheblichen Schwankungen unterworfen. Die Bierbrauereiabwässer zersetzen sich bei der Aufbewahrung je nach ihrer Beschaffenheit leicht teils unter Entstehung organischer Säuren — Gärungserscheinungen —, teils auch unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff — Fäulniserscheinungen.

Nach K. Thumm (l. c.) ist die Einleitung dieser Abwässer in die städtische Kanalisation ihre beste Beseitigungsart; und zwar ist die Ableitung der Brauereiabwässer in möglichst frischem Zustande angezeigt. Saure Abwässer können leicht bei Zusammentreffen mit schwefelhaltigen (wie Schwefeleisen oder -natrium) Abwässern, z. B. aus Gerbereien, durch Freiwerden von Schwefelwasserstoff arge Geruchsbelästigungen durch Gasaustritt aus den Kanälen hervorrufen. Zur Reinigung von Bierbrauereiabwässern sind am besten Rieselfelder bei entsprechender Vorbehandlung geeignet. Eine Fäulung der Abwässer behufs Vorrieselung ist in der Regel nachteilig; von Vorteil ist meist eine chemische Vorklärung. Auch durch das künstliche biologische Verfahren lassen sich diese Abwässer reinigen. Nach den bisherigen Erfahrungen ist für gewöhnlich das Füllverfahren leistungsfähiger als das Tropfverfahren, ferner scheint eisenhaltiges Material nicht so gut wie eisenfreies zu sein.

Literatur:

Dunbar und Thumm, Beitrag zum derzeitigen Stand der Abwasserfrage. München 1902.

G. Bode, Über Abwässerbeseitigung in Brauereibetrieben. Chemiker-Zeitung 1912, Nr. 142, S. 1384.

5. Abwässer aus Brennereien und Hefefabriken.

Aus den Kartoffelbrennereien werden Waschwässer von der Kartoffelreinigung, vom Kartoffeldämpfen sog. Fruchtwässer und ferner Spülwässer vom Reinigen der Räume, Geräte usw. erhalten. Die schädlichsten Abwässer bilden die Fruchtwässer, da sie die aus den Kartoffeln ausgezogenen Stoffe wie Gummi, Stärke, Zucker usw. aufweisen und dadurch leicht der Fäulnis anheimfallen. Die Waschwässer sind die harmlosesten. In Kornbranntweinbrennereien kommen in erster Linie würzhaltige Abwässer neben Hefewasch- und Spülwässern in Frage, bisweilen Kühl- und Kondenswässer. Die Würzeabwässer sind die unangenehmsten, da sie bald in saure Gärung übergehen. Die Hefewasch- und Spülwässer faulen meist leicht. Die Waschwässer der Rohmaterialien können nach weitgehender Abscheidung der ungelösten Stoffe in geeigneten Klärteichen den öffentlichen Wasserläufen alsdann für gewöhnlich zugeführt werden. Für die Reinigung der übrigen Abwassermengen ist nach A. Pritzkow (l. c.) vor allem das Rieselfeldverfahren nach vorheriger durchgreifender mechanischer Behandlung zu empfehlen. Saure Abwässer sind zuvor zu neutralisieren, z. B. durch Kalkmilch. Bei Anwendung des künstlichen biologischen Verfahrens zur Reinigung dieser Abwässer sind zweckmäßig zunächst Versuche im kleinen anzustellen.

Literatur:

Wasser und Abwasser Bd. 1, 1909, S. 394. Nr. 298 und Bd. 2, 1910, S. 350, Nr. 407.

Dibbin, Die biologische Beseitigung von Abfallhefe. Gesundheits-Ingenieur 1911, Bd. 34, S. 502.

6. Stärkefabrikabwässer.

In der Praxis benutzt man hauptsächlich Stärke aus Kartoffeln, Mais, Reis und Weizen. Das Abwasser ist je nach der Stärkeart verschieden. Mais- und Reis-

stärkefabrikabwässer enthalten meist etwas freies Alkali und mitunter auch schweflige Säure. Stärkefabrikabwässer sind reich an organischen Substanzen und gehen leicht in saure Gärung und Fäulnis über. In Deutschland kommt vorwiegend die Reinigung von Kartoffelstärkeabwässern in Betracht. Hierbei entstehen zwei Arten von Abwässern, die ziemlich harmlosen Kartoffelwaschwässer und dann die eigentlichen Schmutzwässer, die Fruchtwässer, Pülpeabwässer usw. Die Kartoffelwaschwässer enthalten namentlich erdige Substanzen und können nach Ausscheidung der ungelösten Stoffe einem Vorfluter im allgemeinen ohne weiteres zugeführt werden. Die übrigen Abwässer, die noch viel Stärke enthalten, leitet man in besondere Schlammteiche; das Wasser fließt hierbei ab, und der abgesetzte Schlamm wird für gewöhnlich in der Mitte und am Ende der Kampagne auf Stärke verarbeitet. Diese letzteren Abwässer sind sehr konzentriert, welche außer größeren Mengen an Stickstoffverbindungen viel Kalisalze und Phosphate enthalten. Bei der Aufbewahrung zersetzen sich diese Abwässer rasch unter Säurebildung; nach Neutralisation z. B. durch Kalk entwickelt sich bald Schwefelwasserstoff. Die Einleitung der möglichst frischen Abwässer in das städtische Kanalnetz ist zulässig. Die beste Reinigungsart der Stärkefabrikabwässer ist nach Thumm (l. c.) die Rieselei. Nach C. Zahn, Mitteilungen a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. usw. Heft 10, Berlin 1907, S. 42, Versuche über die Reinigungsmöglichkeit von Stärkefabrikabwässern durch das biologische Verfahren, lassen sich diese konzentrierten Abwässer durch das künstliche biologische Füllverfahren bei Verwendung von feiner, eisenfreier Schlacke und Sand auch ohne Verdünnung befriedigend reinigen. Zunächst sind Vorversuche anzuraten.

Literatur:

Wasser und Abwasser Bd. 3, 1910/11, S. 90, Nr. 153.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Neue Literatur über Naturdenkmalpflege und Naturschutz.

Die rechtliche Frage des Naturschutzes ist in letzter Zeit wiederholt erörtert worden. Oberlehrer Dr. H. Klose hat in einem auf der fünften Konferenz für Naturdenkmalpflege in Preußen (1912) erstatteten Referat dargelegt, daß die Erhaltung der zum Grund und Boden gehörigen Naturdenkmäler vom guten Willen der Eigentümer abhängt, gleichviel, ob es sich um Staatsbesitz oder um das Eigentum sonstiger juristischer Personen oder um Privatbesitz handele, und daß eine Aussicht auf Besserung im Rahmen des bestehenden Rechts nicht bestehe. Im Anschluß an dieses Referat verbreitete sich Landrichter Dr. Wolf über Einzelheiten eines zu erstrebenden Naturschutzgesetzes. U. a. schlug er vor, das Interesse der Naturdenkmalpflege (nach dem Vorbilde des hessischen Gesetzes von 1902) als „öffentliches Interesse“ zu erklären, und er empfahl ferner die amtliche Eintragung der Naturdenkmäler in ein öffentliches Register. Beide Referate sind abgedruckt in Bd. IV, Heft 1 der „Beiträge zur Naturdenkmalpflege“ (Berlin 1913, Gebrüder Borntraeger).

Eine recht eingehende und jedermann leicht zugängliche Darstellung über die rechtliche Sicherung

von *Denkmälern* (sowohl Kunst- wie Naturdenkmälern) gibt neuerdings Rechtsanwalt Dr. E. Weise im Heft 4 der für die Orientierung weiterer Kreise bestimmten Sammlung „Naturdenkmäler“ (Berlin 1913, Gebrüder Borntraeger. Preis des Heftes 50 Pf.). Er charakterisiert die Einführung des Begriffes des „öffentlichen Interesses“ in die gesetzlichen Bestimmungen über Denkmalpflege als einen glücklichen Gedanken und weist nach, daß die offizielle Eintragung der Denkmäler in Listen, die die Anerkennung eines staatlichen Aufsichtsrechts bedeutet, in Hessen, wo sie für Baudenkmäler besteht, keine Unzuträglichkeiten im Gefolge gehabt hat. Im einzelnen führt der Verf. aus, daß die Bestimmungen des Bürgerlichen Gesetzbuches den mit dem Grund und Boden verbundenen wie den beweglichen Denkmälern keinen oder unzureichenden Schutz gewähren, ja gelegentlich direkt schädlich sind. Wenn z. B. zwei Nachbarn, deren Grenze durch einen Jahrhunderte alten Baum bezeichnet ist, sich vereinigen, so kann der eine dem andern zum Ärger die Beseitigung des Baumes durchsetzen (§ 923, Abs. 2 D. B. G.). „Es läßt sich gegenwärtig in Preußen und Sachsen und der Mehrzahl der größeren und kleineren Bundesstaaten nicht verhindern, wenn der Eigentümer seine Lutherlinde zu Feuerholz und seine germanischen Urnenfunde zu Wegeschotter macht. . . . Frankreich hat bereits vor 73 Jahren den Grundsatz aufgestellt, daß das Privateigentum vor dem öffentlichen Interesse am Denkmalschutz zu weichen habe, und hat die Eignung für zulässig erklärt. Ihm haben sich Italien und Griechenland, Ungarn und Rumänien, die Türkei, Ägypten, Japan angeschlossen. Es dürfte sich danach und bei der gerade in Deutschland so außerordentlich hoch entwickelten sozialen Auffassung aller Lebensverhältnisse kaum noch sagen lassen, daß bei uns ein ausreichendes Denkmalschutzgesetz einen nicht zu ertragenden Eingriff in die Privatrechtssphäre darstellt.“

Mit der rechtlichen Stellung der *Vogelwelt* in Preußen beschäftigt sich ein Aufsatz, den Dr. Klose im „Vogelschutzkalender 1914 des Bundes für Vogelschutz, Abt. Berlin“ (Wiegandt & Grieben [Erich Donath], Berlin SW. 11) veröffentlicht hat. Verf. legt die Unsicherheit dar, unter der der Vogelschutz leidet, da für ihn teils das Reichs-Vogelschutzgesetz, teils die Jagdordnung, das Fischereigesetz, das Strafgesetzbuch oder auch landesrechtliche Bestimmungen in Betracht kommen. Vom Übel sind u. a. die vielfach noch gezahlten Schußprämien, denen selbst ein so nützlicher Vogel wie der Bussard zum Opfer fällt, und die Schießerei auf dem Meere, die fast keinen Beschränkungen unterliegt. Es wird Zeit, daß diesen Zuständen ein Ende gemacht wird.

Erfreulicherweise hat der Schutz der Seevögel dank dem Eingreifen von Privatpersonen und Vereinen bereits eine Reihe von Erfolgen aufzuweisen. An verschiedenen Stellen der deutschen Nord- und Ostseeküsten sind Vogelschutzgebiete geschaffen worden, über die im Heft 5 der „Naturdenkmäler“ der durch seine trefflichen Naturaufnahmen von Tieren und Pflanzen („Natururkunden“) bekannte Georg E. F. Schulz Bericht erstattet. In der Nordsee bestehen bis jetzt folgende Vogelfreistätten: der Memmert zwischen Borkum und Juist, eine Fläche auf Norderney, die Mellumplatte zwischen Jade- und Wesermündung, die Inseln Neuwerk und Trischen (vor der Elbmündung), die Hallig Norderoog (westlich von Pellworm), die Halbinsel Ellenbogen am Nordende von Sylt und die östlich davon gelegene Insel Jordsand. In der Ostsee

finden sich Schutzstätten für Seevögel auf dem Priwall, einer Halbinsel in der Travemündung, dem Langenwerder nördlich der Insel Poel, den Werder-Inseln östlich von Zingst und endlich auf der nahe dabei gelegenen langgestreckten Insel Hiddensö, zu deren Aufnahme unter die Vogelschutzgebiete des Verfassers eigene Beobachtungen und Bemühungen den Anstoß gegeben haben. Schulz erörtert die Schutzverhältnisse dieser Freistätten und gibt von der Natur des Vogelschutzes auf jeder von ihnen nach eigener Anschauung eine lebendige Schilderung. Das Heftchen verdient weiteste Verbreitung, insbesondere unter den Besuchern und auch den Verwaltungen der deutschen Seebäder.

In eingehender Darstellung hat H. Klose die *erratischen Blöcke* als Gegenstand der Naturdenkmalpflege geschildert (Heft 3 der „Naturdenkmäler“). Er behandelt Vorkommen und Entstehung der Wanderblöcke, die Geschichte ihrer Erforschung, die Namen und die Sagen, die sich an sie knüpfen, das Vernichtungswerk, dem die meisten der einst vorhandenen Findlinge anheimgefallen sind, und die erfreulichere Tätigkeit, die sie zu erhalten bestrebt war und ist. Die anziehende Schrift gibt reiche Belehrung und wird hoffentlich das Interesse an dem Schutze der letzten dieser „moosbedeckten Riesen im Heidewalde“ wesentlich verbreiten und fördern helfen.

Die Bedeutung der Naturdenkmalpflege für die *wissenschaftliche Botanik* erörtert Prof. L. Diels in Heft 6 der „Naturdenkmäler“. Er führt aus, daß die Zeit vorüber sei, wo die biologische Forschung sich fast ganz auf die Laboratoriumarbeit beschränkte, und daß verschiedene Disziplinen der Botanik von Versuchen und Beobachtungen in der freien Natur wichtige Aufschlüsse zu erwarten haben, die anders gar nicht zu erlangen wären. So ist der Naturschutz, im besonderen die Schaffung von Naturschutzgebieten, auch eine Forderung der wissenschaftlichen Botanik, und es ist ferner erforderlich, daß zwischen den Forschungsinstituten und den Reservaten enge räumliche Beziehungen geschaffen werden, wie das auf Java im Berggarten von Tjibodas, in Deutsch-Ostafrika (Amani) und bei der Cinchona-Station auf Jamaica der Fall ist (Verf. hätte noch die ähnlichen Institute der Union, wie das Desert-Laboratory in Tucson, Arizona, erwähnen können). „Zu dem Herbarium, dem Garten und dem Laboratorium muß das Naturschutzgebiet zugefügt werden, als notwendiges Element des modernen biologischen Forschungsapparates, als charakteristisches Bedürfnis der jüngsten Periode in der biologischen Forschung.“

Der *Verein Naturschutzpark E. V.*, Sitz Stuttgart, hat mit dem Schlusse seines vierten Vereinsjahres (Oktober 1913) begonnen, Jahresberichte herauszugeben. Der erste liegt in einem Heft von 32 Seiten mit Abbildungen aus dem projektierten neuen Alpenparke vor, dem auch zwei Aufsätze von Dr. Heinrich Lhotzky und Dr. August Prinzinger, dem Entdecker des Gebietes, gewidmet sind. Die Erwerbung des ursprünglich in Pacht genommenen Schladminger Gebietes in Steiermark (vgl. diese Zeitschrift, Bd. I, S. 486) hat sich wegen der hohen Forderung des Besitzers zerschlagen. Den Kern des neuen Parkes sollen die Ammertaler und die Dorfer Öd in der Glocknergruppe bilden. Von Uttendorf im Salzachtal gelangt man durch das Stubachtal zur Dorfer Öd, von Mittersill an der Salzach durch das Felbertal zur Ammertaler Öd. Angekauft sind bereits 1008 Hektar Alpen-, Wald- und Ödland. Die beiden Ödtäler, die im

ganzen eine Fläche von 40—50 qkm umfassen, sind dem Verkehr noch fast völlig ferngeblieben und weisen nach *Prinzinger* einen urwüchsigen, prächtigen Waldbestand, eine reiche Flora und Fauna und herrliche Hochgebirgslandschaft auf.

Von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen ist ein „*Botanischer Führer durch das Pfaffenreservat bei Chorin*“ herausgegeben worden. (Pr. 20 Pf. Zu beziehen durch die Buchhandlung von Schweitzer & Mohr in Berlin W 35.) Er enthält das Wissenswerteste über Lage und allgemeine Beschaffenheit des Reservats, über die Zugangsstraßen zu ihm und über die Pflanzengesellschaften, die man auf einer Wanderung durch die verschiedenen Teile des Schutzgebietes antrifft.

Über *Elektrizität und Vogelschutz* hat *Hermann Hähne* auf dem III. Vogelschutztag in Hamburg einen Vortrag gehalten, der im Auszuge (Verlag d. Bundes für Vogelschutz, Stuttgart, Jägerstr. 34) erschienen ist. Er zeigt unter Beigabe von 8 Abbildungen, wie die Gefahren, die den Vögeln durch gleichzeitige Berührung der Hochspannungsdrähte und der mit der Erde in Verbindung stehenden leitenden Teile um den Isolator herum drohen, vermieden werden können. Es ist hochofreulich, zu sehen, wie hier die Technik den Naturschutzbestrebungen entgegenkommt. Ein anderes Beispiel für dieses Zusammengehen bieten die Maßnahmen, die in Bayern bei der jetzt in Angriff genommenen großartigen Ausnutzung der Wasserkräfte zur Verhütung von Verunstaltungen der Landschaft und zum Schutze der Naturdenkmäler getroffen werden (vgl. auch d. Z. Heft 6, S. 131). Bei den zur Ausführung kommenden Anlagen zur (staatlichen) Ausnutzung der 200 m betragenden Gefällstufe zwischen dem Walchensee und dem Kochelsee konnte, wie Oberregierungsrat Dr. *Cassimir* (München) auf der zweiten gemeinsamen Tagung für Denkmalpflege und Heimatschutz in Dresden (Sept. 1913) berichtete, den Forderungen des Heimatschutzes fast in allen Punkten Rechnung getragen werden. (Der Wasserbau in seinen Beziehungen zur Denkmalpflege und zum Heimatschutz. Sonderabdruck aus dem stenographischen Bericht. Karlsruhe 1913.) Aber freilich ist die Zahl derer, die nicht begreifen, daß es außer den wirtschaftlichen Interessen auch ideale Güter zu schützen gibt, noch immer groß genug. Das hat erst in allerjüngster Zeit die Äußerung eines Abgeordneten im preußischen Landtage bewiesen, der sich darüber aufhielt, daß man in Orten, „wo kein Mensch weiß, was Heimatschutz ist“, Ortsstatute und Polizeiverfügungen erlasse, „die die Allgemeinheit und manche Industrie schwer schädigen“. Die Auslassung zeigt, wie viel noch zu tun ist, damit die Idee des Heimatschutzes Allgemeingut wird. Eine wesentliche Rolle bei dieser Tätigkeit fällt der Schule zu, und das Bemühen der Förderer des Natur- und Heimatschutzes ist daher von jeher darauf gerichtet gewesen, die Lehrer zur Mitwirkung an diesen Bestrebungen heranzuziehen. Prof. *Conwentz* hat zu diesem Zwecke auf zahlreichen Kreislehrer- und Bezirkslehrerkonferenzen Vorträge gehalten und jüngst wieder auf der amtlichen Kreislehrerkonferenz den Gegenstand behandelt (Kurrenden der Königl. Kreisschulinspektion Neurode 1913, Nr. 12). Sehr eingehend ist auch von Prof. *W. Bock* in zwei Aufsätzen der „Pädagogischen Warte“ (20. Jahrg., 1913, Heft 19 und 21) die Mitwirkung der Lehrer an der Naturdenkmalpflege und deren Behandlung im Unterricht, namentlich der Volksschule, erörtert worden.

Daß der Naturschutz und die Naturdenkmalpflege im wesentlichen *nationale* Aufgaben sind und nicht von einem Zentrum aus für alle Länder der Welt betrieben werden können, hat *Conwentz* in seiner Rede auf der internationalen Naturschutzkonferenz in Bern (18. Nov. 1913) auseinandergesetzt. (Aus der Natur, 1913—1914.) Er hat aber auch hervorgehoben, daß es eine Reihe von Fragen gibt, die nicht von einer Nation allein erörtert und gelöst werden können. Hierher gehören: Schutz der Natur in herrenlosen Ländern (Spitzbergen, Antarktis usw.); Schutz der großen Säugetiere (Wale, Robben usw.) in den Weltmeeren; Schutz von Vogel- und Tierarten, soweit die Mitwirkung mehrerer Staaten dazu erforderlich ist, besonders auch Regelung des Handels mit Federn, Bälgen usw.; ebenso Regelung des Handels mit Gebirgspflanzen, soweit mehrere Staaten daran beteiligt sind. Solche internationalen Fragen des Naturschutzes zu erörtern, ist die Aufgabe der nunmehr geschaffenen konsultativen Kommission für internationalen Naturschutz (vgl. d. Z., Heft 5, S. 103).

F. Mocwies, Berlin.

Dugmore, A. Radclyffe, Wild, Wald, Steppe. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in Britisch-Ostafrika. Leipzig, R. Voigtländer, 1913. XV, 252 S., 106 Tafeln und eine Karte. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,50.

Das vorliegende Buch, das eine Übersetzung der in englischer Sprache erschienenen „Camera adventures in the African wilds“ (durch *Hans Elsner*) darstellt, wendet sich, wie der Verfasser im Vorwort sagt, an alle diejenigen, die den Sport lieben. Wenn wir also auch von vornherein wissen, daß wir es hier nicht eigentlich mit einem Werk der naturwissenschaftlichen Fachliteratur zu tun haben, so will ich doch gleich bemerken, daß auch der Zoologe in dem Buche Manches, vor allen Dingen eine Fülle zum Teil vollendet schöner Aufnahmen afrikanischen Wildes, findet. Über die Kreise der Fachgelehrten und Freunde des Sports aber hinaus muß das Werk alle Gebildeten interessieren, soweit sie Liebe zur Natur und Freude an ihren Schöpfungen haben.

Von früher Jugend an mit der Handhabung der Schußwaffe vertraut, hatte für den Verfasser die auf Tötung der Beute abzielende Jagd schließlich ihren Reiz verloren und an ihre Stelle war die sehr viel schwieriger auszuübende und wehrhaftem Wild gegenüber einen hohen Grad verwegenen Muts erfordernde Jagd mit der Kamera getreten. Für seine afrikanischen Fahrten, deren Ausgangspunkt im engeren Sinne Nairobi war, hatte sich der Autor jene äußerst wildreichen Gebiete Britisch-Ostafrikas ausersehen, die sich von der Athi- und Yataebene nordwärts bis zum Kenia und darüber hinaus erstrecken.

In diesen Gegenden machte er seine zahlreichen photographischen Aufnahmen von Antilopen, Giraffen, Büffeln, Warzenschweinen, Nilpferden, Zebras, Nashörnern und Löwen; auch Krokodile und einige Vogelarten fehlen nicht in der Reihe. Bewunderung verdient der hohe Grad von Unerschrockenheit und Kaltblütigkeit, mit dem der Verfasser dem angreifenden Nashorn im alleinigen Vertrauen auf die Treffsicherheit seines Begleiters oder die plötzliche Sinnesänderung des Tieres mit der Kamera wiederholt bis auf eine Entfernung von kaum 10 oder 12 m standhielt. Andere, nicht minder glänzende Belege für die Kühnheit unseres Jägers liefern die prächtig gelungenen nächtlichen Blitzlichtaufnahmen von Löwen, die von einem

Dornenverhau aus auf wenige Meter Abstand gemacht wurden.

Wenngleich das hauptsächlichste Interesse des Lesers sich wohl den Abbildungen zuwenden wird, so findet sich doch auch in dem durchweg in anschaulicher Form das Gesehene und Erlebte schildernden Text manche interessante Beobachtung über einzelne Tierarten wie auch über ihr Zusammenleben mit den anderen.

Daß der Übersetzer die Ausdrücke der Jägersprache vermieden hat, sehe ich nicht als einen Nachteil an, wenngleich Manche ihre Verwendung in einem über „Waidmannsfahrten“ berichtenden Buche vielleicht erwarten werden. Kleine Mängel, die der Übersetzung anhaften, bestehen in einem gelegentlichen Verfehlen des richtigen, in anderen Fällen doch wenigstens des gebräuchlichen Ausdrucks, so z. B., wenn es statt Last: Ladung heißt, statt Pfad: Spur, statt Gran: Körnchen, statt mit Beigeschmack behaftet: mit Beigeschmack vermischt usw.

Vergleicht man die deutsche mit der — allerdings wesentlich teureren — englischen Ausgabe, so bedauert man die Verkleinerung des Formates bei ersterer, wodurch besonders die Abbildungen betroffen werden. Außerdem erscheint es nicht als Vorteil, daß der für den Inhalt des Buches sehr bezeichnende englische Titel bei der deutschen Ausgabe vollständig geändert wurde.

A. Borgert, Bonn.

Festschrift, Herrn Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Karl Sudhoff, Leipzig, zur Feier seines sechzigsten Geburtstages gewidmet von Freunden, Verehrern und Schülern. Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik 6. Band. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1913. 8°. XII, 438 S., 1 Bildnis, 4 Abbildungen und 1 Tafel. Preis M. 20,—.

Die mit dem trefflich gelungenen Porträt des Gefeierten, das ihn am Arbeitstische zeigt, geschmückte Festgabe gibt in der bunten Vielgestaltigkeit ihrer stattlichen Sammlung von Aufsätzen einen sprechenden Beweis des Universalismus der Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften. Prähistorik und Volksheilkunde, Orient und klassisches Altertum, Mittelalter und Neuzeit werden von Fachmännern mit Beiträgen aus ihrem speziellen Arbeitsgebiet versehen. Engere Fachgeschichte, Entwicklung der Theorie und der praktischen Technik, aber daneben auch allgemein kulturhistorisch Interessantes finden Berücksichtigung. Buschan verfolgt das Schwimmen bei den Natur- und den frühgeschichtlichen Völkern und zeigt, wie diese Kunst bei den Völkern, welche den Anthropoiden nahe stehen, infolge der Reminiszenz an die Fortbewegung auf vier Beinen besonders entwickelt ist. Hofschlaeger sucht nachzuweisen, wie die indogermanischen Notfeuer aus einem über die ganze Welt verbreiteten primitiv-rationalen Bekämpfungsmittel der seuchenbringenden Insekten mit Feuer und Rauch hervorgegangen sind. Die Technik der prähistorischen Trepanation wird von Wilser besprochen, der in großen Zügen die Schädelöffnung in alter und neuer Zeit schildert. Fossel (†) erläutert die zahlreichen Fäden, welche Volksmedizin und Schulmedizin miteinander verbinden. Ohne medizin-historische Schulung ist nach seinen Ergebnissen ein Eindringen in das Wesen der Volksheilkunde unmöglich. Medizinisch-historische Denkmäler des Königsübels in der medizinischen Bibliothek des Kriegsministeriums zu Washington von Garrison illustrieren die volkstümliche Hoffnung auf Heilung durch Königshand und ihr Überdauern der Jahrhunderte; stammen sie

doch aus dem 18. Jahrhundert. In die Medizin der antiken Kultur führen die Aufsätze von Hirschberg, der sich in ärztlichen Bemerkungen über die in der hippokratischen Sammlung überlieferte Schrift *πρὸς ἰσχῆρος* zu der viel besprochenen Ansicht äußert, man solle den Unheilbaren nicht in Behandlung nehmen, und nachweist, daß der Verfasser der Schrift kein Arzt war, und von Meyer-Steineg, der die Bedeutung der Prognose in den hippokratischen Schriften dadurch erklärt, daß sie erst die eigentliche Grundlage für die individuelle Behandlung des Patienten abgibt, während der Diagnose die allgemein gültigen Regeln der Therapie entnommen werden. Schaer (†) macht uns in seinem Aufsatz: Das Buch „Chu-faw-schi“ des Chan In-Kua, ein neu erschlossenes ethnographisch-kommerzielles chinesisches Werk des XII./XIII. Jahrhunderts mit einem literarischen Produkt des Reiches der Mitte bekannt. Jollys Beitrag: Zur Geschichte der Alchimie beschäftigt sich mit den chemisch-medikamentösen Leistungen der Inder und ihren Beziehungen zum Ausland. Zur Geschichte des ägyptischen Augenheilmittels Schischm (Cassiac absus L. semina) hat Meyerhof gearbeitet; aus Nuwairis († 1352) Enzyklopädie. Über Parfüms erhalten wir durch Wiedemann einen Überblick über die Herstellung der gebräuchlichsten Parfüms im mittelalterlichen Arabien. Ruska analysiert Weinbau und Wein in den arabischen Bearbeitungen der Geoponika mit negativem Resultat bezüglich der Herstellung des Alkohols, dessen Destillation als Erfindung des spätmittelalterlichen Westens erscheint. Den Niederschlag der europäischen Medizin im Morgenland tun die Aufsätze von Seidel, Europäische Krankheiten als literarische Gäste im vorderen Orient; Richter, Paracelsus im Lichte des Orients für das XVII. Jahrhundert und Holländers, Bemerkungen zu einem alten persischen Anatomiebild für das XVII./XVIII. Jahrhundert dar. Für die lateinische Medizin des Mittelalters bespricht Ferckel Literarische Quellen der Anatomie im XIII. Jahrhundert als Beitrag zur mühsamen Aufgabe der Aufspürung der viel verschlungenen Wege der Tradition. Ebenso wie Staders Arbeit: Irrtümer des Albertus Magnus bei Benutzung des Aristoteles mahnen seine Untersuchungen zu äußerster Vorsicht bei der Benutzung der Zitate mittelalterlicher Autoren. Zwei weitere Arbeiten beschäftigen sich mit Gegenständen, die der mittelalterlichen Geburtshilfe nahe stehen. Baas bringt mittelalterliche Hebammenordnungen, welche die Bemühungen der Städte Freiburg i. Br., Straßburg und Zürich um die Besserung des Hebammenwesens ins Leben riefen, Schaefer erörtert im Anschluß an einen Traktat, in dem Gentile da Foligno über die Zulässigkeit des artifiziellen Abortes (ca. 1340) die prinzipielle Bevorzugung des mütterlichen vor dem kindlichen Leben vertritt, den Stand der Frage bei zahlreichen mittelalterlichen Autoren. von Lippmanns Aufsatz: Petrarca über die Alchemie zeigt den Vater des Humanismus als überzeugten Gegner der Pseudowissenschaft. Er leitet zur Neuzeit herüber, die uns nun in einer Reihe hervorragender Ärzte und Naturforscher entgegentritt. Sinapius, der Urheber der antihippokratischen Bewegung am Ende des XVII. Jahrhunderts kämpfte nach v. Györy in guter Absicht, aber nicht immer mit richtigen Waffen gegen den Unfug, der unter der Flagge des Meisters von Kos auf therapeutischem Gebiet getrieben wurde. Ein von Schöppler besprochenes ärztliches Gutachten des Altdorfer Professors der Medizin Christoph Nicolai aus dem Jahre 1648 über eine wohl auf gichtiger Basis entstandene und mit Steinbildung verbundene Nierenent-

zündung bei einem Patrizier und *Ärztliche Briefe des 16. Jahrhunderts*, mitgeteilt von Peters, beweisen, wie langsam die neuen Errungenschaften Gemeingut wurden. Köhlers, Janus Abrahamus à Gehema und Habering, *Ein deutsches Feldlazarettreglement aus dem XVII. Jahrhundert* sind Zeugnisse für die Bemühungen jenes Zeitalters, den Mißständen im Kriegssanitätswesen abzuwehren. In dasselbe Jahrhundert fällt nach Vierordt, *Historische Notizen*, die Entdeckung der Spermakristalle, die van Leeuwenhoek in dem bekannten Brief über die Samentierchenentdeckung durch Ham erwähnt und abbildet. Nach dem gleichen Autor ist die erstmalige Erwähnung der fermentativen Wirkung des Speichels dem Belgier Verheyen (um 1710), nicht Vieussens zuzuschreiben. Der Geschichte der Syphilis, welcher der Gefeierte seine besten Kräfte in den letzten Jahren so erfolgreich gewidmet hat, dienen die Arbeiten von Wickersheimer, *Document pour servir à l'histoire de la syphilis au XVe siècle: les recettes d'un médecin franc-comtois; la gourre de Besançon*, nach der die Franzosen, als sie die Lues kennen lernten, unter dem durch Flandern, Lothringen und die Franche-Comté vermittelten Einfluß des deutschen Auslandes standen, und von Sticker, *Planta noctis*, in welcher der auf die Antike zurückgehende uralte Ursprung dieser am Ausgang des Mittelalters gelegentlich für Lues verwendeten Bezeichnung nachgewiesen wird. Schelenz ist geneigt, die vom Landgrafen Wilhelm I. von Hessen aus Venedig heimgebrachte Krankheit für Syphilis zu halten. Die Stellung der „Syphilis“ als Gonorrhoea virulenta in gerichtsärztlicher Beziehung beleuchten von Diepgen mitgeteilte *Medizinische Gutachten aus einem Ehescheidungsprozeß vom Anfang des 18. Jahrhunderts nach badischen Akten aus dem Karlsruher Generallandesarchiv*. Gleichzeitig bringen dieselben Beiträge zur Kenntnis der Gutachtertätigkeit und der klärungsbedürftigen Verhältnisse des ärztlichen Standes in jener Zeit. Der Geschichte der Syphilisbekämpfung widmet Kassel die Studie: *Die Bekämpfung der venerischen Seuche. Ein Erinnerungsblatt aus dem ehemaligen Südpreußen*. Neben der Syphilis finden von Krankheiten die Pest und die Bergkrankheit historische Bearbeitungen. Schroeder glaubt die Frage: *Ist Zentralafrika der primäre Pestherd?* für sämtliche Pestzüge der Vergangenheit bejahen zu können. Die ältesten Beobachtungen über die Bergkrankheit der Kordilleren schreibt Günther dem Pater de Acosta (1540—1600) zu. Ein Streiflicht auf die Hygiene des 18. Jahrhunderts wirft die Kufsteiner Metzgerordnung in ihren Beziehungen zur Volksernährung, welche Schmutzer einer Untersuchung unterzieht. Arbeiten von Dörbeck, *Die Anfänge der Hydrotherapie und Balneotherapie in Rußland*, welcher vor allem der Verdienste Peters des Großen gedenkt. Heinrich, *Sanctorius und die Erfindung des Trokars*, der zeigt, daß die Angabe des Instrumentes wirklich diesem Arzte zu verdanken ist, Lockmann, *Die Gründung der Saline Sülbeck, v. Mayary-Kossa, Aqua Reginae Hungaricae* (Rosmarinspirituss als Panacee des XVII. und XVIII. Jahrhunderts) gehören in die Geschichte der neuzeitlichen Therapie. Die Nasenheilkunde in den letzten 50 Jahren wird von Bresgen dargestellt. Der eigentlichen Standesgeschichte der Neuzeit diene der Aufsatz von Fischer, *Zur Geschichte der ärztlichen Schweigepflicht*, die seit dem 16. Jahrhundert gelegentlich von Ärzten betont wird, obwohl in den meisten literarischen Produkten Namen genannt werden, ohne daß es zu Klagen kommt, und der zweite von Schusters,

Zwei kleine Beiträge zur Medizin- und Kulturgeschichte Bayerns im 18. Jahrhundert, welcher zeigt, wie ein kurfürstlicher Erlaß vom 3. Mai 1746 die Bemühungen, konfessionelle Gegensätze in der Praxis auszuspielen, durchbricht. Neustätter, *Kurierzwang und Kurpfuscherfreiheit* widerlegt nochmals die Legende, daß die deutschen Ärzte die Aufhebung des Pfüscherverbotes in egoistischer Absicht als Entgelt gegen die Befreiung vom Kurierzwang befürwortet hätten. Von allgemeinerem Interesse ist der erste von Schusters vorhin genannten Beiträgen zum Begräbniswesen und seiner konfessionellen Färbung im Kurfürstentum Bayern und Vorbergs, *Der alte Fritz und seine Ärzte*. Der ungeduldige, mit seiner Neigung zum Selbstkurieren für den Arzt keineswegs angenehme hohe Patient wird vor allem in seinem Verhältnis zu Zimmermann geschildert. Mehrere Arbeiten beschäftigen sich mit einzelnen Persönlichkeiten. von Buchka kommt bei dem Arzt und Chemiker Angelus Sala zu dem Schluß, daß vor einem endgültigen Urteil über ihn eine genauere Kenntnis der ursprünglichen Ausgaben seiner Werke nötig ist. Ferguson analysiert die chemischen Leistungen Pierre Thiebauts. Guareschi widmet dem Italiener Ascanio Sobrco medico (1812 bis 1888) eine Studie, nach den Untersuchungen von Kronecker ist Friedrich Plehn einer der Begründer der Tropenpathologie und Tropenhygiene in Deutschland. Ebstein zeigt die Mediziner Johannes Müller und Schoenlein im Briefwechsel; Kistner teilt Stücke aus dem Briefwechsel des Physikers Oskar Emil Meyer und des Chemikers Lothar Meyer mit. Klug bespricht die nachgelassenen Schriften Dr. Emil Wohlwills. Von den der Geschichte der Naturwissenschaften gewidmeten Artikeln weist Poske, *Galilei und der Kausalbegriff* nach, daß Galilei im Gegensatz zu dem, was andere angenommen haben, in seinen Discorsi methodisch durchaus auf Grund des Kausalbegriffes vorgeht, derselbe Forscher, dessen Beharrungsgesetz späteren Generationen den Irrtum in diesem Gedankengang aufdeckte. Indem Haas *Die Elektronenhypothese in ihrem Verhältnis zu älteren physikalischen Theorien* bespricht, knüpft er die historischen Fäden, welche die modernsten Ideen der Naturwissenschaft mit uralten Erörterungen über das Problem des Urstoffes verbinden. In seiner Arbeit *Über ein Schönbeinsches Dokument zur Illustration katalytischer Lichtwirkungen* gibt Jan van Zuiwaki in einer Reproduktion einer von Schönbein durch Insolation hervorgerufenen Schrift auf Schwefelbleipapier ein Beispiel für die Art, wie der unermüdete Forscher der Katalyse experimentierte. In prinzipiellen Darlegungen behandelt Dannemann, *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhang*, das Verhältnis von Wissenschaft und Wissenschaftsgeschichte. Als letzter der 55 Aufsätze, die Sudhoff als bunter Strauß wissenschaftlicher Arbeitsblumen zugeeignet sind, sei Bertholds, *La Statue animée und La Conjecture d'Arnobe* erwähnt. Die im XVIII. Jahrhundert viel umstrittenen Probleme von der Statue animée, welche innerlich wie ein Mensch organisiert und von einem jeder Art von „Ideen“ beraubten Geist erfüllt zugleich durch ihren Marmor am Gebrauch der Sinne gehindert ist, und deren Sinne dann vom Menschen nach Belieben erschlossen werden könnten, der Kinder, welche bis zu einem bestimmten Alter lediglich vegetativ aufwachsen, lassen sich, wie B. nachweist, in ihren Anfängen bis in das graue Altertum verfolgen.

Paul Diepgen, Freiburg i. Br.

Gegenbaur, Lehrbuch der Anatomie des Menschen.

8. Auflage, erweiterte Ausgabe, herausgegeben von *M. Fürbringer*. 3. Band, 1. Lieferung: *Blutgefäßsystem*, bearbeitet von *E. Goepfert*. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1913. 258 S. und 99 zum Teil farbige Figuren. Preis M. 8,—.

Nachdem vor 4 Jahren der 1. Band des neu aufgelegten Gegenbaurischen Lehrbuchs gerechte Bewunderung erregt hatte, haben wir dem Erscheinen weiterer Bände mit Erwartung entgegengesehen. Die vorliegende Lieferung wird jedem Freunde des alten Werkes reine Freude bereiten. Die Darstellung des Zirkulationsapparates des Menschen ist hier nicht nur in deskriptiver Weise klar und unter Berücksichtigung des gegenwärtigen Zustandes seiner Erforschung erfolgt, sondern auch in breiter und gründlicher Weise fundiert auf die Ontogenie und Phylogenie. Daß dabei der Faden der Deskription uns nicht verloren geht, ist die Folge der klaren Anordnung und geschickten Verarbeitung der Tatsachen, wie sie nur dem, der den Stoff ganz beherrscht, gelingt.

Ein Vergleich der neuen Fassung mit der alten wird interessieren. Der Gesamtumfang ist nahezu genau auf die doppelte Zahl von Seiten gestiegen. Die Darstellung des Blutes und seiner Bestandteile, des Herzens und der Gefäßwände ist ungefähr, die der Arterien nicht ganz doppelt so umfangreich geworden; die Darstellung der Venen ist dagegen fast aufs Dreifache angewachsen, die des fötalen Kreislaufes ist etwas kürzer geworden. Anstatt 67 Figuren sind jetzt 99 vorhanden. Die schwierige Aufgabe der Verschmelzung des Neuen mit dem Vorhandenen ist, was die Figuren anlangt, völlig — was den Text anlangt, nahezu durchweg gut gelungen. Bei den neu hinzugekommenen Abbildungen der größeren Verhältnisse ist der Stil der vorhandenen pietätvoll festgehalten. Die Abbildung von mikroskopischen Schnitten aus Serien ist ein Novum, doch fügt es sich gut ein. Hinsichtlich des Textes scheint es eine unvermeidliche Notwendigkeit zu sein, daß die Neuauflagen voluminöser werden. Inwieweit *Gegenbaur*s eigene Meinung über die Einführung des Neuesten in ein Lehrbuch (vgl. z. B. Vorwort 8. Auflage 1909, Seite VI und Seite VIII) in der vorliegenden Lieferung gewahrt ist, kann zweifelhaft sein. Daß Dinge, wie das atrioventrikuläre Bündel zur Darstellung kommen mußten, ist klar, desgleichen die Varietäten, die ja beim Gefäßsystem eine erhöhte Bedeutung haben, weil sie unter Umständen praktischen Wert erhalten und weil es rationell ist, dem Studenten den Weg zu weisen, auf welchem solche Varietäten entstehen. Anderes, wodurch die Betrachtung vielseitiger wird, findet sich eingeschaltet (Hydrodynamik des Gefäßsystems nach *W. Roux*, topographisch-anatomische und praktisch-ärztliche Hinweise), was früher gefehlt hat, ohne daß *Gegenbaur* dies als Mangel empfunden zu haben scheint.

In allen Teilen sind die embryologischen Einführungen breiter gehalten. Sie leisten, in der Klarheit, in der sie geschrieben sind, gute Dienste und werden jedem Studenten das Studium der schwierigen Dinge erleichtern. Beim Arteriensystem ist im wesentlichen wenig geändert. Geblieben ist vor allem die bewährte Einteilung der Gefäße in Verlaufsstrecken und die Gruppierung der Äste, die uns in jungen Jahren beim Studium und auf dem Präpariersaal so gute Dienste geleistet hat. Wo alte Abbildungen durch neue ersetzt sind, erscheint es motiviert. Ob die entwicklungsgeschichtlichen und vergleichend-anatomischen Exkurse nicht stellenweis zu selbständig werden und

dem eigentlichen Zweck des Werkes nicht ganz entsprechen, wäre, ebenfalls auf Grund der älteren Vorworte (l. c. p. VI) zu beurteilen.

Eine Art Neuschöpfung stellt das Venensystem in seiner jetzigen Fassung dar. Durch Schilderung der Entwicklung des Venensystems und die Begründung der Darstellung des definitiven Verhältnisses auf sie, gewinnen die Verhältnisse den Charakter des Gesetzmäßigen. Die alte Darstellung war gerade hier so summarisch, daß die Annahme, es handle sich um „unwichtige“ Dinge, unter Studierenden leicht Fuß fassen konnte. Die Frage, wo man den kleinen oder großen Druck anwenden solle, kann gerade bei diesem Kapitel zur Prinzipienfrage werden. So ist das, was früher durch kleinen Druck zunächst mehr aus dem Gesichtskreis des Studenten gerückt war, jetzt mehrfach durch großen Druck in den Vordergrund geschoben; anderes, wie die Emissarien, durch das umgekehrte Verfahren mehr zurückgedrängt. Hier waren pädagogische Beurteilungen *Gegenbaur*s maßgebend, die wir, um es nicht unausgesprochen zu lassen, in der Tat für tief durchdacht und mustergültig auch heute noch halten müssen.

Die fötalen Kreislauforgane konnten bei der Berücksichtigung des Embryologischen im übrigen Teil des Gefäßsystems kürzer gehalten werden. Die früher so instruktive Darstellung der beiden verschiedenen Blut führenden Strecken des Anfangsteils der fötalen Aorta ist jetzt stark gekürzt und hat an Nachdruck verloren.

Wir freuen uns, daß ein weiterer Schritt geschehen ist, *Gegenbaur*s Lehrbuch der Anatomie wieder zu beleben, und daß es so erfolgreich geschehen ist, wie mit gegenwärtiger Lieferung. *Lubosch, Würzburg*.

Abel, O., Grundzüge der Paläobiologie der Wirbeltiere. Stuttgart, Schweizerbarthsche Verlagsbuchhandlung, Nägele und Dr. Sproesser, 1912. XV, 708 S. und 470 Figuren. Preis M. 18,—.

Das Werk *Abels*, welches einen Teil der Physiologie der ausgestorbenen Tiere behandelt, gehört zu den anziehendsten Schriften über vergleichend-anatomische Gegenstände und bietet zugleich einen besonderen Wert durch Nachweis der neuesten paläontologischen Literatur. Die Paläontologie verbindet sich mit der Paläophysiologie zur Paläobiologie. Da der Paläontologe es nur mit Hartsubstanzen des tierischen Körpers zu tun hat, so ergibt sich von da aus eine Beschränkung, doch fällt Licht auch auf weitere Gebiete, wie sie eben durch geistvolle Kombination der Tatsachen erschlossen werden können. So gewinnen wir interessante Einblicke in die Art des Lebens, wie es sich in vergangenen Epochen der Erdgeschichte abgespielt hat. Die Körperform, das Gebiß, die Lokomotion, die Hautverknöcherungen stehen im Vordergrund der Betrachtung. Schwimmen — Kriechen und Schieben — Schreiten, Laufen, Springen — Bipedie — Fliegen — Graben — Klettern — Schlängeln und Wühlen sind die auf 316 Seiten abgehandelten Lokomotionsformen. Die Körperform in ihrer Anpassung an das Leben im Wasser, bei Hochsee-, Tiefsee- und planktonischen Tieren, — Gebiß, Bezahnung und Bewaffnung werden auf weiteren 180 Seiten besprochen, wobei natürlich Ernährungs- und Lebensverhältnisse eine Rolle spielen. Überall wird den Analogien (z. B. den verschiedenen Formen und Möglichkeiten des Fluges) in höchst anregender Weise nachgegangen. So kommt es, daß eine ganze Reihe von Fragen eine Klärung oder durch Erörterung der für bestimmte Bildungen vorauszusetzenden Faktoren eine Vertiefung erfahren hat.

Um einzelnes hervorzuheben, so wird S. 452 dargetan, daß alle lebenden Tiefseefische stammesgeschichtlich junge, spezialisierte Formen sind, die erst seit der Eiszeit ihren jetzigen Aufenthalt erreicht haben. — S. 518 wird aus der ventralen Lage der Mundspalte bei Haien auf ihre Abstammung von Meeresgrundtieren geschlossen. Diese beiden Annahmen als richtig vorausgesetzt: so ergibt sich ein Schluß auf die zeitliche Ausdehnung der Ahnenwelt, die wir bereits schon für die Selachier anzusetzen haben. — S. 489 wird Arbeitsteilung und Differenzierung im Gebiß der Haie erörtert. — S. 562 findet sich eine Besprechung der Verschiedenartigkeit des Hautpanzers bei Fischen. Die Würdigung eines den Cheloniern nahestehenden permischen Reptils (*Diadectes*) mit unvollständigen Costalplatten und erhaltenen Zähnen führt auf die Feststellung des Alters der Schildkröten (S. 528 bis 531). Es wird gelehrt, daß ihre Bezeichnung bereits völlig geschwunden war, als ihr Stamm sich in Land- und Seeschildkröten sonderte. Der Verlust des Gebisses und die Entstehung des Panzers werden auf den Einfluß grabender Lebensweise zurückgeführt. S. 474 finden wir eine Erörterung des Wertes und der Bedeutung der Panzerreste bei Fischen, Ichthyosauriern und Cetaceen. Ferner sei erwähnt die Betrachtung der Hornbildung als Angriffs- und Verteidigungswaffen bei lebenden und fossilen Tieren (S. 576), die Ableitung der Fledermäuse von arboricolen Insectivoren (S. 327), endlich (S. 223—225) die Erörterung der Bildung der menschlichen Hand und des menschlichen Fußes, in der *Abel* nahezu völlig auf dem Standpunkt von *Klaatsch* steht, indem er annimmt, daß der Verlust der Opponierbarkeit des Hallux nicht die Folge der Bipedie, sondern ihre Ursache sei. Auch *Abel* bespricht, wie *Klaatsch*, die Chirotherienfährten (Seite 269 ff.) unter dem allgemeinen Gesichtspunkte der „Bipedie“, um zu zeigen, auf wie mannigfache Weise und an wie verschiedenen Stellen im Tierreiche die bipedische Lokomotion zustande kommt oder gekommen ist. Die Chirotherienfährten zeigen, daß schon in frühen Zeiten der Erdgeschichte Geschöpfe mit opponierbarem Pollex existiert haben.

Von dem Umfang, der aus der physiologischen Beurteilung der Organisationsmerkmale sich ergebenden Schlüsse und Ansichten in betreff einzelner Umbildungsvorgänge am Skelett, verwandtschaftlicher Beziehungen der Tiere zueinander, des Einflusses konvergenter Entwicklungsvorgänge auf die Gestaltbildung — davon muß die Lektüre des Buches selbst Kenntnis geben. Wie die obige Liste zeigt, sind darin zwar nicht durchweg neue Gedanken und Vorstellungen enthalten, und für manches hätte sich in der vorhandenen Literatur wohl ein Anknüpfungspunkt ergeben. Doch liefert ein neuer Standpunkt stets soviel neue Ansichten bekannter Objekte, daß wir es schon mit Freude begrüßen können, wenn ein Forscher auf solch einen neuen Standpunkt tritt.

Weniger können wir es gutheißen, wenn der Paläontologie, die zur Beurteilung morphologischer Zusammenhänge ja nur eine der drei großen „Urkunden“ liefert, die einzige und alleinige Rolle bei dieser Beurteilung zugeschrieben und — aus welchem Grunde ist schlechterdings nicht ersichtlich — das Ergebnis der vergleichenden Anatomie der weichen Teile oft gänzlich außer acht gelassen wird. Darin läge für den weiteren Ausbau der „Paläobiologie“ eine Gefahr, vor der gewarnt werden muß. Beispiele liefern die Ausführungen über die 4-Zahl der Flieger (S. 218 ff) und die Urflössenbildung (S. 208).

Dem speziellen Teil läßt *Abel* einen theoretischen folgen, der nur 35 Seiten umfaßt und „Paläobiologie und Phylogenie“ betitelt ist. Die Paläobiologie soll nicht nur „eine Erklärung und Entstehungsursache der morphologischen Charaktere geben“ (p. 608), nicht nur zeigen, „wie die Anpassungen der einzelnen Formen beschaffen sind, sondern vor allem, wie sie entstanden sind“ (p. 609). Die für dies kühn gesteckte Ziel erforderlichen theoretischen Grundlagen erörtert *Abel* auf jenen 35 Seiten. Man hätte erwarten können, daß er die von ihm gewählte physiologische Betrachtung auch hier dadurch festgehalten hätte, daß er die wesentlich funktionellen Momente, wie sie in der sogenannten „Anpassung“ und „Konvergenz“ eine Rolle spielen, endlich einmal anfangs gründlicher zu erörtern im Vergleich zur Konstanz der Organisationstypen. *Abel* bleibt aber hier auf den alten und vielfach betretenen Pfaden der Theorie und bietet, wo er Modifikationen anbringt, schwerlich eine Klärung der an sich schon verworrenen Probleme. Er ist ganz befangen von der Vorstellung, daß die Außenwelt die Quelle aller Veränderungen der Tierwelt sei; daher erkennt er in Einrichtungen, welche sich uns heutzutage als nicht weiter vererbte darstellen, „fehlgeschlagene (!) Anpassungen“. Der Konvergenz wird ein so weiter Einfluß eingeräumt, daß *Abel* von polyphyletischen Gattungen (*Equus*, *Cervus*) spricht und diese in zwei, dann monophyletische Gattungen zerlegt, so daß „ein geschlossener einheitlicher Formenkreis nur von einem einheitlichen Zeugungskreis abstammen“ könne. Alle scheinbar einheitlichen Formenkreise müssen bei fortschreitender Aufhellung ihrer Vorgeschichte aufgelöst werden (S. 632). *Abel* unterschätzt vielleicht die Folgen dieses Vorgehens; vor allem scheint es mir, als ob er übersieht, wie er dadurch gerade seiner eigenen Anschauung den Grund untergräbt. Wenn das wahr ist, daß alles auf weitgehende Sonderung in monophyletische Reihen hinausläuft — und es spricht viel dafür, daß es so ist —, dann verlieren ja auch die großen sogenannten „Stammgruppen“, z. B. „Creodontier“, viel von ihrer Geschlossenheit. Sind die Ausgänge aber dunkel, wie darf man dann mit Sicherheit behaupten, daß gewisse Merkmale rein konvergenter Entstehung sind? Wie will man Divergenz der Entwicklung dabei völlig ausschließen!

An anderer Stelle werden wir diesen theoretischen Bedenken weiteren Ausdruck geben. Wir scheiden indes trotz dieser Bedenken von dem Abelschen Buche mit dem Eindruck, praktisch belehrt und theoretisch zu weiterem Durchdenken der großen Probleme unserer Wissenschaft angeregt worden zu sein.

Lubosch, Würzburg.

Bardeleben, K. v., Die Anatomie des Menschen. Teil V. Nervensystem und Sinnesorgane. — Aus Natur und Geisteswelt. Sammlung wissenschaftlich-gemeinverständlicher Darstellungen. Leipzig, B. G. Teubner. 1913. IV, 100 S. Preis geb. M. 1,—, geb. M. 1,25.

Da nach der Vorrede des Bändchens sein Erscheinen einem Bedürfnisse entsprach, so wird über die Notwendigkeit solcher Darstellung nichts zu erörtern sein. Eine von der Redaktion dieser Zeitschrift gewünschte Besprechung kann daher nur feststellen, daß der Verfasser den rechten Ton der volkstümlichen Darstellung getroffen und einen schwierigen Stoff in knapper Form gut wiedergegeben hat. Die Illustrationen geben zu Bedenken Anlaß. Was die Anordnung und Reihenfolge der Figuren 4—12 anlangt, so wird man nach einem einleuchtenden Prinzip dieser Anordnung ver-

geblich suchen. Vor allem sollten die Figuren 2, 3, 5, 6, 8, 12, 14, 15(!), 25, 43(!), 44(!), 45 bei einer Neuauflage durch andere ersetzt werden. Die Verwendung vorhandener Klischees ist zwar bequem, aber die Klischees müssen auch gut und demonstrierbar sein. Der Laie wird z. B. aus Fig. 5, 6, 15, 43, 44 ganz Anderes entnehmen, als zur Not der Student der Medizin aus den größeren Originalen entnimmt. Der Laie wird hier entweder gar keine oder falsche Vorstellungen von den Dingen bekommen. Die gute Auswahl der Abbildungen ist eine wichtige Aufgabe bei einer populären anatomischen Darstellung. Vieles, z. B. beim Gehörorgan, erforderte überhaupt dem Horizont des Laien angemessene neu zu schaffende Originale oder Retouchen vorhandener Vorlagen. Vielfach liegt diesmal auch die Schuld an zu starker Verkleinerung oder schlechter Reproduktion (z. B. Fig. 33). Eine zweite Auflage wird auf diese Weise noch instruktiver gestaltet werden können. *Lubosch, Würzburg.*

Levy, Oscar, Elementares Praktikum der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere mit Einführung in die Entwicklungsmechanik. Bd. 7 der Bibliothek für naturwissenschaftliche Praxis, herausgegeben von Dr. W. Wächter. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1913. 183 S. und 83 Abbildungen. Preis M. 5,60.

Ein kleines Büchlein, welches wohl geeignet ist, das Interesse für die Entwicklungsgeschichte in weiteren Kreisen anzuregen, da es den Weg weist, auf dem auch der Anfänger sich durch Studien am Objekt selbst ohne teures Instrumentarium mit den wichtigsten Tatsachen der Entwicklungsgeschichte vertraut machen kann. Den Angaben über die Laboratoriumseinrichtung und die Technik — dem Anfänger werden auch einfache Manipulationen genau geschildert und durch gut gewählte Abbildungen erläutert — folgt die Besprechung der Geschlechtszellen verschiedener Tierarten und der Eireifung und Befruchtung von *Ascaris megalocephala*. Die Furchung, Gastrulation und Bildung der äußeren Körperform wird zuerst am Amphibien, dann am Hühnerembryo studiert, der Besprechung der Organentwicklung leicht zu beschaffende Embryonen aus verschiedenen Tierklassen, auch Säugerembryonen, zugrunde gelegt.

Auch die Eihäute der Säugetiere werden in einem besonderen Abschnitt — wie es mir scheint, leider etwas zu kurz — behandelt.

Ein besonderes Kapitel über Entwicklungsmechanik führt auch in dieses für den Anfänger allerdings etwas schwierige aber doch interessante und wichtige Gebiet ein. Vermißt dagegen habe ich Angaben über Rekonstruktionsverfahren, vor allem über die Methode der Plattenrekonstruktion, die sich sehr wohl für den Anfänger eignet und ihm über manche Schwierigkeiten in der Deutung der Schnittbilder hinweghilft. Die Abbildungen des Büchleins sind durchweg gut, der Preis ist ein so geringer, daß einer hoffentlich recht weiten Verbreitung nichts im Wege steht. *Heiderich, Bonn.*

Astronomische Mitteilungen.

Beziehungen zwischen Farbe, Spektrum und Parallaxe der Fixsterne untersucht in Nr. 4722 der *Astronomischen Nachrichten* P. Nashan von der Kopenhagener Sternwarte und kommt zu denselben interessanten Ergebnissen, zu denen schon früher *Hertzprung*, allerdings auf anderen Wegen, gelangt

ist. Zunächst hat P. Nashan unter Benutzung des neuen Kataloges für die Farbenwerte der Sterne von *Hagen-Sestini* die Verteilung der Fixsterne nach ihren Farben untersucht und leitete aus dieser in „*Ciel et Terre*“ (Bulletin de la Société Belge d'Astronomie 1913, Nr. 4) veröffentlichten Arbeit her, daß es ein gesetzmäßiges Verhalten der roten und weißen Sterne gibt, das mit dem System der Milchstraße in Beziehung steht. In der vorliegenden Arbeit untersucht nun der Verfasser, ob nicht auch zwischen der Farbe und Entfernung (Parallaxe) der Fixsterne eine Beziehung besteht. Die Schwierigkeit der Untersuchung lag darin, daß es bisher nur eine verhältnismäßig geringe Zahl sicher bestimmter Sternparallaxen gibt und darunter noch viele zu so schwachen Sternen gehörige, daß die Sternfarbe nicht mehr bestimmt werden kann. P. Nashan erhielt ein Material von etwas über 100 Fixsternen, die in drei Gruppen zunächst nach der Farbe (weiße, gelbe, rote Sterne) und dann auch nach der Parallaxe ($0,00''$ — $0,05''$, $0,05''$ — $0,10''$ und $0,10''$ — $0,20''$) geordnet wurden. Für jede der drei Farbgruppen wurde nun untersucht, welcher Prozentsatz von Sternen zu jeder der drei angegebenen Parallaxengruppen gehört. Es ergab sich das merkwürdige Resultat, daß die relative Zahl der weißen Sterne mit wachsender Parallaxe abnimmt, die der roten dagegen entsprechend zunimmt. Dieses Ergebnis konnte dadurch kontrolliert werden, daß nun auch die Spektralklassen der Sterne, die ihren Farben entsprechen, mit den Parallaxenwerten der betreffenden Sterne verglichen wurden. Hierfür stand ein reicheres Sternmaterial (fast 250) zur Verfügung, und das Ergebnis war folgendes: Die Beziehung zwischen Sternfarbe, Spektrum und Parallaxe geht darauf hinaus, daß die relative Zahl der weißen Sterne mit wachsender Parallaxe abnimmt, während die Relativzahl der roten Sterne mit steigender Parallaxe wächst.

Ein großer Sonnenfleck ist nach Mitteilungen von der kanadischen Sternwarte Toronto auf der Sonnenoberfläche gesehen worden, und es erscheint nunmehr ziemlich sicher, daß das diesmal recht lange anhaltende Minimum der Fleckenhäufigkeit endgültig überwunden sein dürfte.

Der neue veränderliche Stern im „Schwan“, dessen Entdeckung als langperiodischen Algolstern von Dr. *Kritzinger* auf der Sternwarte Bothkamp bei Kiel im 9. Heft der *Naturwissenschaften* S. 212 gemeldet wurde, ist nicht X Cygni selbst, sondern steht dicht neben demselben. Nach Angaben von Dr. *Kritzinger* befindet sich in der Nähe von X Cygni ein vollkommenes Nest von veränderlichen Sternen, wo ein Stern immer den anderen stört.

Über Librationen und Ejektionsbahnen bringen Prof. *Strömberg* und C. *Burrau* (Kopenhagen) eine für die Himmelsmechanik wichtige Untersuchung in Nr. 4721 der *Astronomischen Nachrichten*. Schon in Nr. 14 der Publikationen der Kopenhagener Sternwarte sind die Ergebnisse der von *Strömberg* und *Burrau* ausgeführten Rechnungen über den Zusammenhang zwischen Librationen und periodischen Ejektionsbahnen niedergelegt worden. Ähnliche, besonders für die Bewegung der Satelliten wichtige Arbeiten liegen unabhängig auch von F. R. *Moulton* vor.

Als Normalwerte für die erdmagnetischen Elemente, gültig für die Hauptstation Potsdam und die Epoche 1914,0 teilt A. *Nippoldt* (Potsdam) im Anschluß an den soeben erschienenen Tätigkeitsbericht des Kgl. Preuß. Meteorologischen Instituts in dem

Märzheft der *Meteorologischen Zeitschrift* folgende Werte mit:

Deklination oder Mißweisung des Nordendes der Magnetnadel: $8^{\circ} 32'$;

Inklination oder Neigung des Nordendes der Nadel unter den Horizont: $66^{\circ} 21'$;

Horizontalintensität der erdmagnetischen Kraft: 0,187 74.

Die Mitteilung dieser neuen gesicherten Werte hat auch für alle astronomisch-magnetischen Ortsbestimmungen, besonders für aeronautische Zwecke, wo schon jetzt die Lage der Isoklinen und Isogonen eine Verwendung findet, ganz besonderes Interesse.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Die Lautsprache auf elektrischem Wege fühlbar zu machen. In einer Arbeit über „Untersuchungen, die Lautsprache auf elektrischem Wege fühlbar zu machen“ nimmt der Taubstummenlehrer *Rudolf Lindner* ein interessantes Problem in Angriff. (*Berichte über die Verhandlungen der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wissensch.* 65. Bd. I, pag. 82, 1913.) Bei vielen taubstummen Kindern ist die Stummheit nur eine Folge der Taubheit. In den Taubstummenanstalten sucht der Lehrer diesen Kindern, die über normale Sprechwerkzeuge verfügen, dadurch das Sprechen zu lehren, daß er sie möglichst genau die Sprechbewegungen absehen oder abtasten läßt — was am Kehlkopf oder der Brust des Lehrers möglich ist. Vor dem Spiegel sucht dann der Schüler dieselben Mundstellungen einzunehmen, dieselben Bewegungen mit Lippe und Zunge zu machen und mit der Hand am Kehlkopf tastend, dieselben Vibrationen zu erzeugen. Bei diesem Unterricht kann man den Taubstummen die Artikulation recht gut lehren; dagegen fehlen Sprechmelodie, Betonung und Rhythmus in ihrer Sprache vollkommen. Gerade daraus erklärt es sich, daß das Sprechen derartiger Kinder eigentlich nur dem Lehrer verständlich ist. Überdies ist dieser Unterricht außerordentlich zeitraubend, da nur jeweils ein Schüler seine Hand am Kehlkopf des Lehrers haben kann. Der Klassenunterricht ist für diese Lehrweise daher vollkommen ausgeschlossen.

Lindner will den Gefühlssinn des Schülers auch im Klassenunterricht ausnützen und stellt sich die Aufgabe, die durch die Sprechbewegungen erzeugten Schallwellen durch Mikrophone auf taube Schüler zu übertragen. Bei der ersten dazu benutzten Versuchsanordnung wurde der Strom des Mikrophons, in das hineingesprochen wurde, in die Sekundärspule eines kleinen Induktors geschickt und die dabei induzierten höher gespannten Sekundärströme wurden auf die Finger des Schülers zur Wirkung gebracht, wo sie je nach der Art des Lautes ein Gefühl verschiedener Art hervorrufen. Ein zweites Mikrophon wurde am Kehlkopf des Lehrers angelegt und der so modifizierte Strom in gleicher Weise auf den Schüler übertragen.

Der praktischen Verwendung des Apparates standen aber folgende Mängel entgegen: Ein Kugellörnermikrophon darf auf die Dauer nicht mit mehr als 100 Milliampere belastet werden. Diese Stromstärke genügt aber nur für 4 bis 5 Versuchspersonen. Die Form der Elektroden, die dem Schüler an den Fingern befestigt wurden, machte es schwierig, den Strom gleichmäßig auf die Versuchspersonen zu übertragen. Zu-

gleich stellten sich recht erhebliche individuelle Unterschiede in der Empfindlichkeit für elektrische Ströme heraus. Ferner wurden die am Kehlkopf angelegten 75 Gramm schweren Mikrophone auf die Dauer beim Tragen sehr unbequem. Überdies sind Tonhöhenunterschiede und die Zischlaute auch durch diesen Apparat nicht fühlbar zu machen. Der Verfasser hat in der vorliegenden Arbeit versucht, diese Mängel abzustellen.

Zunächst versuchte er, das am Kehlkopf angelegte Mikrophon durch ein bequemes, gleichwirkendes zu ersetzen. Die gewöhnlichen Mikrophone waren dazu alle zu schwer. Daher wurden mit dem Gentillischen Vibrator Versuche gemacht, einem Mikrophon, das im wesentlichen aus einem zweiarmigen Hebel aus Metalldraht besteht, auf dessen einem Ende ein Platinblättchen lose gegen einen festen Kohlestift aufliegt. Beim Sprechen ändert sich der Druck dieses Kontaktes und damit die durch ihn gehende Stromstärke. Der Vibrator wurde auf einem Klemmergestell so befestigt, daß er beim Tragen an einer Nasenspitze anlag. Die Versuche mit ihm zeigten, daß er zwar bequem vom Lehrer zu tragen sei, daß er dagegen nicht alle Schwingungen der Stimmbänder wiedergibt, sondern eben nur die Schwingungen der Nasenwand.

Ein wirklich brauchbares Resultat gab nach mannigfachen Vorversuchen ein einkontaktiges Mikrophon mit großer Membran. Zu seiner Herstellung wurde eine große Kiste von dem Maßstabe 60 : 60 : 100 cm, auf einer Seite mit einer großen Papiermembran bespannt, während die gegenüberliegende Seite offen blieb. In der Mitte der Membran wurde ein Platinstückchen befestigt, das sich lose gegen ein festes Kohlestäbchen legte. Man erhält so bei lautem Sprechen in 20 bis 30 cm Entfernungen Stromschwankungen von 30—60 Milliampere. (Hält man in die Nähe dieses Mikrophons ein von den Stromschwankungen durchflossenes Telephon, so tönt das Telephon bis zu einer Entfernung von 30—35 cm von selbst weiter, wenn es mit seiner Öffnung gegen die Membran gerichtet wird. Es ist das eine Anordnung, die in gewisser Weise dem elektrischen Hammer entspricht und die Empfindlichkeit des Kontaktes erweist.)

Derartige Mikrophone wurden im weiteren Verlauf der Untersuchung für den praktischen Taubstummenunterricht in folgender Weise umgeändert. Es fällt den Taubstummen außerordentlich schwer, beim Sprechen dieselbe Tonhöhe beizubehalten. Man versucht daher mit Hilfe der erwähnten elektrischen Methode dem Schüler den Tonhöhenbegriff fühlbar zu machen und ihn zum Sprechen in einer Tonhöhe anzuhalten. Dazu wurden drei Membranmikrophone gebaut und jede ihrer Membranen auf einen bestimmten Ton abgestimmt. Der Schüler spricht dann gegen diese Membranen und hat sein Sprechen so einzurichten, daß er nur das Mitschwingen der einen Membran mit Hilfe des Sekundär-Induktorstromes fühlt; dann kann er sicher sein, in einer Tonhöhe zu sprechen. Es gelang besonders gut, diese Abstimmung bei Kindertrommeln als Kontaktmembranen herzustellen. Es wurde in ähnlicher Weise versucht, den Schülern auch die Zischlaute fühlbar zu machen. Die Versuche darüber sind noch im Gange.

Die vorliegende Arbeit berichtet nur über den physikalischen Teil der Sache und nicht über Erfahrungen im Unterricht an Schülern. Da die Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften dem Verfasser einen namhaften Beitrag zur Fortsetzung seiner Versuche zur Verfügung gestellt hat, werden wir noch über weitere Versuche zu hören bekommen.

P. Ig.

Untersuchung des Branntweins auf Methylalkohol.

Nach den vor einigen Jahren in Berlin vorgekommenen Todesfällen infolge des Genusses Methylalkohol enthaltenden Branntweins waren von der *Kaiserlich Technischen Prüfungsstelle* vergleichende Prüfungen der verschiedenen Verfahren zur Ermittlung eines Methylalkoholzusatzes zum Branntwein vorgenommen worden. Das bereits durch *Rundverfügung* vom 31. März 1911 seitens des *Finanzministers* mitgeteilte zweckmäßigste Verfahren ist durch eine neue Verfügung vom 18. Juli 1913 verbessert worden. Enthält der Trinkbranntwein aromatische Bestandteile, so sind diese zunächst aus 100 ccm durch Aussalzen zu entfernen. Hierauf ist die entstandene Salzlösung zu destillieren, bis 10 ccm übergegangen sind. Enthält der Branntwein Extraktstoffe, so werden in gleicher Weise 100 ccm destilliert. Die eigentliche Untersuchung auf Methylalkohol erfolgt nun durch vorsichtiges Destillieren von 10 ccm des oben erhaltenen Destillates, bzw. bei von aromatischen und Extraktstoffen freien Proben von 10 ccm eben dieser Probe, bis 1 ccm übergegangen ist. Hierbei dient ein 75 cm langes zweimal gebogenes Glasrohr als Kühler. Das Destillat wird mit 4 ccm 20 proz. Schwefelsäure vermischt und hierzu 1 g Kaliumpermanganatpulver unter Kühlung vorsichtig eingetragen. Nach dem Verschwinden der Violettfärbung wird durch ein trockenes Filter filtriert, worauf das rötliche Filtrat durch schwache Anwärmung entfärbt wird. 1 ccm desselben wird unter Kühlung mit 5 ccm konzentrierter Schwefelsäure vermischt, worauf 2,5 ccm einer frisch bereiteten Lösung von 0,2 g Morphinsulfat in 10 ccm konzentrierter Schwefelsäure zugegeben werden. Nach Durchrühren tritt spätestens nach 20 Minuten bei Anwesenheit von Methylalkohol eine violette Färbung, sonst nur eine schmutzige Färbung ein. Eine später eintretende oder nur ganz schwach violette Färbung beweist die Anwesenheit von Methylalkohol nicht. —2.

Die Berechnung der Abweichungen einer Zahlenreihe von ihrem Mittel kommt bei wissenschaftlichen Untersuchungen in der Physik, Chemie, Technik usw. so häufig vor, daß ein einfaches Verfahren dieser Art in weiteren Kreisen Beachtung verdient. Es wird von *A. Boltzmann* derart beschrieben, daß die Rechenmaschine Optima hierbei zu verwenden ist, kann aber offenbar leicht auch mit anderen ähnlichen Maschinen ausgeführt werden. Die Optima besteht im wesentlichen aus zwei konzentrischen mit den Zahlen 1 bis 100 am Umfang versehenen Kreisringen, deren äußerer festliegt, während der innere in jenem drehbar ist. Ein von der Mitte nach außen brückenartig gelegter Blechstreifen gestattet durch eine Aussparung hindurch die Beobachtung der darunter liegenden Nummer des inneren Kreisringes und bildet in der Verlängerung des unteren Randes der Zahl 0 des äußeren Kreisringes einen Anschlag. Das Addieren zweiziffriger Zahlen wird nun einfach so ausgeführt, daß man, nachdem der innere Ring auf 0 eingestellt ist, ihn mit einem Griffel an der Stelle ergreift, wo sich der erste Summand befindet (zu welchem Zweck der Ringrand Einkerbungen besitzt), und ihn, der Zahlenordnung entgegengesetzt, dreht, bis der Griffel am Anschlag anstößt. In diesem Augenblick wird der Summand in der Aussparung sichtbar. Jetzt wird der Griffel in die Einkerbung gesetzt, welche dem, am äußeren Ring abgelesenen, zweiten Summanden gegenübersteht,

gedreht usw. Die Summe erscheint jetzt wieder in der Aussparung; erreicht sie 100, so erscheint durch die Wirkung eines Zahnrades eine 1 neben den beiden Stellen, welche vom inneren Ring abgelesen werden, entsprechend bei größeren Summen auch eine Tausenderstelle.

Die Berechnung der Abweichungen vom Mittel dreistelliger Zahlen geschieht nun so, daß man die beiden Stellen des Mittels, welche den beiden untersten Stellen der zu berechnenden Abweichungen entsprechen, auf dem inneren Kreisring aufsucht und daneben den Griffel einsteckt. Man sucht nun auf dem äußeren Kreisring die entsprechenden beiden Stellen der Zahl, deren Abweichung vom Mittel zu bestimmen ist, und dreht den inneren Kreisring bis hierher. Ist die Abweichung positiv, so ist die Differenz auf dem äußeren Ringe die der Zahl 0 des inneren Ringes gegenüberstehende Zahl, im anderen Falle kann diese Abweichung in der Aussparung abgelesen werden. Bei einer längeren Reihe von Beobachtungen wird diese Methode zur raschen Ermittlung von Abweichungen nicht wenig beitragen. Eine Übertragung auf andere Additionsmaschinen von Fall zu Fall wird dem Praktiker, wie schon erwähnt, leicht fallen. (*Zeitschrift für Instrumentenkunde* 1914, 1, p. 187.) —2.

Der englische Physiker *Sir R. J. Strutt* hat im Jahre 1911 eine interessante Modifikation des Stickstoffes, den sogenannten **aktiven Stickstoff** entdeckt. Derselbe bildet sich, wenn man auf Stickstoff die starke Entladung eines durch eine Leydener Flasche verstärkten Induktors einwirken läßt. Man bemerkt hierbei eine goldgelbe Leuchterscheinung, die auch nach Ausschaltung der Entladung weiter bestehen bleibt. Dieses Nachleuchten, das schon seit langem bekannt ist, steht nach *Strutt* im engsten Zusammenhang mit dem Übergang der aktivierten Stickstoffmoleküle in gewöhnliche. In jüngster Zeit wurde die Existenz dieses aktiven Stickstoffes von *E. Tiede* und *E. Domcke* bestritten. (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 17, 4095, 1913.) Diese beiden Forscher kamen auf Grund ihrer äußerst exakt angestellten Versuche zu dem Ergebnisse, daß das Nachleuchten durch Spuren dem Stickstoffe beigemengten Sauerstoffes bedingt ist. Wenn man peinlichst dafür Sorge trägt, den Sauerstoff durch geeignete Absorptionsmittel zu entfernen, so kann man das Nachleuchten fast ganz zum Verschwinden bringen. Das Nachleuchten ist also kein Beweis für aktiven Stickstoff, sondern eine ungemein empfindliche Reaktion auf spurenweisen, im Stickstoff enthaltenen Sauerstoff. *O. F.*

In der Kolloidzeitschrift (*Sabbatani* XIV, 29, 1914) erschien eine Arbeit über die **Darstellung von kolloider Kohle auf chemischem Wege**. Kolloide Kohle entsteht bei der Einwirkung von reiner Schwefelsäure auf Zucker. Je nach der Dauer der Reaktion erhält man die Kohle entweder als Sol von verschiedenen Dispersitätsgraden oder als Gel. Die Lösung von kolloider Kohle ist ganz klar, tiefschwarz und von hoher Stabilität. Bei der elektrischen Kathaphorese erweisen sich die dispersen Teilchen als elektronegat. Gelatinöse Kohle bildet sich, wenn man Zucker mit Schwefelsäure sieben bis neun Tage in Berührung läßt. Dieselbe stellt eine weiche, gelatinöse, beim geringsten Stoße erzitternde Masse dar, welche beim Eintrocknen äußerst hart, muschelbrüchig und schwer pulverisierbar wird. *O. F.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
MAY 15 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 18.

1. Mai 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Radioelemente und das periodische System.
Von *Privatdozent Dr. K. Fajans, Karlsruhe i. B.*
S. 429.

Die Lehre Abderhaldens von den Abwehrfermenten.
Von *Dr. F. Sioli, Bonn.* S. 434.

Die Zisternen der Bromeliaceen. Von *Dr. F. Moewes,*
Berlin. S. 436.

Die Körpermessung und das Fingerabdruck-
verfahren als Identifizierungsverfahren. Von
Kriminal-Inspektor Wehn, Berlin. S. 439.

Die Reinigung gewerblicher Abwässer. Von
Dr. Hartwig Klut, Berlin-Dahlem. (Schluß.) S. 414.
Besprechungen. S. 448.

Astronomische Mitteilungen. S. 450.

Kleine Mitteilungen S. 451.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums.

Für Anthropologen, Physiologen, Anatomen und Ärzte

dargestellt von

Privatdozent **Dr. Hans Friedenthal**
Nikolassee

Mit 3 Tafeln und 34 Textabbildungen

Preis M. 8.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wollen man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.- für den Jahrgang, M. 6.- für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Kurse für Meeresforschung an der Zoologischen Station Rovigno (Adria)

Das Institut für Meereskunde veranstaltet in der Zeit vom 9. bis 22. August 1914 einen Kurs für Meeresforschung an der Zoologischen Station in Rovigno. Dieser Kurs bezweckt die Einführung in die Beobachtungs- und Arbeitsmethoden der Hydrographie und Hydrobiologie, Er wird Demonstrationen und Übungen im Laboratorium und Arbeiten in der Natur umfassen. Letztere zerfallen in Küstenstudien und Ausfahrten auf das Meer.

Der Kurs gliedert sich in eine **hydrographische Abteilung**, die der Abteilungsvorsteher am Institut für Meereskunde und a. o. Professor an der Universität Berlin, Dr. Alfred Merz, leiten wird, und in eine **hydrobiologische Abteilung** unter der Leitung des Kustos am Institut für Meereskunde und Direktors der Zoologischen Station in Rovigno, Dr. Thilo Krumbach.

Gesuche um Zulassung zum Kurse sind bis zum 20. Juli d. J. an die Direktion des Instituts für Meereskunde zu richten. Die Anmeldung soll die Angabe enthalten, ob die Teilnahme an beiden Abteilungen oder nur an einer derselben erwünscht ist. Der Kurs ist unentgeltlich, doch sind für den Verbrauch an Chemikalien etc. 20 Mark zu entrichten. Dieser Betrag ist bis zum 1. August d. Js. beim Institut für Meereskunde einzuzahlen.

Nähere Mitteilungen über Wohnungsverhältnisse und Verpflegung erteilt auf Wunsch das Hotel in Rovigno, das für 6 Kronen (= 5 Mark) den Tag volle Pension geben wird.

Penck

Direktor des Instituts für Meereskunde.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

1. Mai 1914.

Heft 18.

Die Radioelemente und das periodische System¹⁾.

Von Privatdozent Dr. K. Fajans, Karlsruhe i. B.

1. Einleitung.

Das von Mendeleeff und von Lothar Meyer aufgestellte periodische System der Elemente gehört unzweifelhaft zu den wichtigsten Errungenschaften der modernen theoretischen Chemie. Nicht nur spielte es vom Augenblick seiner Aufstellung eine fundamentale Rolle als Grundlage der Systematik chemischer Elemente, sondern seine hohe Bedeutung lag auch darin, daß es sehr überzeugend zeigte, daß zwischen den vielen chemischen Elementen nahe Beziehungen bestehen müssen. Es stellte dadurch die Wissenschaft vor ein Problem von großem Reiz, die Natur dieser Beziehungen zu ergründen. Aber nur langsam schritt die Forschung in dieser Richtung vorwärts, und als ein einigermaßen sicheres Resultat konnte man vor kurzem nur die Erkenntnis ansehen, daß wohl allen Elementen dieselbe Urmaterie — die Elektrizität — zugrunde liegt. Wie für so viele Fragen der neueren Physik lieferte auch für dieses chemische Problem die Radioaktivität ganz neue Gesichtspunkte, die sich geradezu von selbst ergaben, als es am Anfange des Jahres 1913 gelang, die Radioelemente in das periodische System einzureihen.

Zunächst schienen zwar die Radioelemente zu den Schwierigkeiten, mit denen das periodische System in den Fällen des Jods und Tellurs, des Kaliums und Argons und der seltenen Erden zu kämpfen hatte, eine neue hinzuzufügen: das Studium der radioaktiven Vorgänge führte nämlich zur Entdeckung von nicht weniger als ca. 30 neuen Elementen, denen allen unmöglich im System eigene Plätze zugeordnet werden konnten. Das Folgende wird das näher erläutern.

2. Die radioaktiven Elemente.

Als Herr und Frau Curie das Radium entdeckten, konnten sie bald nachweisen, daß es in seinen chemischen Eigenschaften weitgehend dem Barium gleicht, und daß es deshalb in dieselbe Gruppe wie dieses im periodischen System gehört. Die Isolierung der reinen Radiumsalze und die Bestimmung des Atomgewichtes des Radiums ergab den Wert 226, mit welchem dieses neue Element sehr gut in die damals freie Stelle in der zweiten Gruppe der letzten Horizontalreihe des periodischen Systems paßte. In chemischer

Hinsicht bietet also das Radium nichts Neues, und das große Aufsehen, das es erregte, rührt bekanntlich nicht von seinen chemischen, sondern von seinen radioaktiven Eigenschaften her.

Das Radium und die übrigen radioaktiven Elemente emittieren ganz neuartige Strahlen, welche z. B. die Fähigkeit haben, die Luft zum Leiter der Elektrizität zu machen, auf die photographische Platte wirken und physiologische Wirkungen ausüben, die in der heutigen Medizin schon eine sehr große Rolle spielen. Das Dunkel, das diese am Radium vor sich gehenden Erscheinungen mehrere Jahre nach seiner Entdeckung umhüllte, wurde aufgehellt durch die glänzenden Arbeiten von Rutherford, der die außerordentlich kühne Idee ausgesprochen hat, daß radioaktive Elemente einer spontanen Umwandlung unterliegen. Es ist nicht oft einer so bahnbrechenden Idee beschieden gewesen, so schnelle allgemeine Anerkennung zu finden, wie dies bei der Umwandlungstheorie der radioaktiven Elemente der Fall war. Heute nach 10 Jahren ist diese Idee keine Hypothese mehr, sondern es ist durch viele Versuche endgültig bewiesen, daß das Radium und die übrigen radioaktiven Elemente sich in einem Umwandlungsprozeß befinden. Man weiß heute, daß von einer bestimmten Menge von Radiumatomen in einer gewissen Zeit ein ganz bestimmter Bruchteil umgewandelt wird. Das Radiumatom zerfällt, und zwar in zwei sehr ungleiche Bruchstücke. Es schleudert im Augenblick seiner Umwandlung ein Heliumatom aus, dessen Atomgewicht bekanntlich 4,0 ist, und es bleibt dabei ein Atom eines neuen Elementes zurück, nämlich ein Atom der wegen ihrer medizinischen Bedeutung wohl bekannten Radiumemanation. Die Radiumemanation ist ein wirkliches, bei gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Druck gasförmiges Element, hat ein bestimmtes Spektrum, und in ihrem chemischen Verhalten erinnert sie vollkommen an die von Ramsay entdeckten Edelgase Helium, Neon, Argon, Krypton, Xenon, indem sie wie diese mit keinem anderen Element chemische Verbindungen eingeht. Die Ermittlung des Atomgewichtes der Emanation (222) durch Bestimmung ihrer Dichte unter Annahme der Einatomigkeit der Emanation, hat ergeben, daß ihr die in der Gruppe der Edelgase noch freie Stelle in der letzten Horizontalreihe des periodischen Systems zukommt.

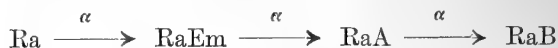
Die Radiumemanation ist nun selbst ein sehr instabiles Element. Sie zerfällt ähnlich dem Radium und gibt dabei wiederum Helium ab, wie das zuerst in den bekannten klassischen Versuchen von Ramsay und Soddy nachgewiesen

¹⁾ Bearbeitet nach einem in der Breslauer chemischen Gesellschaft am 4. Juli 1913 gehaltenen Vortrag.

wurde. Es ist von großem Interesse, hier zu bemerken, daß das bei diesen radioaktiven Umwandlungen abgespaltene Heliumatom mit Geschwindigkeiten, die bis 20 000 km in der Sekunde betragen, aus dem zerfallenden Atom ausgeschleudert wird, und daß es dabei immer eine positive Ladung trägt, die zweimal so groß ist, wie die kleinste überhaupt vorkommende elektrische Ladung, die des sogenannten elektrischen Elementarquantums. In dieser Form hat nun das Heliumatom, oder das α -Teilchen, wie es genannt wird, die Fähigkeit, die Wirkungen auszuüben, die man bei radioaktiven Körpern findet, und ein Schwarm solcher α -Teilchen bildet die α -Strahlen der radioaktiven Substanzen. Wenn man nun Radiumemanation in die Nähe eines Elektroskops bringt, so beobachtet man, daß das zuerst geladene Elektroskop entladen wird. Je mehr Emanation man benutzt, um so größer ist die Geschwindigkeit der Entladung. Beobachtet man auf diese Weise eine bestimmte Menge Emanation, so findet man, daß schon nach 3,85 Tagen

liefert, den man Radium A nennt, und der wiederum unter Abgabe von Helium mit der Halbwertszeit von 3 Minuten in ein weiteres neues Element, das Radium B, zerfällt.

So wie wir gesehen haben, daß die vier Elemente: Radium, Radiumemanation, Radium A und Radium B in genetischer Beziehung zueinander stehen, die man durch folgendes Schema andeuten kann:

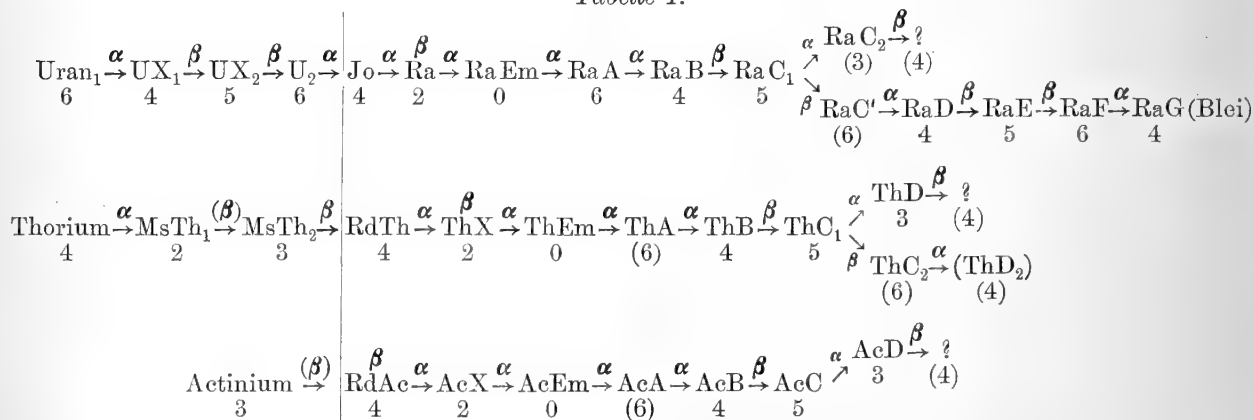


so lassen sich alle bisher bekannten Radioelemente, ausgenommen Kalium und Rubidium, in drei große sogenannte radioaktive Reihen einordnen.

3. Die drei Umwandlungsreihen.

Es sind dies die Uran-Radium-Reihe, die Thorium-Reihe und die Aktinium-Reihe. In jeder dieser Reihen stehen die Elemente zueinander in genetischer Beziehung, indem jedes vorhergehende bei seiner Umwandlung das nachfolgende liefert.

Tabelle 1.



die ursprüngliche Menge auf die Hälfte gefallen ist, nach 7,7 Tagen findet man nur noch ein Viertel und so weiter. Man sagt, die Radiumemanation hat eine Halbwertszeit von 3,85 Tagen. Das Radium ist ein viel stabileres Element; durch indirekte Methoden konnte man aber feststellen, daß seine Halbwertszeit ca. 1800 Jahre beträgt.

Diese Zerfallsgeschwindigkeit eines radioaktiven Elementes ist vollkommen unabhängig von allen physikalischen und chemischen Einflüssen, und sie ist so charakteristisch für das betreffende Element, daß man es für ein genügendes Kriterium für das Auffinden eines neuen radioaktiven Elementes hält, wenn man eine Aktivität findet, die mit einer neuen, vorher nicht beobachteten Geschwindigkeit abfällt. Durch diese und ähnliche Methoden hat man nun die meisten radioaktiven Elemente entdeckt, und man kennt heute nicht weniger als 35, von denen die allermeisten allerdings so kurzlebig sind, daß es ganz unmöglich ist, sie in reinem Zustande zu isolieren. So weiß man z. B., daß die Radiumemanation nach ihrem Zerfall einen festen Körper

Die Uran-Radiumreihe führt von dem bekannten Element Uran nach einigen Umwandlungen zum Radium; wie wir gesehen haben, zerfällt dieses weiter und führt nach einer größeren Zahl von Umwandlungen zu dem Element Polonium (RaF), das seinerzeit ein großes Interesse beanspruchte, weil es das erste von Madame Curie entdeckte neue radioaktive Element war. Dessen Umwandlung liefert, wie man mit Sicherheit annehmen darf, das Element Blei, und hier scheint die Reihe der Umwandlungen abzubrechen, da es bis jetzt nicht gelungen ist, beim Blei eine weitere Umwandlung nachzuweisen.

Die Umwandlung des Thoriums führt zunächst zu den in der Medizin gut bekannten Elementen Mesothorium, Radiothorium und Thorium X, welches letztere seinerseits eine der Radiumemanation sehr ähnliche, aber noch viel kurzlebigere Emanation liefert, und dann nach einer Reihe von Umwandlungen, die denen der Radium-Reihe weitgehend entsprechen, bricht die Thorium-Reihe ab. Bis vor kurzem hatte man keine Anhaltspunkte dafür, welcher Art die stabilen Produkte sind, zu denen sie führt.

Das Ausgangselement der Aktiniumreihe ist bis jetzt in reinem Zustande nicht isoliert worden. Die Umwandlungen dieser Reihe sind denen der anderen ganz analog, und über die Endprodukte gilt dasselbe, was für die Thoriumreihe gesagt ist. Es muß noch erwähnt werden, daß die Aktiniumreihe höchstwahrscheinlich mit der Uranreihe im genetischen Verhältnis steht, wovon noch später die Rede sein wird.

Alle diese vielen Umwandlungen lassen sich in zwei Gruppen einteilen. Die eine Art haben wir schon kennen gelernt, sie beruht auf der Spaltung des Atoms in das nächste Atom der Reihe, und ein Heliumatom, das in Form eines α -Teilchens ausgeschleudert wird. Man nennt diese Umwandlungen α -Strahlenumwandlungen, und die Elemente, die ihnen unterliegen, α -Strahler. Die andere Art von Umwandlungen sind die sogenannten β -Strahlenumwandlungen, bei denen die β -Strahlen, d. h. sehr schnell bewegte (Geschwindigkeiten bis zu der des Lichtes) negative Elektronen ausgeschleudert werden. Die Buchstaben α und β über den Pfeilen, die die Umwandlungen der betr. Elemente andeuten, zeigen die Art der Umwandlung an¹⁾.

Bei zwei Umwandlungen, nämlich beim Aktinium und beim Mesothorium 1, wurden überhaupt keine Strahlen nachgewiesen. Es ist aber wahrscheinlich, daß hier sehr weiche (wenig durchdringende) β -Strahlen vorliegen, deren Auffinden auf gewisse Schwierigkeiten stößt. Wie man aus der Tabelle auch sieht, scheinen in drei Fällen, nämlich bei Radium, Thorium X und Radioaktinium, beide Arten von Strahlen emittiert zu werden. Es ist aber möglich, daß die betr. Umwandlungen von komplizierterer Natur sind als die bisher besprochenen. Wir kennen nämlich Fälle, wo ein Element zwei verschiedenen Umwandlungen unterliegt. Solche Fälle sehen wir beim Radium C₁ und Thorium C₁. Ein Teil der Atome dieser Elemente unterliegt α -Strahlenumwandlungen, wobei die β -Strahler Radium C₂ und Thorium D entstehen; die übrigen Atome erleiden β -Strahlenumwandlungen, welche zu den α -Strahlern Radium C' und Thorium C₂ führen. Die radioaktiven Reihen zeigen also bei diesen Elementen eine Verzweigung. Sehr interessant sind die bei diesen Verzweigungen auftretenden quantitativen Verhältnisse. Beim Thorium C₁ erleiden 35 % aller Atome die α -Strahlenumwandlung, die übrigen 65 % die β -Strahlenumwandlung. Beim Radium C₁ wandeln sich beinahe alle Atome mit Aussendung von β -Strahlen um und nur ca. 3 von 10 000 erleiden die α -Strahlenumwandlung. Es ist wahrscheinlich, daß auch das Aktinium C außer der bekannten α -Umwandlung auch einer β -Umwandlung unterliegt; hier ist aber die α -Strahlenumwandlung im Gegensatz zum Radium C₁ die stark begünstigte.

Das von G. Antonoff¹⁾ gefundene Element Uran Y stellt auch ein Abzweigungsprodukt am Anfange der Uranreihe vor. Es findet sich in der Tabelle 1 nicht verzeichnet, weil die diesbezüglichen Verhältnisse noch nicht vollkommen aufgeklärt sind.

Der genetische Zusammenhang der Aktiniumreihe mit der Uranreihe besteht wahrscheinlich auch in einer derartigen Abzweigung der ersteren Reihe von der zweiten. Man weiß aber noch nicht, an welcher Stelle der Uranreihe diese Abzweigung stattfindet.

4. Die Atomgewichte der Radioelemente.

Um nun verständlich zu machen, weshalb die Einreihung aller dieser Radioelemente in das periodische System auf Schwierigkeiten stieß, wollen wir nach ihren Atomgewichten fragen. Die allermeisten Radioelemente sind allerdings wegen ihrer Kurzlebigkeit nur in so außerordentlich kleinen Mengen zugänglich, daß an eine direkte Atomgewichtsbestimmung wenigstens mit den gewöhnlichen chemischen Methoden nicht zu denken ist. In ihren genetischen Beziehungen besitzen wir aber doch einen Weg, um ihre Atomgewichte zu ermitteln. Bei den α -Strahlenumwandlungen wird nämlich ein Heliumatom abgespalten, so daß zu erwarten ist, daß das Atomgewicht des Umwandlungsproduktes um das Atomgewicht des Heliums (4,00) kleiner ist als das seiner direkten Muttersubstanz. Andererseits findet bei β -Strahlenumwandlungen nur der Verlust eines Elektrons statt, dessen Masse $\frac{1}{1800}$ der des Wasserstoffatoms ist. Vom Standpunkte der heute üblichen Vorstellung von der Struktur der Atome, wonach ein nach außen neutrales Atom aus gleichen Mengen positiver und negativer Elektrizität besteht, ist aber anzunehmen, daß sogar diese kleine Atomgewichtsänderung bei β -Strahlenumwandlungen nicht eintritt, daß also das Atomgewicht des Umwandlungsproduktes gleich dem der Muttersubstanz ist.

Zu berücksichtigen wäre noch vielleicht die Änderung der Masse, die nach dem Relativitätsprinzip wegen der Änderung des Energiegehaltes der Atome bei radioaktiven Umwandlungen zu erwarten ist. Wie R. Swinne²⁾ kürzlich berechnet hat, sind aber diese Änderungen so klein, daß sie hier nicht in Betracht kommen.

Auf obige Weise kann man nun die Atomgewichte aller Radioelemente berechnen, die der Uran-Radium- und der Thoriumreihe gehören, weil ja sowohl das Atomgewicht des Urans (238,5) wie das des Thors (232,4) bekannt ist und auch alle Umwandlungen, die in diesen zwei Reihen vorkommen, genau studiert sind. Daß diese Methode jedenfalls in erster Annäherung das richtige Resultat ergibt, folgt daraus, daß man so für das Atomgewicht des Radiums bekommt 238,5 — 12,0

¹⁾ Die meisten β -Strahler emittieren auch noch γ -Strahlen; diese wurden in dem Diagramm nicht angegeben, weil sie für unser Problem unwesentlich sind.

¹⁾ Phil. Mag. 22, 419 (1911), vgl. auch F. Soddy ibid. 27, 215 (1914) und O. Hahn und L. Meitner, Physik. Ztschr. 15, 236 (1914).

²⁾ Physikal. Ztschr. 14, 145 (1913).

= 226,5, also einen Wert, der in der Tat ziemlich nahe mit dem wirklichen, heute dank den schönen Untersuchungen von O. Hönigschmid¹⁾ mit großer Genauigkeit bekannten Atomgewicht des Radiums (225,97) übereinstimmt. Vielleicht ist die Abweichung in einer Ungenauigkeit in der Bestimmung des Atomgewichts des Urans zu suchen.

Das Atomgewicht des Aktiniums ist noch nicht sicher bekannt. Wie wir später noch sehen werden, ist es aber wahrscheinlich, daß es gleich dem des Radiums ist, und wir können dann daraus auch die Atomgewichte aller Produkte der Aktiniumreihe berechnen.

Auf diese Weise ergibt es sich, daß die *Atomgewichte aller dieser 35 Elemente zwischen 238 und 206 liegen*. Wenn man auf die Tabelle des periodischen Systems einen Blick wirft, so bemerkt man, daß für dieses Atomgewichtsintervall die Zahl der in der Tabelle verfügbaren Plätze so klein ist, daß garnicht daran zu denken ist, jedem solchen Element einen eigenen Platz zuzuweisen.

5. Die chemischen Eigenschaften der Radioelemente.

Diese Schwierigkeit fand vor kurzem ihre Aufklärung durch die Erkenntnis, daß wir *in den radioaktiven Methoden ein viel feineres Mittel zur Unterscheidung von Elementen besitzen, als es die chemischen Methoden sind*. Wir wollen zeigen, daß, wenn wir für die Untersuchung der Radioelemente so wie für die übrigen Elemente nur chemische Methoden zur Verfügung hätten, die große Mannigfaltigkeit verschwinden würde und die letzten zwei Reihen des periodischen Systems sich durch nichts von den übrigen unterscheiden würden.

Der gewöhnliche Weg zur Erkennung neuer Elemente beruht ja auf ihrer Isolierung aus Gemischen mit anderen Elementen durch Ausnützung ihres verschiedenen chemischen Verhaltens. In manchen Fällen, wie bei den seltenen Erden, muß man dafür schon sehr feine Unterschiede ausnützen, z. B. die verschiedene Löslichkeit der Salze. Ein außerordentlich wertvolles Mittel zur Auffindung neuer Elemente hat bekanntlich die Spektroskopie geliefert. Jedesmal, wo man ein neues Spektrum beobachtete, gelang es auch durch chemische Methoden seinen Träger, ein neues Element zu isolieren. Und nun kam neuerdings ein weiteres Hilfsmittel hinzu — die Radioaktivität.

Die starke Aktivität der aus Pechblende abgeschiedenen Bariumsalze wies auf die Existenz eines neuen Elementes hin, und durch fraktionierte Kristallisation gelang es ja den Curies daraus die Radiumsalze in reinem Zustande abzuscheiden. Ebenso wurde die Aktivität des Wismuts der Pechblende einem neuen Element Polonium zugeschrieben und auch dieses ließ sich, wenn nicht in ganz reinem Zustande, so doch in

sehr konzentrierter Form von dem Wismut abtrennen. In diesen Fällen kommen also die *radioaktiven Eigenschaften* auch *chemisch neuen Individuen* zu und es waren im periodischen System für diese zwei Elemente freie Plätze vorhanden: für das Radium in der zweiten Gruppe der letzten Horizontalreihe, für das Polonium, wie Marckwald erkannte, die Stelle eines höheren Homologen des Tellurs. In gleicher Weise paßt Aktinium in die dritte Gruppe der letzten Horizontalreihe hinein.

Nun zeigte es sich, daß dieses Verhalten durchaus nicht für alle Radioelemente zutrifft. So ist z. B. das Blei, das man aus Uranminerale abscheidet, immer aktiv und die nähere radioaktive Untersuchung bewies, daß für diese Aktivität das Radium D (eigentlich dessen Umwandlungsprodukte Radium E und Radium F) verantwortlich ist. Man versuchte nun das Radium D vom Blei der Pechblende zu trennen, aber alle Bemühungen waren vollkommen erfolglos: es gibt keine Reaktion, durch die sich Radium D vom Blei unterscheiden würde, und auch die ausgedehntesten Versuche, durch fraktionierte Fällung, Oxydation, Kristallisation oder Verflüchtigung¹⁾ eine Anreicherung von Radium D aus dem Gemisch mit Blei zu erreichen, führten zu völlig negativen Resultaten. *Nach allen Operationen bleibt das Verhältnis des Radiums D zum Blei unverändert. Diese zwei Elemente sind also durch chemische Methoden untrennbar*, und doch stellt ja natürlich das Radium D ein anderes Element als Blei dar: man kann es frei von Blei erhalten durch Zersetzung von Radiumemanation, und wir können es immer durch seine radioaktiven Eigenschaften leicht erkennen.

Ebenso verhält es sich mit Thorium, das aus der Pechblende abgeschieden wird. Es zeigt eine Aktivität, die beinahe um das Millionenfache die Aktivität des gewöhnlichen Thoriums übersteigt; der Träger dieser Aktivität ist Ionium, die Muttersubstanz des Radiums; es gelang aber auch hier nicht das Ionium aus einem Gemisch mit Thorium anzureichern. Auch Mesothorium und Radium stellen zwei Elemente dar, die sich zwar leicht durch ihre radioaktiven Eigenschaften unterscheiden lassen, indessen durch chemische Methoden völlig untrennbar zu sein scheinen. Solche Elemente zeigen somit einen Grad von chemischer Analogie, wie er vor der Entdeckung der Radioaktivität nicht bekannt war. Würde es gelingen, das Radium D, Ionium oder Mesothorium in genügend großen Mengen in reinem Zustande zu isolieren, so würde es ein Chemiker als Blei, Thorium bzw. Radium ansehen, von denen sie durch chemische Methoden nicht unterscheidbar sind. *Nur den radioaktiven Methoden ist es zu verdanken, daß wir überhaupt diese Elemente als neue Individuen kennen gelernt haben.*

¹⁾ Vgl. u. a. F. Paneth und G. v. Hevesy, Wien. Ber. 122 (IIa) 993 (1913).

¹⁾ Wien. Ber. 121, 1973 (1912).

Diese Erscheinung wiederholt sich nun bei den meisten Radioelementen. Die chemische Untersuchung aller Radioelemente, die dazu nicht zu kurzlebig waren, zeigte, daß sie entweder dem Blei, Thallium, Wismut, Radium oder dem Uran in chemischer Hinsicht vollkommen gleichen oder aber, wie z. B. das Aktinium, das Brevium (Uran X_2), das Polonium, chemische Eigenschaften zeigen, die unzweifelhaft beweisen, daß ihnen die vorher noch freien Stellen im periodischen System zukommen. Durch diese Erkenntnis ist aber eine große Schwierigkeit der Einreihung der Radioelemente in das periodische System beseitigt.

6. Die Stellung der Radioelemente im periodischen System.

Das periodische System ist eine Klassifikation der Elemente auf Grund ihrer *chemischen* Eigenschaften, und die Zahl der Stellen, die es aufweist, entspricht der Zahl der *besonderen chemischen* Individuen. Wir müssen deshalb solchen

von mehreren Elementen auf. Es wurde von mir vorgeschlagen¹⁾, einer solchen Gruppe die Bezeichnung *Plejade* beizulegen; die Glieder einer Plejade nennt *Soddy*²⁾ isotopische Elemente oder *Isotopen*.

Bei der bisherigen Betrachtung haben wir nur die chemischen Eigenschaften der Elemente berücksichtigt. Nach der üblichen Auffassung entspricht aber eine Stelle im periodischen System nicht nur einem bestimmten chemischen Typus, sondern auch einem *bestimmten Atomgewicht*, und es galt für die Grundlage des periodischen Systems, daß das Atomgewicht eindeutig die chemischen Eigenschaften eines Elementes bestimmt. Unsere Tabelle 2, in der die Elemente nach fallenden Atomgewichten³⁾ von unten nach oben angeordnet sind, lehrt nun in dieser Hinsicht etwas vollkommen Neues: sie zeigt, daß nicht nur Elemente einer Plejade, die ja vollkommen *gleiches chemisches Verhalten* zeigen, bis um 8 Einheiten *verschiedene Atomgewichte* aufweisen, sondern daß auch Elemente von *gleichem Atomgewicht* wie

Tabelle 2.

Atom- gewicht	0	I	II	III	IV	V	VI	Atom- gewicht
196		Au						196
200			Hg					200
204				Tl — AcD 4.7 Min. ThD 3.1 Min. RaC ₂ 1.4 Min.	Pb — ThD ₂ — RaD 16 J. AcB 86 Min. ThB 10.6 St. RaB 27 Min.	Bi — RaE 5 Tg. AcC 2.1 Min. ThC ₁ 60 Min. RaC ₁ 19.5 Min.		204
208								208
210							RaF 136 Tg.	210
212							ThC ₂ (10 ⁻¹¹ Sek.)	212
214							RaC' (10 ⁻⁶ Sek.)	214
							AcA 0.002 Sek.	
218	AcEm 3.9 Sek. ThEm 53 Sek. RaEm 3.86 Tg.		AcX 11.5 Tg ThX 3.7 Tg. Ra 1800 J. MsTh ₁ 5.5 J.	Ac (80 J.) MsTh ₂ 6.2 St.	RdAc 19.5 Tg. RdTh 2 J. Jo 10 ⁸ J. Th 1.8·10 ¹⁰ J. UX ₁ 24.6 Tg.		ThA 0.14 Sek. RaA 3 Min.	218
222								222
226								226
230								230
234						UX ₂ 1.1 Min.	U ₂ (2·10 ⁶ J.) U ₁ 6·10 ⁹ J.	234
238								238

Elementen, die in *chemischer Hinsicht nicht unterscheidbar sind*, eine *gemeinsame Stelle* im System zuweisen. Es ergibt sich somit, daß trotz der großen Zahl neuer Elemente, die wir dank der Radioaktivität kennen gelernt haben, die Zahl der chemischen Typen nicht größer ist, als es das periodische System zuläßt. Wenn man nun den chemisch untrennbaren Elementen einen gemeinsamen Platz zuweist, ergibt sich die Tabelle 2. Die Zugehörigkeit der allermeisten Elemente zu den betreffenden Gruppen ist experimentell festgestellt worden¹⁾; bei den ganz kurzlebigen Elementen wurde sie auf Grund später noch zu erwähnender Gesetzmäßigkeiten abgeleitet. Die Ziffern, die in der Tabelle 1 unter jedem Element zu sehen sind, beziehen sich auf die Gruppen des periodischen Systems, denen die Elemente angehören, die eingeklammerten sind die abgeleiteten. Wie man sieht, weist fast *jede Stelle* des Systems vom Uran bis Thallium eine *Gruppe*

z. B. Uran 2, Uran X_2 und Uran X_1 einen *vollkommen verschiedenen chemischen Charakter* besitzen. Die so oft diskutierte, als Ausnahme vom periodischen Gesetz geltende Tatsache, daß das in eine höhere (siebente) Gruppe gehörende Jod ein kleineres Atomgewicht hat als das einer niedrigeren (sechsten) Gruppe gehörende Tellur, ergibt sich in den untersten zwei Reihen des periodischen Systems von Uran bis Thallium als eine oft wiederkehrende Erscheinung. So ist das Atomgewicht des in die Bleiplejade gehörenden Radium B um sechs Einheiten größer als das des Wismuts der fünften Gruppe.

Trotz dieser ganz neuartigen, überaus wichtigen Tatsache läßt sich der Zusammenhang der letzten zwei Reihen des Systems mit den übrigen herstellen, wenn wir uns erinnern, daß wir unsere

¹⁾ Ber. d. D. Phys. Ges. 15, 240 (1913).

²⁾ The Chemistry of the Radio-Elements, II. part, London 1914.

³⁾ Der Einfachheit halber sind die Atomgewichte auf ganze Zahlen abgerundet.

¹⁾ Vgl. besonders A. Fleck, Journ. Chem. Soc. 103, 381, 1052 (1913).

Kenntnisse der anderen Teile des Systems nur chemischen Methoden verdanken. Wir müssen also fragen, welche Atomgewichte wir den uns chemisch als einheitliche Elemente erscheinenden Plejaden zuschreiben würden, wenn wir auch hier nur chemische Methoden zur Verfügung hätten. Wir würden dann auch hier ein solches Element aus den Mineralien abscheiden und das Atomgewicht experimentell bestimmen. Wir würden einen Mittelwert bekommen. Auf diesen Mittelwert würden natürlich die verschiedenen Elemente des Gemisches einen verschiedenen Einfluß ausüben, je nach den relativen Mengen, in denen die einzelnen Bestandteile das Gemisch zusammensetzen. Es ist nun leicht einzusehen, daß ein Element in um so kleineren Mengen vorkommt, je kurzlebiger es ist. *Die Beeinflussung des mittleren Atomgewichts durch die einzelnen Komponenten hängt also von deren Lebensdauer ab.* Ist eines von den Elementen einer Plejade viel langlebiger wie die anderen, und das trifft in der Tat für alle bekannten Plejaden zu (die Halbwertszeiten der Elemente sind in der Tabelle 2 angegeben), so kann man, ohne einen wesentlichen Fehler zu begehen, sein Atomgewicht als das in das allgemeine periodische System passende ansehen. Wenn wir auf diese Weise verfahren, so bekommen wir für die mittleren Atomgewichte der Plejaden Werte, welche den in der Tabelle 2 fett gedruckten Elementen gehören, und man sieht, daß das *Atomgewicht von rechts nach links regelmäßig abnimmt*, so wie in den übrigen Reihen des periodischen Systems; es verschwindet somit auf diese Weise vollkommen die wirkliche Unregelmäßigkeit der Atomgewichte, die die vielen Elemente verursachen. Also auch in dieser Hinsicht erhalten wir eine vollkommene Anpassung an die Tabelle des periodischen Systems.

Die volle Klarheit über die Stellung der Radioelemente im periodischen System ist erst am Anfang des vorigen Jahres erzielt worden, und zwar durch die unabhängigen Arbeiten von A. Russell¹⁾ und vom Verfasser²⁾ und die etwas später erschienene Abhandlung von F. Soddy³⁾. Historisch verdient es aber erwähnt zu werden, daß schon im Jahre 1909 D. Strömholm und The Svedberg⁴⁾ den richtigen Weg zur Lösung dieses Problems angedeutet haben, indem sie erkannten, daß Thorium X und Aktinium X dem Radium vollkommen auch in quantitativer Hinsicht gleichen und ihnen die gleiche Stelle im periodischen System mit diesem zuwiesen. Soddy schloß sich⁵⁾ dieser Auffassung an und behandelte von diesem Standpunkt die in mehreren Fällen festgestellte Untrennbarkeit der Radioelemente voneinander und von gewöhnlichen Elementen⁶⁾. Die angegebene Tabelle 2 ist vom

Verfasser und dann von Soddy inhaltlich identisch, der Form nach etwas verschieden aufgestellt worden.

(Schluß folgt.)

Die Lehre Abderhaldens von den Abwehrfermenten.

Von Dr. F. Sioli, Bonn,

Oberarzt der Prov.-Heil- und Pflegeanstalt.

Die Abderhaldenschen Forschungen¹⁾ über die Abwehrfermente des tierischen Organismus haben in breiten Kreisen eine außerordentliche Beachtung gefunden, so daß es angebracht erscheint, an dieser Stelle die Lehre Abderhaldens und einiges ihrer Ergebnisse kurz zu skizzieren.

Es handelt sich um das Verhalten des Organismus beim Eintritt eines von Abderhalden treffend „blutfremden“ oder „plasmafremden“ genannten Materials in die Blutbahn.

Abderhalden geht aus von den Vorgängen der Verdauung; dabei werden dem Organismus körperfremde Nahrungsstoffe gereicht, die Verdauung bezweckt, diese in körpereigene zu verwandeln; das wird bewirkt durch die Fermente des Verdauungskanals und seiner Anhangsapparate. Erst nachdem durch diese Fermente die Nahrungsstoffe soweit verändert sind, daß sie blut- resp. plasmaeigen geworden sind, werden sie in das Blutplasma aufgenommen und als ein passendes und konstantes Gemisch den Körperzellen zugeführt.

Wird nun einem Organismus mit Umgehung des gewohnten Weges des Darmkanals ein fremder, nicht ohne weiteres ausscheidbarer Nahrungsstoff unmittelbar in die Blutbahn gebracht (parenterale Zufuhr), so treten im Blut Fermente auf, die den Stoff abzubauen vermögen und so die versäumte Verwandlung des körperfremden Stoffes in einen körpereigenen nachholen (Versuche von Weinland, Abderhalden u. a. mit parenteraler Zufuhr von Rohrzucker, Proteinen und Fettstoffen). Diese Fermente wurden von Abderhalden anfänglich mit dem von Heilner gegebenen Namen Schutzfermente, später Abwehrfermente bezeichnet. Der Vorgang entspricht im Prinzip der Antikörperbildung bei Zuführung von Infektionserregern und anderem körperfremden Material.

Die Zellen und Organe des tierischen Körpers haben ihren spezifischen Bau mit besonderen Funktionen und einem besonderen Stoffwechsel; sie müssen imstande sein, aus dem gleichartigen Gemisch des Blutes, das ihnen an sich noch zellfremd resp. organfremd ist, die ihnen passenden Stoffe zu entnehmen und zu zelleigenen resp. organeigenen zu machen. Die Organe selbst sind alsdann blutfremd resp. plasmafremd gewor-

¹⁾ Chem. News 107, 49 (1913).

²⁾ K. Fajans, Physikal. Ztschr. 14, 131 u. 136 (1913).

³⁾ Chem. News. 107, 97 (1913).

⁴⁾ Z. f. anorg. Ch. 61, 338; 63, 197 (1909).

⁵⁾ Journ. Chem. Soc. 99, 72 (1911).

⁶⁾ Chemie d. Radioelemente, 1911.

¹⁾ Emil Abderhalden, Schutzfermente des tierischen Organismus 1912, 2. und 3. Auflage Abwehrfermente usw. 1913.

den; andererseits müssen die Organzellen imstande sein, nur Produkte dem Kreislauf zu übergeben, die nicht blutfremd sind. Nur so ist die notwendige konstante Mischung des Blutplasmas gewährleistet.

Es entstand so für *Abderhalden* die Fragestellung, ob, wenn infolge besonderer Verhältnisse aus den Organen des Körpers Stoffe in das Blut eintreten, die zwar körpereigen, aber blutfremd sind, der Organismus mit Bildung von Fermenten antwortet, welche die blutfremden Stoffe in blut-eigene verwandeln können. Der Nachweis eines entsprechenden Fermentes im Blut bedeutet dann den Eintritt eines besonderen blutfremden Stoffes in die Blutbahn.

Zum Nachweis der Fermente hat *Abderhalden* zwei Methoden ausgearbeitet. Das Prinzip beider ist, daß das zu untersuchende Serum zusammengebracht wird mit in bestimmter Weise präparierten Organen; wenn ein Abbau des Organes erfolgt, so wird daraus geschlossen, daß das Serum die normalerweise nicht vorhandenen Fermente enthält. Der Nachweis ist also ein indirekter. Bei der sogenannten optischen Methode wird das Serum mit einer aus den Organen hergestellten Peptonlösung zusammengebracht und im Polarisationsapparat das Auftreten oder Ausbleiben einer Drehungsänderung des Gemisches beobachtet. Bei dem sogenannten Dialysierverfahren wird das Serum mit koaguliertem Organeisweiß in einem Dialysierschlauch aus besonderer Membran zusammengebracht, durch die nicht Eiweiß, aber die nächste Abbaustufe, die Peptone diffundieren; es handelt sich dann darum, das Auftreten oder Fehlen von Peptonen in einer den Schlauch umgebenden Außenflüssigkeit nachzuweisen. Beide Methoden erfordern peinlichste Sorgfalt.

Auf Grund der skizzierten Überlegungen wurde die Serodiagnostik der Schwangerschaft in Angriff genommen. Die bereits ältere Lehre der Zottendeportation (*Schmorl, Veit, Weichardt*), daß Chorionzotten, d. h. Teile des kindlichen Anteils der Placenta, während der Schwangerschaft in den mütterlichen Kreislauf gelangen, legte hier die Untersuchung nahe. Es zeigte sich, daß während der Schwangerschaft im Blute Abwehrfermente kreisen, die Placenta abbauen. Von vornherein wurde nur ein zeitweiliger Nachweis der Fermente erwartet, da es unwahrscheinlich ist, daß sich dauernd Chorionzotten lösen und Fermente nur eine beschränkte Zeit nach Einfuhr körperfremden Materials vorhanden sind. Es zeigte sich aber, daß das Schwangerenserum bereits kurz nach der Befruchtung (ca. 8 Tage), während der ganzen Schwangerschaft und ca. 14—21 Tage darüber hinaus Placentaeiweiß abbaute, daß weiterhin auch das Blut trächtiger Stuten, deren Placentakreislauf eine Chorionzottenverschleppung wohl unmöglich macht, die Abwehrfermente enthält. In der Zottenverschleppung allein konnte somit das Auftreten der Abwehrfermente nicht begründet sein. Man kann sich aber wohl vor-

stellen, daß die Placenta in gewissem Sinne dem mütterlichen Organismus neuartig ist und das Blut daher von deren Zellen mit blutfremden Stoffen beladen wird, oder daß durch die Lebhaftigkeit der Stoffwechselvorgänge bei der Entwicklung der Placenta deren Zellen nicht imstande sind, ihre Produkte bis zu bluteigener Beschaffenheit abzubauen.

Die Fortführung der Versuche führte zu einer weiteren Überraschung: der Spezifität der Fermente; dieselbe war nicht erwartet worden, denn die parenterale Zufuhr von Nahrungsstoffen bewirkt nur eine beschränkte Spezifität der Abwehrfermente, die imstande sind je nachdem Gruppen von Proteinen oder Kohlehydraten zu zerlegen. So wurde bei der Schwangerschaftsreaktion zunächst auch an ein allgemeineres proteolytisches Ferment gedacht. Es stellte sich aber für *Abderhalden* heraus, daß das Schwangerenserum andere Gewebe als Placenta nicht abbaut und daß z. B. das Serum von Carcinomkranken wohl Carcinomgewebe, aber nicht Placenta abbaute. Derartige Erfahrungen drängten zur Annahme streng spezifischer Abwehrfermente und eröffneten Perspektiven auf die Untersuchung der mannigfaltigsten Veränderungen des Körpers, auf die Neubildungen und die Funktionsprüfung der Organe. Im einzelnen Fall muß der Nachweis eines Abwehrferments anzeigen, daß von einem entsprechenden Organ aus blutfremde Stoffe an das Blut abgegeben werden, also eine Neubildung, ein Zerfall, oder eine Funktionsstörung vorliegt.

Seitdem *Abderhalden* seine Methoden allgemeiner wissenschaftlicher Forschung übergeben hat, sind sie unter der Leitung der Abderhaldenschen Gedanken in umfangreicher Weise gebraucht worden und haben die mannigfaltigsten Ergebnisse gebracht. Die Schwangerschaftsdiagnose (über die *Heimann* bereits in Heft 12, 1913, der Naturwissenschaften berichtet hat) ist an einer in die Tausende gehenden Zahl von Fällen bestätigt, bei zahlreichen Carcinomkranken wurde ein Carcinomgewebe abbauendes Ferment, bei den Fällen von Basedowscher Erkrankung ein Abwehrferment gegen Schilddrüsengewebe, besonders gegen das Gewebe pathologisch veränderter Schilddrüsen, gefunden, bei Infektionskrankheiten wurden Abwehrfermente gegen das Eiweiß von entsprechenden Erregerkulturen festgestellt, bei bestimmten Klassen von Geisteskranken wurde durch Abbau von Gehirns substanz, bei anderen durch Abbau von Gehirn, Geschlechtsdrüsen und Schilddrüse ein charakteristischer Befund beschrieben.

Derartige Befunde können zu Erkenntnissen von größter Wichtigkeit führen: Umfang der durch eine Krankheit gesetzten Schädigungen, Beziehungen der einzelnen Organe zueinander und der Schädigungen bestimmter Organe auf andere, der Entstehungsmechanismus bisher dunkler Veränderungen, der Erfolg von Radikaloperationen bösartiger Geschwülste u. a. m. können durch

Auftreten und Verschwinden von Abwehrfermenten beleuchtet werden.

Es ist allerdings zu bemerken, daß eine, wenn auch kleinere Zahl von Forschern auf Grund ihrer Versuche der Abderhaldenschen Lehre nicht zustimmt. Einwände richten sich einerseits gegen die Methode des Nachweises der Abwehrfermente, ganz besonders aber gegen die Spezifität der Abwehrfermente. Die Einwände werden durchgehend auf Grund des Dialysierverfahrens erhoben. Ob die abweichenden Befunde auf den natürlichen Kinderkrankheiten neuer Methoden beruhen, oder doch so viel Richtiges enthalten, daß sie zu einer Einschränkung der praktischen Verwertung der Lehre führen werden, können erst noch lange fortgeführte Untersuchungen, ganz besonders mit der optischen Methode, lehren, über die seinerzeit zu berichten sein wird.

Die Zisternen der Bromeliaceen.

Dr. F. Moewes, Berlin.

In der Szenerie der amerikanischen Tropenwälder bilden die auf den Bäumen hausenden Bromeliaceen ein charakteristisches Element. Es sind Monokotylen mit meist kurz bleibendem Stengel und großen Blattrosetten, in ihrem typischen Habitus den Agaven vergleichbar. Die Blüten stehen in Trauben, Rispen oder Ähren und haben drei Kelchblätter, drei Blumenblätter, sechs Staubblätter und drei Karpelle, die einen bald unterständigen, bald halb oder ganz oberständigen Fruchtknoten bilden. Die Wurzeln sind wenig entwickelt, fehlen zuweilen auch ganz. Für die Ernährung der Pflanze sind sie so gut wie bedeutungslos; sie dienen nur der Befestigung des Epiphyten auf seinem Wirtsbaum. Die Aufnahme der Nahrung erfolgt vielmehr durch die Blätter, an deren Grunde sich Wasser sowie Pflanzen- und Tierreste ansammeln; vermittels eigenartiger Schuppenhaare an der inneren Blattoberfläche werden aus der so gebildeten Nährlösung die Stoffe aufgesaugt, deren die Pflanze zu ihrer Erhaltung bedarf. Übrigens gibt es auch eine Anzahl von Bromeliaceen, die auf der Erde wachsen; so das praktisch wichtigste aller Mitglieder der Familie, die Ananas.

Dem trefflichen A. F. W. Schimper verdanken wir die ersten genaueren Untersuchungen über die Nahrungsaufnahme der epiphytischen Bromeliaceen. Später haben sich Mez, Tietze, Aso mit dem Bau und der Funktion der absorbierenden Schuppenhaare beschäftigt. Außerdem liegen zahlreiche Angaben über die in den Wasseransammlungen der epiphytischen Bromeliaceen lebenden Tiere vor. Bereits Fritz Müller hatte 1879 einen Muschelkrebs beschrieben, der nur in den Zisternen dieser Epiphyten, nicht im Wasser des Erdbodens zu finden war. Seitdem sind Tiere der verschiedensten Klassen und Ordnungen bis hinauf zu den Batrachiern als Mitglieder der Bromeliaceenfauna festgestellt worden. Man

kannte ihrer bisher etwa 100 Arten. Die Nachforschungen, die L. Picado in Costa Rica angestellt hat, bringen ihre Zahl auf 250, worunter 49 ganz neu sind¹⁾.

Picado vergleicht die Basis der Blattrosette einer Bromeliacee mit 2 Kegeln, von denen einer in den anderen gestellt ist. Der äußere wird von den alten Blättern gebildet, die „schlecht eingeschachtelt“ erscheinen, der innere besteht aus der Gesamtheit der lebenden, „gut eingeschachtelten“ Blätter. Dieser innere Teil allein ist imstande, das Wasser zurückzuhalten; der äußere dagegen enthält kein Wasser, sei es, weil er es ausfließen läßt, oder weil die Enden der inneren Blätter sich wie ein Dach darüberlegen und den Regen nicht hineingelassen lassen. Den inneren Teil bezeichnet Picado als *Aquarium*, den äußeren als *Terrarium*. Das *Terrarium* bildet ein zusammenhängendes Ganzes, da von den alten Blättern höchstens die Basen erhalten bleiben; es ist erfüllt mit den Absätzen aus dem früher von den Blättern angesammelten Wasser nebst den Bruchstücken toter Blätter, und da diese Stoffe einer langsamen Zersetzung anheimfallen, so entsteht aus ihnen ein richtiger Humus. Das *Aquarium* ist dagegen in der Regel in eine Reihe kleiner Abschnitte gegliedert, die unter sich nicht zusammenhängen, so daß das Wasserniveau in jedem verschieden sein kann.

Das in den „Aquarien“ oder Zisternen²⁾ angesammelte Wasser stammt nicht bloß von dem Regen, sondern auch von der täglichen Kondensation des atmosphärischen Wassers. Daher enthalten die Bromeliaceen auch in der Trockenzeit Wasser, und hierdurch (von anderen Eigenschaften abgesehen) unterscheiden sich diese „mares broméliennes“ von den irdischen Lachen und Tümpeln (mares terrestres), die dann ausgetrocknet sind. Die Wassermenge, die zwischen den Blättern gewisser Bromeliaceen zurückgehalten wird, kann an 20 l betragen. Die Pflanzenreste, die in die Aquarien fallen, und die Tiere, die darin umkommen, faulen nicht; diejenigen Stoffe, die nicht von den Blattschuppen absorbiert werden, bilden schließlich eine leichte, braune Masse, die an neugebildeten Torf erinnert.

Das Ausbleiben der Fäulnis und die Reinheit des Wassers in den Zisternen der epiphytischen Bromeliaceen ist eine sehr auffallende Erscheinung. Gustave Michaud, der auf Veranlassung Picados eine chemische Untersuchung des Wassers vorgenommen hat, fand von Aschenbestandteilen nur 0,007 g im Liter. Das Fehlen von Fäulnisstoffen und irgendwie beträchtlichen Mengen von Salzen erklärt sich aus der Absorptionstätigkeit der Blätter. Um zu zeigen, daß die

¹⁾ L. Picado, Les Broméliacées épiphytes, considérées comme milieu biologique. Bulletin scientifique de la France et de la Belgique 1913, 7. Sér., T. 47, Fasc. 3.

²⁾ Vgl. Schimper, Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage. Jena 1898. S. 347.

Aufnahme der Mineralstoffe aus dem Zisternenwasser den normalen Ernährungsprozeß der Pflanze darstellt, prüfte *Picado* das Verhalten der Blätter zu Knopscher Nährlösung, die alle zur Ernährung grüner Pflanzen nötigen Bestandteile enthält. Er ermittelte, daß jede einzelne der in der Nährlösung enthaltenen Verbindungen von den Blättern aufgenommen wird.

Die Beobachtungen *Picanos* zeigten weiter, daß in dem Augenblick, wo sich die Bromeliazeen zum Blühen anschicken, am Grunde der innersten Blätter eine Gummisekretion auftritt, die bei einer Verletzung der Pflanze sehr reichlich wird¹⁾. Häufig findet man pflanzenfressende Käfer, Milben, Halbflüglerlarven usw. und auch nichtphytophage Insektenlarven, die normal in dem von den Bromeliazeen festgehaltenen Wasser leben (Mückenlarven usw.), in dieses Gummi eingeschlossen. Sie sterben darin, gelangen mit dem sich rasch zersetzenden Gummi in den Detritus und erleiden, ohne zu faulen, eine Zersetzung, so daß nur die Chitinskelette zurückbleiben. Nach den Analysen *Michauds* enthält das Gummi 77 % Bassorin und 23 % Arabin. *Picado* fand, daß es ein doppeltes Spaltungsvermögen besitzt: erstens verwandelt es Stärke in Traubenzucker, und zweitens führt es Eiweiß in Peptone und Amidosäuren über. Diese Umwandlungen beruhen auf der Anwesenheit zweier Enzyme, einer Amylase und eines Trypsins. Wird die Gummilösung auf 70—75° erhitzt, so verliert sie ihr Spaltungsvermögen. Die Fähigkeit des Gummis, zugleich Stärke und Eiweiß zu spalten, ist nicht überraschend, da viele Gummiarten diese Eigenschaften besitzen, insbesondere das arabische Gummi; wie wir aber sahen, enthält das Bromeliazeengummi fast ein Viertel seines Gewichts an Arabin.

So sind also in den Zisternen der Bromeliazeen die Enzyme vorhanden, mit deren Hilfe die Stärke und das Eiweiß der Pflanzen- und Tierstoffe in Lösung übergeführt werden und dem Epiphyten zugänglich gemacht werden können. Um nachzuweisen, daß die Eiweißspaltung nicht durch Bakterien herbeigeführt wird, bestimmte *Picado* nach dem Sörensenschen Verfahren die Menge der bei der künstlichen Verdauung entstehenden Amidosäuren. Falls nämlich diese konstant zunahmen, so war zu schließen, daß die Verdauung durch Bakterien bewirkt wird, die sich ihrerseits auch beständig vermehren; wenn sich aber die Produktion der Amidosäuren fortdauernd verlangsamte und dann aufhörte, so handelte es sich um die Wirkung eines löslichen Enzyms, da die durch ein solches gebildeten Produkte schließlich seine Tätigkeit hindern, wenn sie nicht im Maße ihrer Entstehung entfernt werden.

¹⁾ Die Gummisekretion der Bromeliazeen, auf die zuerst *Molisch* hingewiesen hat, ist vor einigen Jahren von *K. Boresch* näher behandelt worden. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie, Math.-Naturw. Kl. Abt. I, 1908, Bd. 117, S. 1033.)

Das Ergebnis der Untersuchung fiel zugunsten der zweiten Alternative aus; es liegt also Enzymwirkung vor. Freilich bleibt noch immer die Möglichkeit bestehen, daß die Enzyme von Bakterien ausgeschieden werden, die beständig im Gummi vorkommen.

Es ließ sich auch nachweisen, daß die Pflanze die erzeugten Amidosäuren absorbiert. Hierzu wurde zwischen die Blätter einer Bromeliazee und zugleich in ein Kontrollglas Peptonlösung von derselben Beschaffenheit gebracht. Nach 48 Stunden konnte in der Lösung der Bromeliazee kein Pepton mehr nachgewiesen werden, während das Kontrollgefäß dessen charakteristische Reaktionen gab. Dagegen enthielt die Flüssigkeit zwischen den Bromeliazeenblättern fast doppelt so viel Amidosäuren als das Kontrollgefäß. Am dritten Tage fanden sich im Wasser der Pflanze fast keine Amidosäuren mehr vor, am vierten war alles völlig absorbiert und die Flüssigkeit frei von Stickstoffverbindungen. Die Pflanze hatte also die Eiweißstoffe in der Form von Amidosäuren aufgenommen. Daß eine solche Aufnahmefähigkeit bei höheren Pflanzen besteht, ist schon von anderen Beobachtern nachgewiesen worden. Durch die Umwandlung von Eiweiß in Amidosäuren werden zugleich aus den Zisternen die Zersetzungstoffe entfernt, die den darin lebenden Tieren schaden könnten.

Wegen dieser beständigen Ausnutzung von Tierstoffen zum Zwecke der Ernährung kann man die Bromeliazeen, so bemerkt *Picado*, mit weit größerem Rechte als andere Pflanzen *insektivoren* nennen. Während die „Kannenpflanzen“, die *Nepenthes* und die *Sarracenien*, nicht in konstanter Weise Kannen tragen und durch die in ihnen gefangenen Insekten allein nicht ernährt werden, haben die Bromeliazeen stets ansehnliche Mengen von Detritus zwischen ihren Blättern und werden mit deren Hilfe eine lange Zeit hindurch, die 10 Jahre erreichen kann, am Leben erhalten. Allerdings bestreitet Verfasser die Möglichkeit nicht, daß der Pflanze noch andere Stickstoffquellen zur Verfügung stehen könnten.

Zieht man die großen Waldgebiete des tropischen Amerika und die zahlreichen Bromeliazeen, die dort die Bäume besiedeln, in Betracht, so kann man sagen, daß die Gesamtheit der epiphytischen Bromeliazeen einen ungeheuren, wenn auch nicht zusammenhängenden *Sumpf* bilden, einen der größten Sümpfe der Welt. Fast alle Tiergruppen, die normal die Lachen und Sümpfe bewohnen, haben Vertreter in der Fauna der Bromeliazeen, und diesen Gruppen gesellt sich eine große Zahl anderer Tiere, die niemals in den irdischen Wasseransammlungen vorkommen, aber auf den epiphytischen Bromeliazeen vorteilhafte Existenzbedingungen finden. Auf derselben Pflanze können mehrere Generationen von Tieren aufeinander folgen, ohne daß jemals eins der Individuen die Wirtin verläßt. Tieren, die ihre ganze Lebenszeit im Wasser zubringen, bieten die

Bromeliazeeenpfützen um so günstigere Verhältnisse, als sie nicht wie die irdischen Tümpel zeitweise austrocknen. So kommt es, daß ihre Bewohner keine bestimmte Zeit für die Eiablage haben, und daß man zu allen Zeiten des Jahres in den Zisternen Larven jeden Alters, z. B. von Mücken, Libellen und Käfern, vorfindet. Die Reinheit des Wassers ist für die Entwicklung dieser Fauna von großer Wichtigkeit. Will man z. B. Ostrakoden, Chironomidenlarven usw., die aus den Zisternen stammen, in einem Glase züchten, so muß man einige Bromeliazeeenblätter in das Wasser bringen.

Die Teilung des Aquariums in mehrere kleine Abschnitte, die nicht kommunizieren, ist gleichfalls von Bedeutung für einige der Tiere. Bei zahlreichen Mückenlarven herrscht nämlich Kannibalismus, besonders bei den Larven der Megarhinen. Sehr häufig findet man in den Aquarien der Bromeliazeeen von Costa Rica die Larven von *Megarhinus superbus* Knab. Von diesen Tieren kann man immer nur ein einziges in einem Glase halten. Bringt man mehrere hinein, so stürzen sie sich aufeinander, und es bleibt nur eins übrig, das häufig auch noch hinterher an den empfangenen Wunden zugrunde geht. Sind auf einer Pflanze mehrere solcher Larven vorhanden, so findet sich gewöhnlich eine in jedem Abteil des Aquariums. So können sich die Megarhinen in großer Zahl auf sehr beschränktem Raume entwickeln.

Während die ausschließlich „bromelicolen“ Tiere das Aquarium besiedeln, finden sich diejenigen Mitglieder der Bromeliazeeenfauna, die auch anderwärts vorkommen, in den Terrarien, die wegen der in ihnen herrschenden Dunkelheit vielen lichtscheuen Tieren einen Schlupfwinkel bieten. Hier trifft man z. B. einen Angehörigen der merkwürdigen Arthropodengattung *Peripatus* (*P. biolleyi*) und eine Baumkröte, *Gastrotheca coronata*. Diese beiden Arten nebst den anderen Batrachiern (einem Salamander und vier Fröschen), den Skolopendern und Spinnen sind die Raubtiere der Bromeliazeeenfauna. Von den andern Ansiedlern der Epiphyten greifen einige die Pflanze selbst an, wie Käfer, Milben, Hemipteren, Orthopteren, Schmetterlingsraupen usw. Andere, wie Schwaben und Ohrwürmer, Isopoden, Chilognathen und Afterskorpione, leben von dem pflanzlichen Detritus, und die sich in ihm entwickelnden Pilze bilden die gewöhnliche Nahrung einiger Arten der Ameisengattung *Odontomachus*.

Calvert hat bereits gefunden, daß zahlreiche Libellenlarven streng bromelicol sind. Nach ihm haben die Gattungen *Mecistogaster*, *Megaloprepus*, *Microstigma*, *Pseudostigma* und *Anomisma* eine Verbreitung, die mit der der epiphytischen Bromeliazeeen zusammenfällt. Früher bereits war *Lutz* bei Beobachtungen in Brasilien zu der Überzeugung gelangt, daß die typischen Waldmoskitos ihren Larvenzustand so gut wie ausnahmslos in den Zisternen von Bromeliazeeen durchmachen,

und daß von den etwa 40 bei São Paulo vorkommenden Stechmückenlarven mindestens der fünfte Teil ausschließlich bromelicol sei. Auch *Scott* nimmt das Vorhandensein einer rein bromelicolen Fauna an, und nach *Champion* sind gewisse Käfer, z. T. ganze Gattungen, ausschließlich bromelicol. *Picado* führt zum Beweise dafür, daß wirklich eine bromelicole Fauna besteht, die keine zufällige Gemeinschaft von Tieren darstellt, folgende Beobachtung an. In den verschiedenen Teilen von Costa Rica hat er in Höhen von 200 m bis zu 2000 m auf fast sämtlichen epiphytischen Bromeliazeeen immer eine große Zahl von Individuen derselben Tierarten gefunden, beispielsweise einen Muschelkrebs, der zu derselben Gattung gehört wie der von *Fritz Müller* beschriebene, vielleicht mit ihm identisch ist, ferner zwei Insekten, eine Käferlarve (*Scirtes championi* Picado) und eine Schnakenlarve (*Mongoma bromeliadicola* Alexander). Es gibt fast keine einzige unter den großen Bromeliazeeen des Landes, die nicht von einer beträchtlichen Zahl Larven dieser beiden Arten bewohnt wäre. Ähnlich verhält es sich mit vielen erwachsenen Tieren, wie Oligochäten, Turbellarien u. a. m. Beachtenswert ist es auch, daß die Wassertiere der bromelicolen Fauna häufig völlig auf die Epiphyten angewiesen erscheinen, da an den Stellen, wo sie vorkommen, außer den Bromeliazeeen-Aquarien sich keine Wasseransammlungen finden.

Offenbar stammen die Tierarten, die heute bromelicol sind, vom Boden, von irdischen Wasseransammlungen oder anderen Orten, die von ihren Verwandten bewohnt sind. Über die Art und Weise, wie sie auf die Bromeliazeeen gelangt sind, lassen sich verschiedene Vermutungen anstellen, die hier nicht weiter erörtert werden sollen. Da es noch viele andere Pflanzen gibt, die mehr oder weniger große Wassermengen anzusammeln vermögen, so ist die bromelicole Fauna nur ein Teil der großen Fauna, die diese Reservoirpflanzen bewohnt¹⁾.

Die Existenz der bromelicolen Fauna erklärt das Auftreten gewisser Infektionskrankheiten (Malaria, Filariosis usw.) in Gegenden Amerikas, wo sich keine irdischen Wasseransammlungen finden. Die Zisternen der Bromeliazeeen beherbergen die Zwischenwirte der Parasiten, deren Entwicklungszyklus im Menschen oder einigen waldbewohnenden Tieren, z. B. den Affen, sein Ende findet. So besteht die Krankheit fort in Landstrichen, wo Sümpfe und Tümpel fehlen, und wohin der Mensch nicht oder selten gelangt.

¹⁾ Solche Pflanzen findet man z. B. in Europa unter den Dipsazeen und den Gräsern (wozu in Asien die *Bambus* gehören), anderwärts unter den Palmen, den Pandanazeen, den Musazeen, den Eriocaulazeen, endlich unter den schon oben erwähnten Kannenpflanzen, den Sarraceniazeeen und den Nepenthazeen, deren Tierwelt wiederholt studiert worden ist, zuletzt (an *Nepenthes destillatoria*) von *Konrad Guenther* (Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie 1913, Bd. 9).

Hierauf hat wohl zuerst *Adolf Lutz* hingewiesen¹⁾. Bei dem Bau einer Bergbahn bei São Paulo, die einen dichtbewaldeten Abhang mit starkem Gefälle und völligem Mangel an stehendem Wasser durchschnitt, waren unter den Arbeitern zahlreiche Fälle von Wechselfieber aufgetreten. Als Überträgerin der Krankheit stellte *Lutz* eine unbekannte Mücke fest, die von *Theobald Anopheles Lutzii* getauft wurde, und ihre Brutstätte ermittelte er in dem Wasser der Bromeliazeeen, das dort sogar gelegentlich zum Trinken benutzt wird, häufiger aber, wie *Lutz* anmerkt, sich dem Naturfreunde, besonders dem Orchideensammler durch eine unerwartete Douche bemerkbar macht. Da die Ausrottung der Bromeliazeeen unausführbar ist, so bleibt zur Beseitigung der Krankheit meist nur das Abholzen übrig. Jedenfalls (das hat *Lutz* betont) dürfen bei Feststellung der Malariabedingungen die wasserführenden Pflanzen nicht unberücksichtigt bleiben.

Die Körpermessung und das Fingerabdruckverfahren als Identifizierungsverfahren²⁾.

Von Kriminal-Inspektor Wehn, Berlin.

Die Polizeibehörden haben ein großes Interesse daran, den Namen und das Nationale einer festgenommenen Person zweifelsfrei festzustellen.

Falscher Namen pflegt sich der Verbrecher zu bedienen, um seine Vorstrafen zu verheimlichen, blüht doch dem rückfälligen Verbrecher, namentlich aber dem Dieb und Betrüger, eine weit empfindlichere Strafe und sogar das Zuchthaus, als dem Neuling auf dem Gebiete des Verbrechens. Mancher befürchtet, daß, wenn er seinen richtigen Namen nennt, eine von ihm früher begangene Straftat, die noch nicht zur Aburteilung gekommen ist, bekannt wird.

Aber auch um Zeit zu gewinnen, seinen Komplizen die Gelegenheit zu geben, sich in Sicherheit zu bringen oder seine Wohnung, in der sich Überführungsmaterial befindet, nicht bekannt werden zu lassen, auch einfache Bosheit sind die Triebfeder zur falschen Namensangabe.

Die Behörden waren noch vor 20 Jahren auf eine mangelhafte Personenbeschreibung und auf systemlos aufgenommene Photographien als die einzigen Identifizierungsmittel angewiesen. War es nun schon schwierig, lebende Personen mit

diesen schwachen Hilfsmitteln zu identifizieren, so war dies bei Leichen völlig ausgeschlossen. Nicht zu den Seltenheiten gehört es, daß Leichen fälschlich als die vermißten Personen von ihren eigenen Angehörigen rekognosziert und beerdigt wurden, während die Totgeglaubten nach einiger Zeit wieder wohlbehalten in den Kreis der um sie trauernden „Hinterbliebenen“ traten. Ein weiterer Beweis für die Unzulänglichkeit der Photographie als Identifizierungsmittel ist die Tatsache, daß schon mancher im Verbrecheralbum verewigte Sünder fälschlich rekognosziert und mit einer Tat in Verbindung gebracht wurde, die er gar nicht begangen hatte. Dennoch ist das Bild nicht entbehrlich.

Gewaltiges Aufsehen erregte deswegen *Alphons Bertillon* mit der Erfindung des anthropometrischen Meßverfahrens, welches uns in den Stand setzt, Personen zweifelsfrei zu identifizieren.

Bertillon stellte die Behauptung auf, daß die Knochenmaße des Menschen vom 21. Lebensjahre ab konstant bleiben, und daß es nicht zwei Menschen mit vollkommen gleichen Maßen gäbe. Ich muß mir versagen, auf die Wandlungen, die das System im Laufe der Jahre durchgemacht hat, näher einzugehen, sondern will mich darauf beschränken, es in der jetzigen Form zu beschreiben: Das Meßsystem setzt sich zusammen aus der Kopflänge, der Kopf- und Jochbeinbreite (mittels Zirkels gemessen), aus der linken Mittelfingerlänge, der Länge des linken Kleinfingers (mittels Schiebemaßes gemessen) und den Fingerabdrücken der rechten Hand. Letztere hat *Bertillon* an Stelle der linken Unterarm- und Fußlänge, sowie der verschiedenen Augenklassen — nach der Farbe der Iris gebildet —, die er als zu unsicher ausschied, in das System eingefügt. Die Maße wurden, nach ihrem arithmetischen Werte geordnet, in einer Registratur aufbewahrt.

Nicht unerwähnt will ich lassen, daß der geniale Erfinder aber auch die Personenbeschreibung verbesserte, indem er sich nicht nur auf das Messen der Körperlänge beschränkte, sondern auch die Sitzhöhe, die Armspannweite feststellte und uns lehrte, am Körper eines Verbrechers vorhandene Merkmale nach Maßen festzulegen. Er unterschied die Menschen nach ihren Kopfformen, Gesichtsprofilen, Nasen- und Ohrenformen. Durch Anwendung dieses gesprochenen Bildes (*Portrait parlé*) setzte er uns in die Lage, einen gesuchten Verbrecher leichter aus der großen Menschenmasse herauszufinden, als dies nach einer Photographie möglich ist. Nur eine große Schwierigkeit haftete an dem Verfahren, es mußte absolut gleichmäßig gemessen werden, sollten nicht Mißerfolge eintreten. Um solche zu vermeiden, war es erforderlich, alle mit der Messung zu betrauenden Beamten an einer Stelle — nämlich in der Meßzentrale für Deutschland, dem Erkennungsdienst beim Berliner Polizeipräsidium — auszubilden. Die Kosten dieser Ausbil-

¹⁾ Waldmoskitos und Waldmalaria (Zentralbl. f. Bakteriologie, Abt. I, 1903, Bd. 33, S. 282).

²⁾ Anlässlich des Todes *Bertillons* sind die Methoden zur Wiedererkennung von Verbrechern in den letzten Wochen oft erwähnt worden. Das überaus dankenswerte Entgegenkommen der zuständigen Stelle des Königlichen Polizeipräsidiums in Berlin ermöglicht es uns, die Ausführung der Methoden durch amtliches Material zu veranschaulichen. Die Schriftleitung,

dung, als auch die nicht unbeträchtlichen der Anschaffung der erforderlichen Meßinstrumente, hielten manche Polizeibehörde von der Gründung einer Meßstation ab. Man hielt das Verfahren wohl auch anfangs für eine höchst überflüssige Mehrarbeit, gab es doch sogar bei der Berliner Polizei Beamte, die sich mit dem neuen Identifizierungsverfahren nicht befreunden konnten. Auch der Verbrecher schien ihm anfangs nicht zu trauen: Ein unter einem schweren Verdacht fest-

auch bei der Berliner Kriminalpolizei als Identifizierungsmittel eingeführt wurde und die Körpermessung mit Riesenschritten in den Hintergrund drängte. Während es die anthropometrische Registratur seit ihrer Anlage im Jahre 1894 bis dato erst auf 118 000 Meßkarten gebracht hat, weist die daktyloskopische Registratur, obgleich sie viel jüngeren Datums ist, jetzt bereits 157 000 Fingerabdruckbogen auf. Kein Wunder, daß sich die Daktyloskopie in so kurzer Zeit so viel

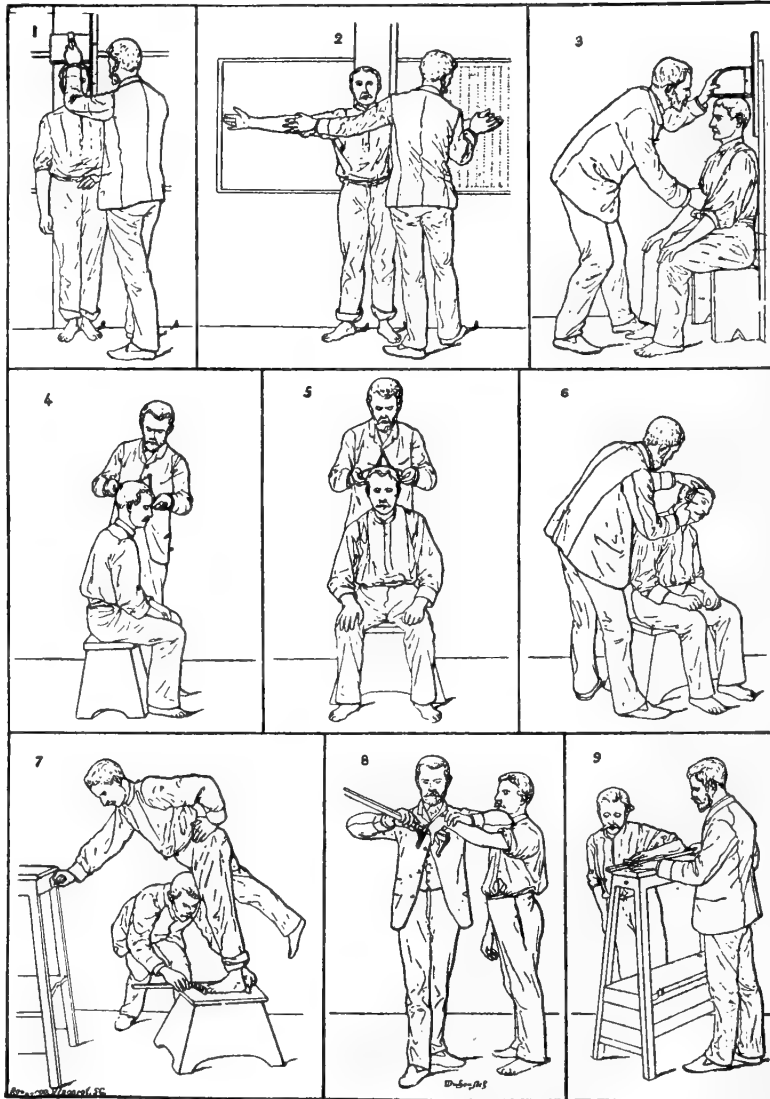


Fig. 1. Körpermessung nach Bertillon..

genommener Verbrecher verweigerte mir die Nennung seines Namens, er wurde schließlich, da gütliches Zureden nichts half, anthropometrisch gemessen und auf diese Weise sein Name und damit auch sein Vorleben festgestellt. Auf meine Frage, weshalb er denn erst Schwierigkeiten bereitet habe, antwortete er, er habe einmal sehen wollen, ob die „Sache“ funktioniere.

Ein großer Konkurrent entstand der Anthropometrie in der Daktyloskopie, die im Jahre 1907

Freunde erwarb; ihre Vorzüge vor der Körpermessung waren zu offensichtlich. Während letztere allein zur Identifizierung geeignet ist, kann man die Fingerabdrücke auch noch zur Ermittlung von Verbrechern verwenden, die so freundlich waren, ihre Visitenkarte in Gestalt eines Fingerabdruckes am Tatort abzugeben.

Bereits im vorigen Jahrhundert benutzte man in Indien die erhabenen feinen Hautleisten der Fingerbeeren, um rückfällige Verbrecher wieder-

zuerkennen. Türken, Chinesen und Japaner, die des Schreibens unkundig waren, verwandten den Abdruck ihres rechten Daumens oder Zeigefingers zur Unterschrift an Stelle des bei uns üblichen Unterkreuzens. Man trug stets eine kleine Kapsel, einen mit Sepiafarbe angefeuchteten Schwamm enthaltend, bei sich, um, wenn nötig, die Finger zum Abdruck zu färben.

Schon im Jahre 1828 hielt der Physiologe Professor *Purkinje* an der Universität zu Breslau Vorlesungen über seine Forschungen hinsichtlich der Unveränderlichkeit der Papillarlinien. Diesem Forscher traten würdig zur Seite *Francis Galton*, *William Herschel* und andere. Durch auf Menschenalter sich erstreckende Forschungen wurde festgestellt, daß sich die Pa-

stehen kommt. Der gleichzeitige Abdruck der Finger der rechten und der linken Hand ohne die Daumen entsteht durch einfachen Druck und gilt als Kontrolle, daß beim Einfügen der abgerollten Finger kein Fehler vorgekommen ist.

Sir *Edward Henry* (London) gebührt das Verdienst, das Verfahren der Fingerabdrucknahme in ein System gebracht zu haben, das mit geringen Abänderungen Aufnahme in fast allen Kulturstaaten gefunden hat. Staaten, die früher die Körpermessung anwandten, gingen zur Daktyloskopie über oder verwandten dieselbe neben der Körpermessung; nur die romanischen Staaten hielten allein an letzterer fest, der Abfall von ihr vollzog sich erst allmählich. Berlin führt beide Systeme nebeneinander, um den Kartenaustausch



Fig. 2. Fingerabdrücke.

pillarlinien bereits im frühesten Kindesalter entwickeln, durch das Leben hindurch in derselben Form erhalten und auch ersetzen. Die Dimensionen erfahren natürlich eine Änderung während des Wachstums des Individuums. Die Papillarlinienmuster lassen sich selbst bei Leichen, die schon länger im Wasser gelegen haben und im wahrsten Sinne des Wortes bereits aus der Haut fahren, noch gut erkennen. Ist die Bildung der Washhaut schon zu weit vorgeschritten, so bringt eine Einspritzung von Glycerin die störenden Falten hinweg, ein Verfahren, das immer noch bessere Erfolge zeitigt, als eine photographische Aufnahme der durch starke Furchen durchzogenen Fingerbeeren. Erst mit der Zersetzung der Haut verwischen sich die Papillarlinien.

Das Fingerabdruckverfahren ist leicht zu erlernen, seine Anwendung ist äußerst einfach und denkbar billig. Eine Metall- oder Glasplatte, etwas Druckerschwärze, eine Gummiwalze, um die Druckerschwärze auf der Metallplatte zu verteilen, das ist alles, was dazu gehört, um Fingerabdrücke zu nehmen. Die vordersten Glieder der Finger werden auf der geschwärzten Platte von einer Nagelkante zur anderen abgerollt und auf diese Weise geschwärzt, ebenso auf den Fingerabdruckbogen übertragen. Die Finger der linken Hand werden im Gegensatz zu denen der rechten Hand, welche folgerichtig aufgetragen werden, so in das Formular eingefügt, daß Daumen unter Daumen, Zeigefinger unter Zeigefinger usw. zu

mit den Auslandsstaaten, die die Körpermessung beibehalten haben — und dies ist namentlich Frankreich — aufrechterhalten zu können. Am einfachsten wäre es, mit der Körpermessung in absehbarer Zeit, wenn man nicht mehr befürchten muß, zuviel wertvolles Meßkartenmaterial zu verlieren, ganz zu brechen.

Wir unterscheiden vier verschiedene Papillarlinienmuster, &- und j-Muster — nach rechts oder links verlaufende Schleifen —, Wirbel- oder o-Muster und Bogen- oder M-Muster. Es würde zu weit führen, auf die Klassifizierung der Fingerabdrücke näher einzugehen, nur soviel sei gesagt, daß die o-Muster nach einer bestimmten Skala, mit Zahlen bewertet, uns unter 1500 Mappen diejenige angeben, in die der betreffende Fingerabdruckbogen hineingehört, oder, wenn ein solcher schon vorhanden ist, in der er gefunden werden muß. Aus den o-Mustern, den Mustern des Zeige- und Mittelfingers beider Hände, wird ein aus Zahlen und Buchstaben gemischter Bruch gebildet, wobei die ungeraden Finger, bzw. die Finger der linken Hand für die Zusammenstellung des Nenners, die geraden Finger, bzw. Zeigefinger und Mittelfinger der rechten Hand für die des Zählers herangezogen werden. Findet sich in der Registratur ein Fingerabdruckbogen mit genau denselben Mustern und allen ihren Einzelheiten, so ist die Person identifiziert. Große, mit jedem Jahre sich mehrende Erfolge hat der Ber-

liner Erkennungsdienst, der als Zentralstelle für das Deutsche Reich bestellt wurde, mit beiden Identifizierungsverfahren erzielt, im Jahre 1913 betrug die Zahl der auf diese Weise falscher Namensführung überführten Personen 1060.

Wenngleich die Abdrücke sämtlicher 10 Fin-

bemerken will, ein, wenn es sich um Identifizierung nach Tatortsspuren handelt. Um diesem Mangel abzuhelpfen, sind Spezialregister geschaffen worden, die jeden einzelnen Finger eines Verbrechers registrieren und deren sinnreiche Einrichtung die Möglichkeit bietet, einen Verbrecher

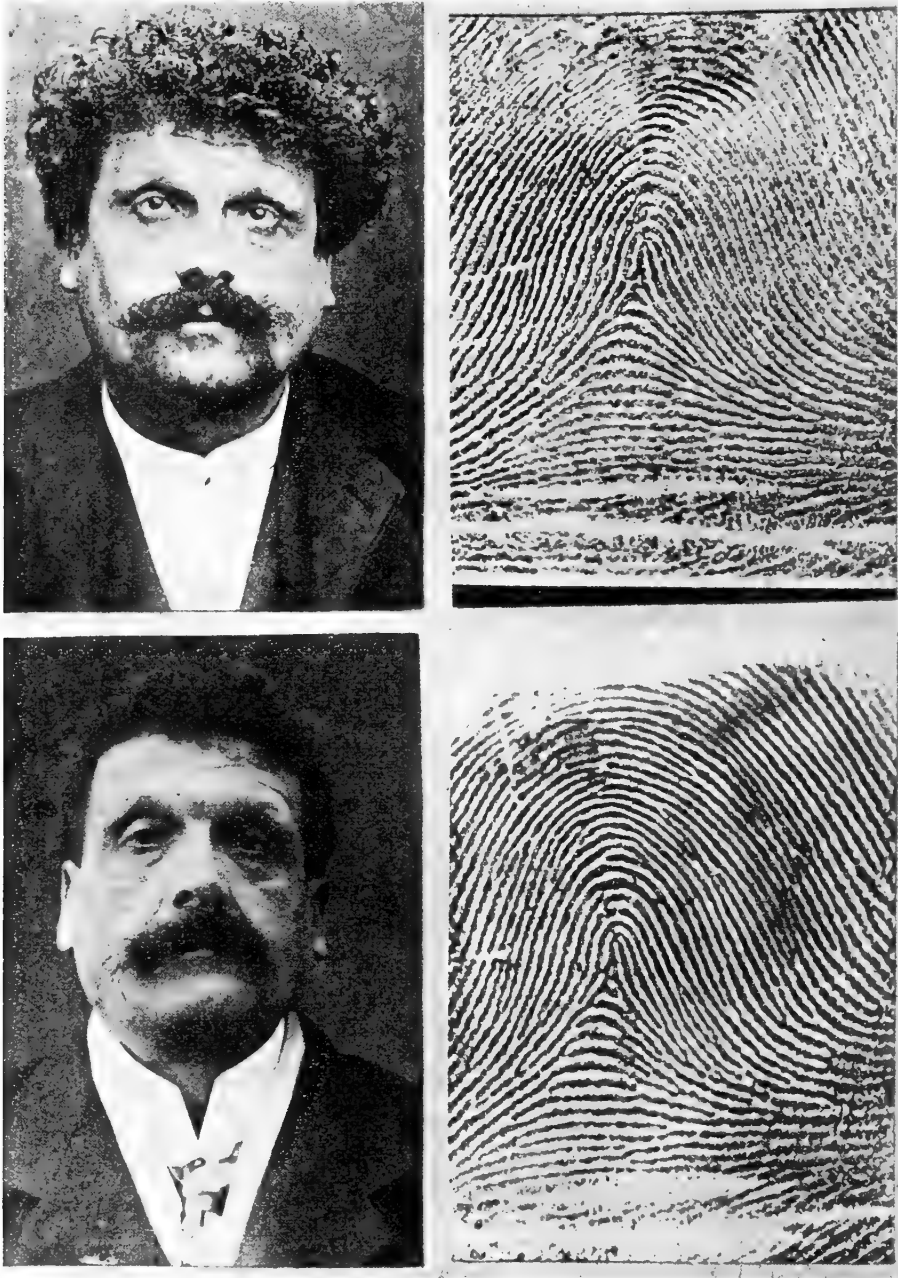


Fig. 3. Identität der Person trotz der Verschiedenheit des Aussehens.

ger zur Herbeiführung einer Identifizierung auf Grund des daktyloskopischen Registers im allgemeinen notwendig sind, so hat sich doch schon in manchen Fällen eine Identifizierung nach weniger als 10 Fingerabdrücken ermöglichen lassen. Solche Fälle treten, wie ich vorgehend

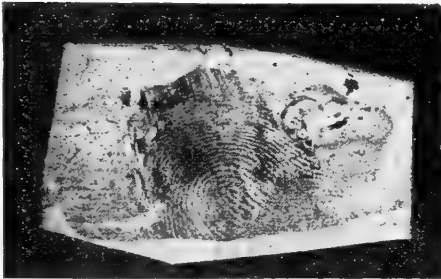
auch nach nur einem am Tatort zurückgelassenen Fingerabdruck zu ermitteln.

Welch enormen Wert das internationale Hand-in-Hand-Arbeiten der Polizeibehörden der ganzen Welt auf diesem Gebiete hat, geht auch daraus hervor, daß das Fingerabdruckverfahren nebenbei

auch als Fahndungsmittel benutzt wird. Der Fingerabdruckbogen eines gesuchten Verbrechers darf nur vervielfältigt und allen daktyloskopischen Zentralen der Welt mit dem Hinweis mitgeteilt werden, daß die Person von der oder jener Behörde gesucht würde, und ihn können zwischen ihm und dem Ort des von ihm verübten Verbrechens liegende Weltmeere nicht mehr vor Entdeckung retten, wenn er wegen einer Kleinigkeit in die Hände der Polizei fällt, möge er einen Namen führen, welchen er wolle.

werden. Es ist nicht mehr erforderlich, daß man ganze Fenster und Türen zur Untersuchung ein-sendet, sondern man sichert die festgestellten Fingerabdrücke auf die eben angegebene einfache Weise.

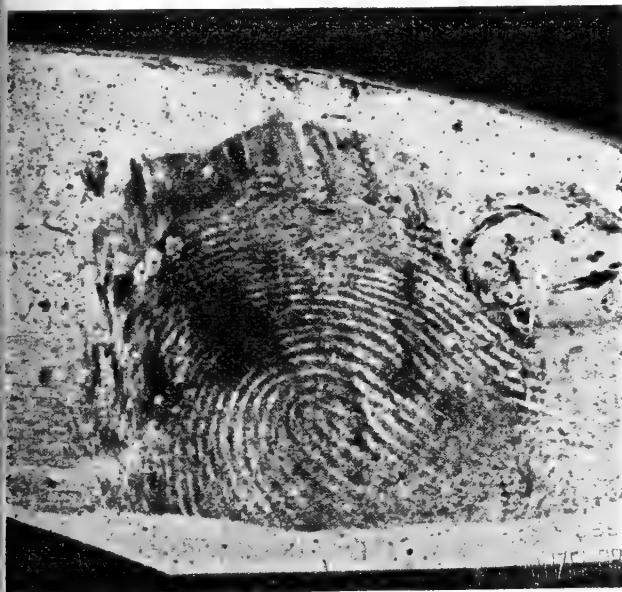
Der viel besprochene Diebstahl der Mona Lisa aus dem Louvre zu Paris gab Anlaß zu heftigen Angriffen auf die Pariser Polizei, und namentlich auf Bertillon, den genialen Erfinder der Körpermessung, weil er aller Vorstellungen ungeachtet, nicht dazu zu veranlassen war, die



Fingerabdruck
aus dem Meß-
kartenregister,
der dem am
Tatort
gefundenen
vollkommen
gleich ist.



Fingerabdruck in natürlicher Größe am Tatort.



Derselbe Fingerabdruck vergrößert.

Fingerabdrücke an Tatorten entstehen auf bestaubten Flächen oder dadurch, daß sich die Fettsubstanz, welche die Haut absondert, auf den von den Fingern berührten Gegenständen festsetzt. Mit schwarzem Pulver eingestreut und mittels besonders präparierter transparenter Folie abgezogen, können die so gesicherten Fingerabdrücke sofort zum Vergleich herangezogen



Derselbe Fingerabdruck vergrößert.

Fig. 4.

Verbrecher auch nach Fingerabdrücken zu registrieren, anstatt letztere nur als Unterabteilung in seinem Maßregister zu verwenden. Hätte er auch nach Fingerabdrücken registriert, so wäre die Ermittlung und Überführung des Bilderdiebes, der auf dem Rahmen des Bildes einen Fingerabdruck hinterlassen hatte, bereits im anthropometrischen Register aufgenommen war

und zu den im Louvre beschäftigten Leuten gehört hatte, vermutlich ein leichtes gewesen.

Trotz der Vorzüglichkeit des daktyloskopischen Verfahrens wird es noch viel zu wenig angewandt. Die in Angriff genommene einheitliche Regelung des Erkennungsdienstes in Deutschland wird hoffentlich die daktyloskopischen Aufnahme Stationen, deren es in Preußen annähernd 300 gibt, so vermehren, daß wenigstens an jedem der etwa 1000 Amtsgerichtssitze eine solche Aufnahme Stelle existiert. Erst dann wird der Segen der Erfindung zur vollen Geltung kommen. Als Hauptidentifizierungsmittel gilt in Zukunft die Daktyloskopie, während die Anthropometrie nur auf internationale oder auf solche Verbrecher beschränkt bleiben wird, die sich aus irgendwelchen Gründen nicht daktyloskopieren lassen.

Die Reinigung gewerblicher Abwässer.

Von Dr. Hartwig Klut, Berlin-Dahlem.

Mitglied der Königlichen Landesanstalt für Wasserhygiene.

(Schluß.)

7. Zuckerfabrikabwässer.

Die Reinigung der Zuckerfabrikabwässer ist eine der schwierigsten Aufgaben. Es kommen hierbei in Betracht die bedeutenden Abwassermengen, welche selbst bei an sich kleinen Betrieben nicht gering sind, ferner die Art des Anfalls dieser Abwässer nur in den Wintermonaten, wodurch die einwandfreie Beseitigung recht erschwert wird. Bei den Zuckerfabrikabwässern beobachtet man ebenfalls eine zweifache Art der Zersetzung, und zwar einmal durch organische Säuren bedingte Gärungen und zweitens eine ausgesprochene Fäulnis durch Schwefelwasserstoffentwicklung. Zuckerfabriken liegen für gewöhnlich nicht in der Nähe von größeren Städten, so daß eine Vermischung dieser Abwässer mit häuslichen Abwässern in der Entwässerungsanlage nur ausnahmsweise möglich ist. Bei der erwähnten großen Menge der Zuckerfabrikabwässer und bei ihrer leichten Zersetzlichkeit ist dabei sowohl auf die Kanalisation selbst als auch auf die zentrale Kläranlage Rücksicht geboten. Bei saurer Reaktion dieser Fabrikabwässer können innerhalb der Stadt in ähnlicher Weise wie bei Gerbereiabwässern leicht unliebsame Geruchsbelästigungen entstehen; und auch die Reinigung der städtischen Abwässer kann durch den hohen Gehalt an Fabrikabwässern nicht unwesentlich erschwert werden. Bei Zuckerfabrikabwässern ist es vorteilhaft, sämtliche Abwässer abzutrennen, für die eine einfachere mechanische Reinigung ausreicht. Es lassen sich z. B. die großen Mengen von Rübenwaschwässern nach Abfangen der Rübenschwänze durch geeignete Siebanlagen und nach Entfernung der erdigen Stoffe in Absitzanlagen — Teichen — im Betrieb wieder verwenden. Die Schnitzelpreß- und Diffusionswässer erfordern jedoch eine durchgreifendere Reinigung. Für diese Abwässer gilt als beste Reinigungsart allgemein die Rieselei oder die intermittierende Bodenfiltration, wobei zu beachten ist, daß in gewissen Zeiträumen die Schlammrückstände beseitigt werden, damit der Kalk und die organischen Stoffe den Boden nicht verfilzen. Die künstlichen biologischen Verfahren kommen aus den bereits besprochenen Gründen in der

Praxis weniger in Frage. — Betrieb nur einige Monate im Jahre, große Abwassermengen usw. Man ist jetzt vielfach bestrebt, die schwer zu reinigenden Abwasserarten einzuschränken oder völlig in den Betrieb zurückzunehmen, indem man z. B. von der Diffusionsmethode, welche einerseits eine höhere Ausbeute und ein reineres Produkt bietet, dafür jedoch durch größere Abwassermengen von Nachteil ist, mehr oder weniger wieder abkommt und zu den Auslaugmethoden zurückkehrt, wie bei dem Steffenschen Brühverfahren, bei dem Pfeiffer-Bergreenschen Verfahren, bei dem Hyros-Rack-Verfahren, bei dem Verfahren von Classen, bei dem Humatverfahren usw.

Literatur.

Jahresberichte über die Arbeiten der Staatlichen Kommission zur Prüfung der Reinigungsverfahren von Zuckerfabrikabwässern in der Zeitschrift des Vereins der deutschen Zuckerindustrie.

8. Abwässer aus Cellulose- und Papierfabriken.

Die Reinigung der aus Cellulose- und Papierfabriken stammenden gewerblichen Abwässer ist infolge ihrer Menge und Beschaffenheit schwer. Zunächst ist die möglichst weitgehende Abfangung der Fasern aus dem Abwasser angezeigt. Diese Abwässer — namentlich aus Cellulosefabriken — enthalten viel organische Substanzen gelöst und erzeugen deshalb in ein öffentliches Gewässer geleitet, leicht Schlammbildungen und Pilzwucherungen, namentlich durch den Pilz Sphaerotilus. Diese Pilzentwicklung soll sich durch Aufstau des Vorfluters oder auch durch stoßweises Ablassen der Abwässer unter Umständen einschränken lassen. Bei günstigen Verhältnissen kann auch eine gut verteilte Ableitung der entfaserten Abwässer in die Vorflut zur weitgehenden Verdünnung der organischen Substanzen geboten sein. Zur Entfernung der an fäulnisfähigen Stoffen reichen Celluloseabwässer, die leicht gären und auch faulen, kommt außer der Rieselei das — teure — Eindampfen in Betracht. Können die Celluloseabwässer mit häuslichen Abwässern genügend verdünnt werden, und wird die in ihnen enthaltene freie schweflige Säure durch Neutralisation usw. vorher unschädlich gemacht, so lassen sie sich nach A. Pritzkow (l. c.) durch Landbehandlung befriedigend reinigen.

Im Vergleich zu den Cellulosefabrikabwässern sind die aus Papierfabriken herrührenden Abwässer mehr oder weniger harmlose Schmutzwässer. Nach Entfernung der Faserstoffe und nach Aufenthalt in Absitzanlagen können diese Abwässer meist in die Vorflut geleitet werden, ohne daß hierdurch nennenswerte Mißstände zu befürchten sind.

Aus Pappfabriken stammende Abwässer enthalten oft beträchtliche Mengen fäulnisfähiger Stoffe. Diese Abwässer werden zweckmäßig in Absitzgruben gesammelt, und die abgeschiedenen Fasern werden zugleich mit der Hauptmasse des Wassers in den Betrieb zurückgenommen. Der Überschuß an Wasser fließt der Vorflut zu und kann nach Versuchen von K. Thumm (l. c.) in biologisch-chemischer Weise genügend gereinigt werden. Die beste chemische Klärung bei diesen Abwässern ist nach Thumm Kalk mit Eisenvitriol. Als alleiniges Fällungsmittel ist auch Ferrisulfat geeignet. Durch intermittierende Sandbehandlung (durch Chorleyfilter) lassen sich das überschüssige Eisen und die fäulnisfähigen Stoffe aus den Abwässern entfernen.

Literatur.

A. Pritzkow, Der augenblickliche Stand der Abwasserfrage in Sulfat-Zellstofffabriken. Vierteljahrs-

schrift für gerichtl. Med. und öffentl. Sanitätswesen. 1910, Bd. 40, 3. Folge, Heft 1.

A. Pritzkow, Einfluß einer oberhalb Tilsit bei Raginit zu errichtenden Zellstofffabrik auf die Wasserbeschaffenheit des Memelstromes. Mitteilg. v. d. Kgl. Prüfungsanstalt für Wasserversorg. usw. Heft 14, 1911, S. 119.

J. H. Vogel, Abwässer der Zellstoffindustrie. Zeitschrift f. angew. Chemie 1909, Bd. 22, S. 49.

9. Abwässer aus Leimfabriken.

Die Abwässer aus Leimfabriken sind je nach der Art der Fabrikation verschieden. Oft sind sie stark kalkhaltig und enthalten noch reichlich Abfälle von tierischen Häuten, Haaren u. dgl. Diese konzentrierten Abwässer sind stark fäulnisfähig und können in kleineren Gewässern erhebliche Übelstände bedingen. Von der Reinigung des Fettes mit Schwefelsäure, die in einzelnen Betrieben vorgenommen wird, entstehen saure Abwässer, jedoch meist nur in geringer Menge. Die verbleibenden festen Rückstände werden als Dünger verwendet. Die Leimfabrikabwässer müssen zunächst von den ungelösten Stoffen durch Absitzanlagen usw. möglichst befreit werden. Durch Berieselung lassen sich nach A. Pritzkow (l. c.) diese Abwässer reinigen, sofern man häufiger mit den Rieselflächen wechseln kann, um eine frühzeitige Verkrustung des Bodens durch das stark kalkhaltige Abwasser zu verhindern. Saure Abwässer sind zweckmäßig stets zu neutralisieren, bevor sie fortgeleitet werden sollen. Stark konzentrierte Abwässer sind zur Reinigung, wenn möglich, zu verdünnen.

Literatur.

Federschmidt, Über Fischsterben durch Einleitung ungeklärter Leimfabrikabwässer. Wasser und Abwasser Bd. 3, 1910/11, S. 355, Nr. 502.

10. Abwässer aus Wollwäschereien und -kämmereien, Appreturanstalten usw.

Die Reinigung der seifenhaltigen Wollwaschwässer bereitet gewisse Schwierigkeiten. Diese Abwässer sind am besten für sich zu behandeln. Die ungelösten Stoffe, namentlich die Fasern, werden durch Rechen, Siebe usw. möglichst weitgehend aus dem Abwasser entfernt und darauf zur Zersetzung der Seife mit Schwefelsäure angesäuert, wobei zur innigen Vermischung häufig noch Dampf oder Luft eingeblasen wird. Die angesäuerten Abwässer bleiben alsdann zweckmäßig in großen Absitzbehältern einige Zeit stehen. Der fettreiche Schlamm läßt sich technisch verarbeiten. Das Abwasser kann nach Neutralisation z. B. mit Kalkmilch nach J. Tillmans (l. c.) durch intermittierende Bodenfiltration oder durch das künstliche biologische Verfahren — am besten Tropfkörper oder zweistufige Füllkörper — weiter gereinigt werden. Bei starker Verdünnung des Abwassers mit dem Vorfluter ist meist eine biologische Behandlung nicht mehr erforderlich.

Literatur.

Wasser und Abwasser Bd. 6, 1912/13, S. 312 und Bd. 4, 1911, S. 532.

Lübbert, Neue Einrichtungen zur Reinigung von Abwässern aus Färbereien, Wollwäschereien usw. mit besonderer Berücksichtigung der Wiedergewinnung des Fettes und anderer Produkte. Gesundheits-Ingenieur 1909, Bd. 32, S. 640.

11. Seifenhaltige Abwässer.

Bei verhältnismäßig reinen Seifenabwässern, z. B. aus Wäschereien kann die Reinigung in Klärbrunnen

mit großen Reibungsflächen und sehr geringer Durchflußgeschwindigkeit geschehen. Der Abwassermenge entsprechend wird nach J. Tillmans (l. c.) automatisch Kalkmilch im Einlauf des Brunnens zugefügt. Der Chemikalienzusatz zum Abwasser ist am besten durch Versuche festzustellen. Nach Passieren eines Sandfilters von geringer Höhe sind diese geklärten Abwässer für die Praxis meist genügend gereinigt. Das Sandfilter ist von den Schwebestoffen möglichst frei zu halten. Auch eine gehörige Belüftung der Abwässer, bevor sie auf das Filter kommen, ist zweckmäßig. In vielen Fällen dürfte es sich empfehlen, konzentrierte Seifenabwässer nach Zusatz von Schwefelsäure bis zur schwach sauren Reaktion und Abscheidung der sich ausscheidenden Fettsäuren in einem geeigneten Fettfänger zu reinigen. Das anfallende Fett kann alsdann weiter verarbeitet werden.

Literatur.

Lübbert, Reinigung von seifenhaltigen Abwässern. Gesundheits-Ingenieur 1908, Bd. 31, S. 832 und

Heyd, Reinigung seifenhaltiger Abwässer *ibid.* 1909, Bd. 32, S. 395.

12. Abwässer aus der Textilindustrie und Färberei.

Die Abwässer der Textilindustrie sind je nach der Art des Betriebes verschieden. In der Regel sind es wenig konzentrierte Abwässer, welche nur selten fäulnisfähig sind. Häufig enthalten diese Abwässer chemische, aus den Operationsprozessen stammende Beimengungen, die fallende Eigenschaften aufweisen, wodurch in Absitzanlagen eine über das übliche Maß hinausgehende Wirkung erzielt werden kann. In der Mehrzahl der Fälle ist für die befriedigende Reinigung eine Trennung der Abwässer in der Weise notwendig, daß gleichartige Abwässer zusammengefaßt und so behandelt werden, daß das in ihnen enthaltene noch brauchbare Material wiedergewonnen wird. In erster Linie kommt die Abscheidung der Faserstoffe und der Fettsubstanzen in Betracht. Auf jeden Fall ist die Entfernung dieser Stoffe aus dem Abwasser erforderlich. Für die Fettabcheidung genügen bei Waschwässern meist Fettfänger, bei konzentrierten Wollwaschlaugen ist oft Schwefelsäure zur Fettausscheidung nötig.

Färbereiabwässer werden zweckmäßig mit anderen Abwässern vereinigt. Die völlige Entfärbung dieser Abwässer ist nicht selten schwierig und nur durch chemische Zuschläge möglich. Bildet sich hierbei ein feiner, flockiger Niederschlag, der sich nur schwer absetzt, so können nach Versuchen von K. Thumm (l. c.) durch Rieselung über künstlich aufgeschichtete Materialien grobflockige Ausscheidungen, welche sich z. B. durch einfache Sandfilter leicht abscheiden lassen, erhalten werden; dieses gilt sowohl für viele Farbrühen wie auch für verschiedene andere, Chemikalien enthaltende Abwässer, z. B. für gerbstoffhaltige Abwässer. Die Rieselei wie das künstliche biologische Verfahren sind als Reinigungsmethoden für Textilabwässer meistens nicht geeignet. Ist im Einzelfalle eine durchgreifende Reinigung dieser Abwässer geboten, so kommt an erster Stelle das Kohlebreiverfahren in ähnlicher Weise wie in Cöpenick in Betracht.

Literatur.

K. Reichle und C. Zahn, Bericht über die Prüfung des Trommelfilters — Fasernfängers. Mitteilungen a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasservers. usw. Heft 10, 1907. Wasser und Abwasser Bd. 2, 1909/10, S. 41 u. S. 335.

13. Abwässer aus Gasfabriken.

Gasfabrikabwässer sind häufig dunkelbraun gefärbt, von unangenehmem Geruch und enthalten vielfach freies Alkali, Cyan, Rhodan, Phenole, Teerstoffe usw. Die Reinigung dieser Abwässer ist schwer. In die städtische Kanalisation sollten Gasabwässer infolge ihrer teilweise giftigen Eigenschaften nur in großer Verdünnung mit häuslichem Abwasser eingeleitet werden. Eine nur sehr wenig durchgreifende Reinigungsmethode dieser Abwässer ist nach *J. Tillmans* (l. c.) die Versetzung mit Chemikalien mit anschließendem Absatzbetrieb. Sollen Gasabwässer nach dem biologischen Verfahren gereinigt werden, so müssen sie stark verdünnt werden. Selbst dann noch oder bei Vermischung mit städtischem Abwasser dürfen die Körper nur wenig belastet werden, wenn eine ausreichende Reinigung erlangt werden soll.

Literatur.

Radcliffe, Reinigung des Abwassers von Gasanstalten und chemischen Fabriken. Wasser u. Abwasser Bd. 3, 1910/11, S. 94, Nr. 163 u. Bd. 4, 1911, S. 82, Nr. 118.

14. Abwässer aus Ammoniakfabriken und aus Kokereien.

Infolge ihres nicht unerheblichen Kalkhydratgehaltes sind die Abwässer aus Ammoniakfabriken und Kokereien für die Vorflut recht nachteilig. Mehr oder weniger schädlich sind auch die in diesen Abwässern meist enthaltenen Cyan- und Phenolverbindungen. Nach Versuchen von *R. Weldert* ist eine gute Vermischung dieser Abwässer mit Flußwasser oder reinem Wasser in Verbindung mit Absatzanlagen und entsprechender Ableitung eine geeignete Beseitigungsart. Auch die Berieselung ist zuweilen zur Ausscheidung des Kalkes mit Erfolg angewandt worden, wie z. B. bei Kokereien im Sulzbachtal. Nach *R. Weldert* lassen sich diese Abwässer auch für Staubbundungszwecke verwenden.

Literatur.

R. Weldert, Über Staubbundung auf Straßen durch gewerbliche Abwässer. Vierteljahrsschr. f. gerichtl. Medizin u. öffentl. Sanitätswesen 1909, 3. Folge, Bd. 38, Heft 1.

Wasser und Abwasser Bd. 4, 1911, S. 537, Nr. 664 u. Bd. 6, 1912/13, S. 145, Nr. 195 u. S. 305, Nr. 415.

15. Kohlenwaschwässer.

Bei der Reinigung der Kohlenwaschwässer ist möglichst dafür Sorge zu tragen, daß durch geeignete Absatzanlagen eine weitgehende Abscheidung der Kohleteilchen als verwendbares Material erfolgen kann. Besitzt das von Kohle befreite Wasser keinen hohen Salzgehalt, so kann es zum Waschen weiterer Kohlenmengen wieder dienen. Die Konzentration der Abwässer ist von der Beschaffenheit der Kohle, in erster Linie von deren Schwefelgehalt abhängig. Kohlenwaschwässer enthalten keine fäulnisfähigen Substanzen. Für ihre Reinigung genügen nach *K. Thumm* (l. c.) Absatzanlagen bei mitunter mehrstündiger Aufenthaltsdauer, weil die feinsten Kohleteilchen nur allmählich absetzen. Erforderlich ist hierbei die Einrichtung einer leichten Entfernung des abgeschiedenen Kohlenschlammes. Vorteilhaft ist die Ausgestaltung der Absatzbecken mit Schlammentwässerungsdrainagen auf der Beckensohle, um nach Ablassen des Beckens den Schlamm entwässern zu können. Derartige Einrichtungen sind im übrigen für alle gewerblichen Abwässer anwendbar,

welche leicht drainierbaren, nicht zu tonigen Schlamm führen. Die Anwendung solcher Einrichtungen läßt sich ferner gut ausführen, wenn man gewöhnlichen Abwasserschlamm in reinem Wasser sich zersetzen läßt und das Produkt in dem betreffenden Raume zugleich auch stichfähig gewinnen will.

Literatur.

Fr. Müller, Klärung von Zechenabwasser im Emschergebiet, „Glückauf“ 1910, Heft 40, S. 1571. „Wasser u. Abwasser“ Bd. 5, 1912, S. 83, Nr. 96 u. S. 572, Nr. 795.

16. Abwässer aus den Kaliwerken.

Die Abwässer aus Kaliwerken weisen einen sehr hohen Salzgehalt auf, der vorwiegend durch Calcium- und Magnesiumchlorid bedingt ist. Mit den bislang gebräuchlichen Verfahren lassen sich diese Abwässer nicht reinigen. In der Regel werden sie ohne weiteres in die Flüsse eingeleitet, wodurch deren Gehalt an Salzen und Härtebildnern häufig wesentlich vermehrt wird. Für die Unterlieger an solchen Flüssen ist das salzreiche Wasser namentlich zu Wirtschaftszwecken und zum Kesselspeisen meist ungeeignet. Der Reichsgesundheitsrat hat sich mit der zweckmäßigen Beseitigung der Kaliabwässer näher befaßt, er empfiehlt, eine Erhöhung der Gesamthärte auf 50 deutsche Grade im Flußwasser als Grenze anzusehen. Außerdem werden folgende Maßnahmen vorgeschlagen, um einer Versalzung des Flußwassers möglichst vorzubeugen:

1. Einrichtung zweckmäßiger Verteilungseinrichtungen und Ablaufregeln für die Endlaugen,
2. Schaffung von Aufhaltebecken von genügender Größe für die Endlaugen der einzelnen Fabriken,
3. eine Anzahl von Kontrollen durch eine zu schaffende Zentraluntersuchungsstelle.

In letzter Zeit werden Kaliabwässer auch mit Erfolg zur Staubbundung auf Straßen, z. B. Frankfurt am Main verwendet. Infolge ihres hohen Gehaltes an Calcium- und Magnesiumchlorid, die bekanntlich sehr hygroskopisch sind, halten die Abwässer die Straßen feucht und binden hierdurch den Staub. Nach *J. Tillmans* besteht die beste Lösung der Kaliabwasserfrage darin, daß es der Technik gelingt, geeignete Verfahren zur Beseitigung und nutzbringenden Verwendung der Kaliendlaugen zu finden, daß sie wirtschaftlich ausgenutzt werden können; bis dahin ist die Ableitung der Kaliabwässer in die öffentlichen Flußläufe für die Kaliindustrie eine wichtige Lebensfrage; andererseits ruft diese Ableitung der Endlaugen in die Flußläufe gewisse Schädigungen hervor, so daß im Interesse der Flußanlieger die vom Reichsgesundheitsrat oben angegebenen Grenzen auf alle Fälle inne gehalten werden müssen.

Literatur.

Ohlmüller, Fränken, Gaffky, Gutachten des Reichsgesundheitsrates über den Einfluß der Ableitung von Abwässern aus Chlorkaliumfabriken auf die Schunter, Oker und Aller, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 1907, Bd. 25, Heft 2.

O. Spitta, Gutachten des Reichsgesundheitsrates, betr. die Versalzung des Wassers von Wipper und Unstrut durch Endlaugen aus Chlorkaliumfabriken, Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamte, 1911, Bd. 38, Heft 1.

Tjaden, Die Beseitigung der bei der Kaligewinnung im Weserstromgebiete entstehenden Abwässer und die Wasserversorgung der Stadt Bremen 1912.

H. Beckurts, Die wissenschaftlichen Forschungen über die Natrium- und Magnesiumsalze in den Ge-

wässern des Elb- und Weserstromgebietes, Kali 1912, S. 337.

Dunbar, Die Abwässer der Kaliindustrie, München u. Berlin 1913.

B. Wagner, Allgemeines über die Versalzung der Flußläufe durch Abwässer aus Kalifabriken und Kalischächten. Chem. Zeitg. 1912, S. 1262; ferner Wasser u. Abwasser Bd. 6, 1912/13, S. 61, Nr. 83 u. S. 120, Nr. 172 u. S. 211, Nr. 285 u. S. 213, Nr. 288 u. S. 412, Nr. 586 u. 587 u. S. 417, Nr. 597 u. 598.

J. Tillmans u. A. Splittgerber, Die Kaliabwässerfrage, „Wasser u. Gas“ Bd. 1912/13, S. 313.

J. H. Vogel, Die Abwässer aus der Kaliindustrie, ihre Beseitigung sowie ihre Einwirkung in und an den Wasserläufen, Berlin 1913.

17. Beizereiabwässer.

Bei Eisenbeizen kommen für gewöhnlich säurehaltige Abwässer in Frage, welche mit Kalk oder Eisenspänen behandelt werden. Das sich hierbei bildende Eisenoxydul wird durch starke Belüftung in Eisenoxyd übergeführt. In Messingbeizereien wird der durch Eisen ausgefällte Kupferschlamm nach dem Wolfholzschen Verfahren auf Kupfer verarbeitet. Hat der betreffende Vorfluter ein verhältnismäßig großes Säurebindungsvermögen, so kann man mitunter die säurehaltigen Abwässer ohne weitere Behandlung in den Fluß ableiten. Nach *K. Thumms* Untersuchungen sind Beizereiabwässer auch gute Fällungsmittel für andere Abwässer, insbesondere für Farbstoffabwässer. In England werden Beizereiabwässer häufig eingedampft, behufs Wiedergewinnung der Säure.

Literatur.

Wasser und Abwasser Bd. 5, 1912, S. 83, Nr. 96 u. S. 451, Nr. 604 u. Bd. 6, 1912/13, S. 225, Nr. 300.

18. Abwässer aus Celluloid- und Kunstseidefabriken.

Die Celluloidfabriken liefern vorwiegend säurehaltige (Salpeter- und Schwefelsäure) Abwässer vom Waschen des nitrierten Papierstoffes. Bisweilen sind in den Abwässern auch Faserstoffe, Reste von Farbstoffen vom Färben des Celluloids und andere organische Substanzen enthalten. Nachteilig bei diesen Abwässern sind in erster Linie die Mineralsäuren. Die Abwässer der Kunstseidefabriken werden je nach dem angewandten Arbeitsverfahren ähnlich saure Beschaffenheit besitzen. Sie können aber auch einen höheren Gehalt an Alkalien, Ammoniak-, Kupfer- und Natriumverbindungen und anderen mehr oder minder nachteiligen Stoffen aufweisen. Die Reinigung dieser Abwässerarten ist nach *A. Pritzkow* (l. c.) vorwiegend chemisch, und zwar durch Neutralisation oder Fällung. Am besten sind zunächst Versuche zur Unschädlichmachung der Abwässer im kleinen anzustellen.

Literatur.

Über Celluloidherstellung vergl. *H. Ost*, Lehrbuch der chemischen Technologie. 6. Aufl. Hannover 1907. — *Sücern*, Die künstliche Seide. 2. Aufl. Berlin 1907.

19. Abwässer von Fabriken zur Herstellung photographischer Papiere und Bilder.

Die Abwässer von Fabriken zur Herstellung photographischer Papiere und Bilder sind zweckmäßig zu trennen, und zwar in konzentrierte Abwässer und Waschabwässer. Die ersteren enthalten je nach den angewandten Verfahren die verschiedensten chemischen Stoffe, wie Säuren, Laugen, Schwefelverbindungen usw. *A. Pritzkow* empfiehlt entweder Ableiten der konzen-

trierten Abwässer in die Kanalisation, wobei sich im allgemeinen keine Schwierigkeiten einstellen, oder besondere Behandlung dieser Abwässer. Zur Reinigung der konzentrierten Abwässer schlägt *Pritzkow* folgendes vor: Die sehr konzentrierten Abwässer der Färbemaschinen, Rückstandeaufarbeitung werden durch im einzelnen auszuprobierende Behandlung von den Säuren, Laugen und schädlichen Stoffen befreit. Unter Umständen lohnt sich auch die Wiedergewinnung der wertvollen Substanzen. Die resultierenden, ferner die konzentrierten Abwässer, bei denen eine derartige Behandlung unzweckmäßig ist, werden in ein Sammelbecken geleitet. In diesem können sich die einzelnen Wasserarten mischen, umsetzen und soweit wie möglich neutralisieren. Die hier abfließenden Wässer würden mit den in einem besonderen Klärbecken von den Schwebestoffen zu befreienden Waschwässern gemischt werden und können alsdann öffentlichen Gewässern zugeführt werden.

Literatur.

A. Pritzkow, Abwäasserbeseitigung einer Fabrik photographischer Papiere und Bilder. Mitteilg. a. d. Kgl. Prüfungsanstalt f. Wasserversorg. u. Abwäasserbeseitig. 1911, Heft 14, S. 103.

20. Cyanhaltige Abwässer.

In verschiedenen Zuckerraffinerien wird die Melasse auf Cyan verarbeitet. Hochofengase werden häufig durch Waschen mit Wasser von ihren Verunreinigungen befreit und alsdann wieder im Betrieb benutzt. Die bei diesem Waschprozeß anfallenden Abwässer sind meist sehr cyanhaltig. Zur Beseitigung des Cyans aus dem Abwasser machen *Rubner* und *von Buchka* folgende Vorschläge: Die cyanhaltigen Abwässer werden in Gruben geleitet. In das Abwasser hängt man Säcke mit Eisenvitriol hinein, der von dem warmen Abwasser schnell gelöst wird; man fügt darauf Natronlauge hinzu, säuert nach einiger Zeit mit Schwefelsäure schwach an und rührt das Gemisch durch kräftiges Lufteinblasen sorgfältig durch. Die Menge der chemischen Zuschläge richtet sich nach dem Cyangehalt des betreffenden Abwassers. Der Grubeninhalt wird darauf durch Filterpressen gedrückt. Ist das Abwasser trübe oder sind noch Cyanverbindungen zugegen, so wird der Reinigungsprozeß wiederholt. Der Blauschlamm, welcher mit ca. 70 % Wasser aus den Pressen gelangt, wird in Pfannen getrocknet und besitzt einen Gehalt an Ferrocyankalium von 40—45 %.

Literatur.

M. Rubner u. K. von Buchka, Gutachten des Reichsgesundheitsrates über die Ableitung cyanhaltiger Abwässer der Zuckerfabrik Dessau in die Elbe. Arbeiten a. d. Kaiserl. Gesundheitsamt 1908, Bd. 28, S. 338.

P. Lehnkering u. L. Diesfeld, Fischvergiftungen durch Cyanverbindungen in den Abwässern von Eisenwerken. Wasser u. Abwasser 1912, Bd. 5, S. 1.

21. Abwässer aus Bleichereien.

Bei Bleichereien kommen hauptsächlich in Betracht alkalische Kocherlaugen, ferner saure und chlorkalkhaltige Abwässer. Die unangenehmsten Abwässer sind die stark alkalischen Kocherlaugen. Nach *K. Thumm* (l. c.) ist eine oberflächliche Reinigung dadurch zu erreichen, daß man die alkalischen Flüssigkeiten in Aufhaltebecken aufspeichert, die sauren allmählich zufügt und alsdann im Absitzbecken klärt. Das so vorbehandelte Abwasser kann darauf durch das biologische Verfahren weiter gereinigt werden. Nach einem pa-

tentierten Verfahren von *Keller* (Stuttgart) kann die alkalische Kocherlauge durch Zusatz von Kalk wieder verwendbar gemacht werden.

Literatur.

H. Keller, Wiederverwendbarmachen der zum Abkochen von Baumwolle und Baumwollwaren in der Baumwollbleicherei benutzten alkalischen Flüssigkeiten. Chem. Zeitg. 1909, chem.-techn. Repert., S. 627, Wasser und Abwasser 1912/13, Bd. 6, S. 319, Nr. 429.

Besprechungen.

Einstein, Albert, und Marcel Großmann, Entwurf einer verallgemeinerten Relativitätstheorie und einer Theorie der Gravitation. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. 38 S. Preis M. 1,20.

Die Frage nach dem Wesen der Gravitation hat zwei Jahrhunderte geschlafen. *Newton*, der das Gesetz der Gravitationswirkung festgestellt hatte, hat sich keineswegs damit beruhigt, sondern das Bedürfnis gefühlt, die merkwürdige, über den leeren Raum wirkende Attraktionskraft in ihrem Wesen näher zu ergründen. Aber die folgenden Generationen standen vor der gewaltigen Aufgabe, die Folgerungen des Gesetzes an der Fülle der astronomischen Erscheinungen zu prüfen; die Größe der hierzu nötigen Arbeit und die Freude über den Erfolg sättigten die Geister. Das Newtonsche Gesetz galt als letzte Erkenntnis, alle anderen Naturgesetze sollten darauf zurückgeführt werden; nur ganz selten fühlte ein Forscher den Trieb, das Gesetz selbst als etwas Merkwürdiges, der Erklärung Bedürftiges auf tiefere Grundlagen zu stellen.

Die neuere Physik hat es aufgegeben, alle Naturgesetze auf Attraktionskräfte Newtonscher Art zurückzuführen. Die Ideen der „Nahwirkung“, welche *Faraday* und *Maxwell* bei der Deutung der elektromagnetischen Vorgänge geleitet haben, haben sich so bewährt, daß eine unvermittelte Fernwirkung heute als fast abstrus erscheint. Ein Nahwirkungsgesetz bringt zum Ausdruck, daß nur unmittelbar benachbarte Stellen eines Körpers aufeinander wirken können; es hat die mathematische Form einer partiellen Differentialgleichung. Zweifellos befriedigt ein solches Gesetz den menschlichen Geist mehr, als die Vorstellung, daß eine Wirkung zeitlos den leeren Raum überspringen soll. Typische Nahwirkungsgesetze sind die elastischen Bewegungsgleichungen. Vor allem aber läßt sich die Gesamtheit unserer elektrodynamischen Erfahrungen in befriedigendster Weise durch Nahwirkungsgesetze darstellen.

Nur die Gravitation selbst fällt aus dem Rahmen der heutigen Anschauung heraus. Wohl läßt das Newtonsche Gesetz sich formal in ein Nahwirkungsgesetz umrechnen; schon *Maxwell* aber hat erkannt, daß die Deutung der Nahwirkungsformeln erhebliche Schwierigkeiten bietet, indem sich die Gravitationsenergie als negativ erweist, wenn man nicht dem von Gravitationskräften freien Raume eine gewaltige positive Energie zuschreiben will.

Der Drang nach Vereinheitlichung der Naturgesetze, welcher *A. Einsteins* ganzes Forschen kennzeichnet, hat ihn auf das Gravitationsproblem hingedrängt. Nachdem es ihm gelungen war, durch Aufstellung des sogenannten Relativitätsprinzips in die Elektrodynamik Ordnung und Einheit zu bringen, mußte es ihm unerträglich erscheinen, daß eine so universelle Naturkraft wie die Gravitation sich dem Gefüge der übrigen Gesetze entzog. Er hat dann in

Wetteifer mit anderen Forschern, unter denen vor allem *Abraham*, *Nordström* und *Mie* zu nennen sind, eine Theorie der Gravitation entwickelt, die an Kühnheit seine früheren Taten weit hinter sich läßt. Eine Skizze dieser Theorie, an deren mathematischer Ausgestaltung sich Herr *M. Großmann* beteiligt hat, liegt in einer bei B. G. Teubner erschienenen Broschüre vor.

Von dem Inhalte dieser Abhandlung dem Nichtfachmann ein Bild zu machen, ist außerordentlich schwer; ich muß mich mit wenigen Andeutungen begnügen.

Einsteins Ausgangspunkt ist eine ganz konkrete Tatsache, die, ihrer Einfachheit wegen wenig beachtet, doch durch die genannten Beobachtungen (besonders von *B. Eötvös*) sichergestellt ist. Man kann sie so aussprechen: Träge Masse und schwere Masse sind proportional. Die träge Masse ist ein Maß für den Widerstand, den die Körper beschleunigenden Wirkungen entgegensetzen; die schwere Masse ist ein Maß für die Kraft, die die Körper an derselben Stelle des Gravitationsfeldes erfahren (ein Körper ist z. B. doppelt so schwer als der andere, wenn er, auf eine Federwaage gelegt, diese doppelt so stark komprimiert als der andere). Nun weiß man: alle Körper fallen im Vakuum gleich schnell, ihre Beschleunigungen unter der Schwerkraft sind gleich. Daraus folgt, daß im selben Verhältnis, als ein Körper schwerer ist (eine größere schwere Masse hat), sein Trägheitswiderstand (seine träge Masse) zunimmt. *Einstein* bekennt seine Überzeugung, daß dieses Gesetz in aller Strenge erfüllt sei.

Wie kommt es nun aber, daß dieses einfache Gesetz sich nur mühsam, unter Aufbietung eines gewaltigen mathematischen Apparates, mit der Forderung einer Nahwirkungstheorie der Gravitation vereinigen läßt? Dies liegt an zwei Sätzen, die die moderne theoretische Physik als ihre fundamentalsten Erfolge betrachtet und an denen *Einstein* ebenfalls festhalten will. Der erste dieser Sätze lautet: Trägheit und Energie sind identisch; der zweite lautet: Energie ist ein relativer Begriff. Um den Inhalt dieser Behauptungen zu verdeutlichen, muß ich an gewisse Resultate der Relativitätstheorie anknüpfen. Die Betrachtung eines von elektromagnetischer Strahlung erfüllten Hohlraumes hat zuerst gelehrt, daß der elektromagnetischen Energie Trägheit zugeschrieben werden muß; man sieht nämlich leicht ein, daß die in dem Hohlraum befindliche Strahlung sich einer Beschleunigung desselben widersetzt, indem dabei der Strahlungsdruck auf die Hinterwand steigt, der auf die Vorderwand sich verringert. Die Verallgemeinerung dieses Umstandes, die durch das Relativitätsprinzip nahegelegt wurde, hat dazu geführt, Energie jeder Art Trägheit zuzuschreiben; und zwar ist die träge Masse numerisch gleich der durch das Quadrat der Lichtgeschwindigkeit dividierten Energie. Die hierdurch gewonnene Vereinheitlichung der Begriffe und Erkenntnis neuer Zusammenhänge sind so groß, daß man an diesem Satze unbedingt festhalten wird. Der zweite Satz von der Relativität der Energie ist am besten zu verstehen, wenn man an die kinetische Energie einer bewegten Masse denkt; diese ist offenbar in dem Sinne relativ, daß ihr Wert von der Bewegung des Beobachters abhängt. Die kinetische Energie wird gemessen durch das Produkt der halben Masse in das Quadrat der Geschwindigkeit; die Geschwindigkeit ist aber offenbar relativ, sie ist z. B. für einen mitbewegten Beobachter gleich Null. Das Relativitätsprinzip verlangt nun eine solche Relativität für jede Art von Energie; diese

ist keine absolute Größe, sondern sinkt zu einer Komponente einer übergeordneten physikalischen Größe (des Energie-Spannungstensors) herab.

Kombinieren wir nun diese beiden Sätze mit der Forderung, daß schwere und träge Masse übereinstimmen sollen, so folgt daraus sofort die Identität der schweren Masse mit der Energie und ihre Relativität. Jede Art Energie, auch elektromagnetische oder die Gravitationsenergie selbst, muß also schwer sein; ihr Wert aber ist nur relativ zu einem bestimmten Beobachter anzugeben. Hieraus erhellt, welche Schwierigkeiten der neuen Theorie entgegenstehen; die schwere Masse verliert gewissermaßen ihren substantiellen Charakter und verflüchtigt sich zu einem mathematischen Hilfsbegriffe.

Einstein hat erkannt, daß alle seine Forderungen sich nur aufrechterhalten lassen, wenn man die strenge Gültigkeit des Relativitätsprinzips in endlichen Räumen aufgibt; es gilt nur noch im unendlich kleinen (wobei aber, da als Längenmaß der vom Lichte in einer Sekunde zurückgelegte Weg anzusehen ist, noch ganz gewaltige astronomische Räume als physikalisch unendlich klein zu gelten haben). Hat man zwei verschiedene Raumstellen, so gilt in der unmittelbaren Umgebung einer jeden noch das Relativitätsprinzip, aber mit zwei verschiedenen Werten der Lichtgeschwindigkeit (die ja bekanntlich die Relativitäts-Transformationen charakterisiert). So ist also die Lichtgeschwindigkeit als räumlich veränderlich anzusehen. Einstein hat bereits in seiner ersten Arbeit über diesen Gegenstand den Schritt getan, die veränderliche Lichtgeschwindigkeit mit derjenigen Raumfunktion zu identifizieren, um die es sich hier handelt: dem Gravitationspotential. Man sieht, wie hier eine Vereinheitlichung und Verschmelzung von Größen scheinbar äußerst verschiedener Art mit großer Kühnheit vorgenommen wird. Die neue Theorie erlaubt einen so einfachen Ansatz (Lichtgeschwindigkeit = Gravitationspotential) nicht; es zeigt sich, daß die Gravitation bei Aufrechterhaltung aller der genannten Forderungen sich gar nicht aus dem Potential ableiten läßt, sondern daß dazu ein vierdimensionaler Tensor (mit 10 Komponenten) nötig ist. Dieses, in jedem Raumpunkte vorhandene Tensorgebilde ist das Gerüst der ganzen Theorie. Raum und Zeit im gewöhnlichen Sinne verschwinden ganz; sie sind nur definiert relativ zu dem Gravitationstensor, jeder Raum-Zeit-Punkt hat gewissermaßen sein eigenes Maß für Länge und Zeit je nach dem dort herrschenden Schwerefeld. Alle Gesetze der Physik haben nur eine relative Geltung bezüglich des Gravitationstensors. Die Aufstellung der Bewegungsgesetze der Materie gemäß diesen Ideen wird von Einstein mit großem Scharfsinn durchgeführt; das umgekehrte Problem, wie das Schwerefeld von der vorhandenen Materie abhängt, findet keine so befriedigende Lösung.

Es ist ganz unmöglich, an dieser Stelle eine Vorstellung von den äußerst komplizierten Gesetzen zu geben, die nach Einstein den Zusammenhang der Gravitation mit der Bewegung der Materie und der Elektrizität darstellen. Nur auf einen Punkt der Theorie will ich noch hinweisen. Bekanntlich erfordert das gewöhnliche Trägheitsgesetz, damit es überhaupt einen Sinn hat, die Angabe eines Bezugssystems; wie nun dieses Bezugssystem zu definieren sei, darüber hat es manchen Streit gegeben. Das Trägheitsgesetz enthält fraglos den Begriff der absoluten Beschleunigung, und dies ist von vielen als ein Mangel der Mechanik, die sonst nur relative Wirkungen kennt, empfunden wor-

den. Auch die neue relativistische Mechanik hat daran nichts geändert.

E. Mach hat darum in aller Bestimmtheit die Forderung gestellt, daß aus der Mechanik die absoluten Beschleunigungen zu verbannen seien; auch die Trägheit soll eine von der Gesamtheit der übrigen Körper bedingte Wirkung sein. Einsteins Theorie erfüllt nun, wie der Autor besonders hervorhebt, diese Forderung von Mach.

Einsteins Theorie ist neuerdings von Mie angegriffen worden, der selbst eine Gravitationstheorie aufgestellt hat. Ich kann auf diese Polemik hier nicht eingehen. Bezüglich der Mieschen Theorie will ich nur sagen, daß in dieser die strenge Proportionalität zwischen schwerer und träger Masse aufgegeben wird; die Forderung wird auf kleine Geschwindigkeiten beschränkt. Dafür gewinnt Mie den Vorteil, das Relativitätsprinzip in vollem Umfange aufrechtzuerhalten. Sehr bemerkenswert sind auch die Ansätze Nordströms.

Gibt es nun zwischen allen diesen Theorien eine experimentelle Entscheidung?

Leider liegen die Verhältnisse hierfür sehr wenig günstig; die Abweichungen der Theorien voneinander und von der klassischen Fernwirkungstheorie Newtons sind praktisch bedeutungslos. Nur eine Erscheinung gibt es, von der man eine Entscheidung erwarten könnte. Nach der Einsteinschen Theorie hängt nämlich, wie wir sahen, die Lichtgeschwindigkeit vom Gravitationspotential ab; nach Mie ist das nicht der Fall. Daher muß nach Einstein ein Lichtstrahl, der von einem Fixstern kommend nahe an der Sonne vorbeigeht, durch die gewaltige Gravitationswirkung eine Ablenkung erfahren. Einstein hofft, daß die nächste totale Sonnenfinsternis Gelegenheit geben wird, nach einer solchen Ablenkung zu suchen.

Auch wenn dieses Experimentum crucis fehlschlägt, sei es, daß die Ablenkung sich der Beobachtung entzieht, sei es, daß sie als sicher nicht vorhanden nachgewiesen wird, wird man Einsteins kühner Theorie die Bewunderung nicht versagen können. Die ungeheure Kraft der Abstraktion und Verallgemeinerung, die ihr Autor darin offenbart, können auf den Leser, der vor der Komplikation der Formeln nicht zurücksteht, ihre Wirkung nicht verfehlen. M. Born, Göttingen.

Allen, H. Stanley, Photo-Electricity, the liberation of electrons by light, with Chapters on Fluorescence, Phosphorescence and photochemical Actions and Photography. London, Longmans, Green and Co., 1913. Preis 7 sh. 6 p.

Dies Buch behandelt ein physikalisches Spezialproblem, nämlich die Abspaltung von Elektronen bei der Absorption des Lichtes und eine Reihe weiterer mit dieser Elektronenemission verknüpfter Fragen. Es ist im wesentlichen nach chronologischen Gesichtspunkten geschrieben und gibt eine im allgemeinen recht objektive Darstellung von der Entwicklung dieses Gebietes, dessen Literatur einen außerordentlich großen Umfang besitzt, so daß eine zusammenfassende Monographie von erheblichem Werte ist.

Die lichtelektrische Elektronenemission bietet in mancher Hinsicht auch für weitere Kreise ein Interesse: Sie liefert uns nach den Untersuchungen Elsters und Geitels ein neues photometrisches Meßverfahren, das sich in letzter Zeit mit Erfolg in die Praxis, z. B. in der Astronomie, einbürgert und vielleicht ist sie in Zukunft einmal zur Lösung des großen Problems berufen, die Energie des Sonnenlichtes direkt in elektrische Energie umzusetzen, ohne daß irgendwelche

mechanische Zwischenglieder erforderlich sind. Der Nutzeffekt beträgt allerdings heute selbst in den günstigsten Fällen nur einige Prozent, aber die Möglichkeit einer Steigung der Ausbeute ist durchaus nicht von der Hand zu weisen.

R. Pohl, Berlin.

Feldhaus, Franz M., Leonardo der Techniker und Erfinder. Jena, Eugen Diederichs, 1913. 8°. 166 S., 131 Abb. und 9 Tafeln im Text. Preis geh. M. 7,50, geb. M. 10,—.

Der Verfasser des vorliegenden Buches hat es sich bekanntlich zur Lebensaufgabe gemacht, die Geschichte der Technik zu pflegen. Eine große Anzahl Veröffentlichungen aus seiner Feder haben bereits erkennen lassen, daß er alle Eigenschaften in sich vereinigt, um diese Aufgabe nach Möglichkeit zu lösen.

In dem hier angezeigten Werk bietet er dem Leser eine Monographie von klassischer Wichtigkeit. *Leonardos* Universalität ist ja freilich jedem Deutschen wohl vertraut, aber doch mehr durch allgemeine biographische Schilderungen und nicht auf Grund eingehender Darstellungen der spezifisch technischen Gedankenwelt dieses Mannes, der in sich gleichsam den Grundstock aller gelehrten, künstlerischen und technischen Bildung seines Zeitalters vereinigte.

Feldhaus' Werk gibt uns in nicht ermüdendem Umfang einen Einblick in *Leonardos* technischen Gedankenkreis. Der *Künstler Leonardo* war wie keiner seiner Vorläufer besonders befähigt, seine technischen Entwürfe in die Weltsprache der Ingenieure, die Zeichnung, umzusetzen. So ist es in vielen Fällen zugleich ein künstlerischer Genuß, eine Auswahl der Entwürfe des Meisters der *Giaconda* hier vereinigt zu sehen.

Auch auf dem Sondergebiet der Technik ist *Leonardo* universell. Alle möglichen Fragen haben ihn beschäftigt: fortifikatorische und ballistische Probleme, Maschinen und Werkzeuge, feinmechanische und musikalische Instrumente, Uhren und chemische Apparate, Schwimmvorrichtungen und Taucheranzüge, Fallschirme und Flugmaschinen. Mit letzteren hat sich *Leonardo* recht eingehend beschäftigt; die hierauf bezüglichen Skizzen sind für unser Zeitalter von besonderem Interesse. Als geeignetes Modell für die Flügel empfiehlt er die der Fledermaus, als bewegendende Kraft sollen die Beinmuskeln der Flieger dienen. Man erinnert sich unwillkürlich daran, daß auch *Benvenuto Cellini* den Bau der Fledermaus nachahmen wollte, um aus der Engelsburg zu entfliehen.

Es sei noch besonders hervorgehoben, daß der Verlag dem Buche eine besonders würdige Ausstattung in bezug auf Druck und Abbildungen gegeben hat.

F. Göpel, Charlottenburg.

Moritz, F., Les Moteurs thermiques dans leurs rapports avec la Thermodynamique. Paris, Gauthier-Villars, 1913. 297 S., 115 Abbildungen und 1 Tafel. Preis Frs. 13,—.

Der Verfasser geht in seinem Werke von der Behandlung der beiden Hauptsätze der Thermodynamik aus und bespricht sodann die wärmetechnischen Grundlagen der Verbrennungsmaschinen, Kolbendampfmaschinen und Dampfturbinen. Er bemüht sich den Stoff derart zu verarbeiten, daß für das Verständnis des Werkes nur allgemeine physikalische Vorkenntnisse erforderlich sind.

Die ersten beiden Abschnitte befassen sich mit den Hauptsätzen der Thermodynamik und deren Anwendung auf die wichtigsten Zustandsänderungen der Gase und Dämpfe. Den Darlegungen liegt immer die Be-

trachtung umkehrbarer Vorgänge zugrunde, nur für diese sind die mitgeteilten Gleichungen und Folgerungen gültig. Auf Seite 16 steht: „Toutes les transformations que nous envisagerons dans cet ouvrage seront supposées réversibles.“ Demgegenüber muß betont werden, daß die Zustandsänderungen in den Dampfturbinen nichts weniger als umkehrbar sind! Ebensowenig darf der Verbrennungsvorgang kurzerhand als umkehrbar bezeichnet werden! Bei der Behandlung des II. Hauptsatzes hätte die Rolle der Entropie als Kriterium für die Umkehrbarkeit eines Vorganges Erwähnung finden sollen.

Während die ersten beiden Abschnitte einer Ergänzung und Berichtigung bedürfen, bieten die folgenden Kapitel manches Interessante und Beachtenswerte. Das III. Kapitel befaßt sich mit den Verbrennungsmaschinen, wobei zunächst die „Explosion“ ohne und mit Vorverdichtung, dann das Gleichdruckverfahren und schließlich die sog. „atmosphärische“ Maschine behandelt wird. Dabei wird allerdings überall konstante spezifische Wärme angenommen. Der Vergleich zwischen Verbrennung bei konstantem Volumen und bei konstantem Druck wird auf etwas einseitiger Basis geführt und wäre in dieser Form besser unterblieben.

Im IV. Abschnitt (Kolbendampfmaschinen) wird zunächst der Idealvorgang nach *Rankine* im Arbeits- und im Wärmediagramm in klarer Weise besprochen, sodann werden die verschiedenen Verluste erörtert.

Das V. Kapitel hat die Strömung des Dampfes durch Düsen zum Gegenstand. Nach Aufstellung der Hauptgleichungen wird die Strömung mit und ohne Berücksichtigung der Reibungswiderstände besprochen. Die eigentümliche Rolle der „Schallgeschwindigkeit“ wird klar hervorgehoben.

Der VI. Abschnitt behandelt in ausführlicher Weise die Thermodynamik der Dampfturbinen — hauptsächlich im Anschlusse an die Arbeiten von *Stodola*, *Rateau* und *Lelong*. Der Verfasser erörtert die Arbeitsweise der wichtigeren Bauarten, wobei der Verlauf der Wirkungsgrade in graphischen Darstellungen klar veranschaulicht wird. Für die praktische Berechnung werden gut brauchbare Verfahren entwickelt, u. a. wird eine von *Parsons* herrührende Formel abgeleitet, die den Dampfverbrauch von Überdruckturbinen zu errechnen gestattet. Bei den Berechnungen wird stets das Temperatur-Entropie-Diagramm benutzt, das *Mollier*-Diagramm wird nur kurz erwähnt. Schade, daß der Verfasser nicht versucht hat, die wirkliche Arbeit im *p/v*-Diagramm darzustellen! Die Nichtumkehrbarkeit des Expansionsvorganges tritt nämlich dabei besonders deutlich hervor. Im übrigen kann gerade dieser Abschnitt, da er auch mehrere Zahlenbeispiele bringt, zum Studium bestens empfohlen werden.

Am Schlusse des Bandes werden noch einige Hilfsprobleme kurz behandelt: die Integration eines Differentials von zwei unabhängigen Variablen, die Schallgeschwindigkeit in Gasen und schließlich der Impulsatz.

Die Darstellung ist überall klar und anregend. Das Buch ist geeignet, den Leser mit den wichtigsten thermodynamischen Grundlagen der Kraftmaschinen vertraut zu machen.

G. Zerkowitz, Aachen.

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer Komet, der erste in diesem Jahre, ist am 29. März auf der Sternwarte Bothkamp bei Kiel von dem Astronomen und Leiter der Sternwarte

Dr. *Kritzing* entdeckt worden. Dieser Komet 1914 a ist von der 10. Größenklasse, also nur im Fernrohr sichtbar; seine Position ist am 22. April in Rektaszension bei 17 h 35 m und in Deklination 7¼° nördlich vom Himmelsäquator. Nach der neuesten Bahnberechnung aus drei Beobachtungen in Wien, Uccle und Bothkamp haben sich für den Kometen 1914 a parabolische Elemente ergeben. Erst am 31. Mai kommt derselbe in Sonnennähe und bis dahin nimmt seine Helligkeit zu; am 22. April wird er von der 9½. Größenklasse sein und wahrscheinlich überhaupt nur ein teleskopischer Komet bleiben, allerdings mit deutlicher Schweifentwicklung. —

Besondere Beobachtungen bei Gelegenheit der totalen Sonnenfinsternis vom 21. August d. J. empfehlen in Nr. 4724 der *Astronomischen Nachrichten* *F. Hayn* (Leipzig) und *E. Freundlich* (Berlin-Babelsberg). *F. Hayn* gibt für alle Messungen, bei denen eine Kenntnis des Mondprofils nötig ist, die entsprechenden selenographischen Koordinaten. Einwandfreie Kontaktbeobachtungen von Sonne und Mond sind bei einer totalen Sonnenfinsternis deshalb wichtig, weil ein einwandfreier Ort des Neumondes für die Erforschung der Bahnbewegung unseres Satelliten sehr nützlich und selten erhältlich ist. *F. Hayn* empfiehlt photographische Aufnahmen der Finsternis, um die Fehler der Sinneswahrnehmung möglichst zu vermeiden. *E. Freundlich* macht darauf aufmerksam, daß bei Gelegenheit der nächsten totalen Sonnenfinsternis zugleich ein schwacher Fixstern 7,3. Größe (Bonner Durchmesserung $+12^{\circ}$, 2138) vom Monde bedeckt wird. Zugleich wird dazu aufgefordert, bei Beobachtung dieser Bedeckung die Frage zu untersuchen, ob die Lichtstrahlen in unmittelbarer Nähe der Sonne etwa eine Ablenkung erfahren, wie dies besonders durch die von *L. Courvoisier* aufgestellte Annahme einer „kosmischen Strahlenbrechung“ nicht unwahrscheinlich ist. *E. Freundlich* hat nun diese Sternbedeckung für einige Punkte der Totalitätszone vorausberechnet und teilt die Ergebnisse seiner Rechnung mit. Besonders für Expeditionen nach Armenien liegen die Beobachtungsbedingungen günstig und es wird zum Schluß noch darauf hingewiesen, daß infolge etwaiger kosmischer Refraktion sich eine Verspätung der Sternbedeckung während der totalen Sonnenfinsternis von etwa 12 Zeitsekunden ergeben könnte. —

Die Verteilung der Sternengeschwindigkeiten behandelt *E. v. d. Pahlen* (Potsdam) in Nr. 4725 der *Astronomischen Nachrichten* unter neuen kritischen Gesichtspunkten, angeregt durch Professor *Schwarzschild*. Die neuesten Untersuchungen über die Eigenbewegung der Fixsterne zeigen, daß die Verteilung der Sternengeschwindigkeit im Raume eine gewisse Gesetzmäßigkeit verrät. Nach den Forschungen von *Eddington* und *Schwarzschild* lassen sich zwei nach bestimmten Richtungen gehende Sternströme annehmen, deren Verhalten sich dem Maxwell'schen Gesetze von der Verteilung der Geschwindigkeiten für Gasmoleküle anschließt. Man kann ferner nach Analogie der Gastheorie jede Sternengeschwindigkeit durch einen sogenannten „Geschwindigkeitspunkt“ darstellen und die räumliche Dichtigkeitsverteilung aller solcher Punkte, die den in einem Raumgebiete vorhandenen Sternengeschwindigkeiten entsprechen, den „Geschwindigkeitskörper“ der Sterne dieses Gebiets nennen. Als dann läßt sich mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit zeigen, daß die Geschwindigkeitskörper der Sterne in allen Raumteilen gleichartig, ja sogar identisch sind. An Hand des Boßschen Sternkataloges hat Professor *Schwarzschild*

tatsächlich nachgewiesen, daß die Gestalt des Geschwindigkeitskörpers dieselbe bleibt, aus welchen Raumgebieten auch die Sternengeschwindigkeiten genommen werden. *E. v. d. Pahlen* versucht nun auf Grund aller bekannten Eigenbewegungen der Sterne, die Gestalt dieses Geschwindigkeitskörpers und seine hauptsächlichsten Eigenschaften herzuleiten. Im vorliegenden wird nur eine erste Näherung an die Lösung dieser Aufgabe mitgeteilt für im ganzen 6117 Sterne. Danach bewegen sich etwa 80 % aller dieser Sterne nach einer Richtung, die entgegengesetzt dem Sonnenapex, also entgegengesetzt der Sonnenbewegung im Raume liegt.

Über das Spektrum des hellsten Sterns in der „Andromeda“ liegen neue und interessante Untersuchungen von *E. Baxandall* in den *Monthly Notices* (Bd. 74, 250) vor. In diesem Sternspektrum treten neben Linien bekannten Ursprungs auch solche auf, die in anderen Sternspektren nicht vorkommen und deren Identifizierung bisher nicht gelungen war. *Baxandall* weist nun nach, daß fast alle diese Linien im Funkenspektrum des Mangan auftreten und daß eigentlich nur eine Linie in jenem Spektrum übrig bleibt, die sich nicht identifizieren läßt. Gleichzeitig wird aus den verschiedenen Intensitäten der betreffenden Linien im Sternspektrum und im Funkenspektrum des Mangan gefolgert, daß die Bedingungen, unter denen beide entstehen, sehr verschieden sein müssen. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Über die Kohlensäurebildung überlebender, künstlich durchbluteter Organe von Säugetieren liegen wieder zwei neue Untersuchungen vor. Beide sind in erster Linie als Voruntersuchungen anzusehen, die die Grundlagen für die Bearbeitung einer Reihe von Fragen des intermediären Stoffwechsels abgeben. Für die Menge Kohlensäure, die 1 kg Leber in der Minute bildet, fand *Freise* (*Biochem. Zeitschr.* Bd. 45, S. 474 bis 502, 1913) als Mittelwert 96 Milligramm. In ganz entsprechenden Versuchen ergab sich für die Kohlensäureproduktion des ruhenden Skelettmuskels pro Kilogramm und Minute im Mittel der Wert von 7 mg (*Elias*, *Biochem. Zeitschr.* Bd. 55, S. 153—168, 1913). Die Kohlensäurebildung in der Leber konnte um etwa 50 %, im Maximum auf 171 mg, gesteigert werden, wenn dem Blute, das zur Durchströmung benutzt wurde, Traubenzucker, Brenztraubensäure, Glycerinsäure oder Milchsäure zugesetzt wurde, dagegen blieb der Zusatz von Galaktose, Glyoxylsäure, Glykolsäure und Essigsäure wirkungslos. Die Kohlensäureproduktion des Muskels konnte durch Reizung, wobei der Muskel in langdauernden Tetanus verfiel, bis auf das 15 fache des Ruhewertes, bis auf 88,4 mg pro Kilogramm und Minute gesteigert werden. Die Versuche mit der Leber wurden an Kaninchen, jene mit dem Muskel am Hunde angestellt. Bei der Übertragung dieser Erfahrungen auf die Intensität des Umsatzes der entsprechenden Organe beim Menschen ist daran zu denken, daß die Intensität des Stoffwechsels pro Gewichtseinheit, bei den mittelgroßen Säugetieren umgekehrt proportional der Lineardimension oder, was dasselbe ist, der dritten Wurzel aus dem Gewicht ist. Bei einem Hunde von 8 kg Gewicht, der etwa 3 kg Muskeln enthält, würden diese im Ruhe-

stoffwechsel pro Minute 21 mg, d. h. etwa 25 % der gesamten im Grundumsatz gebildeten Kohlensäuremengen liefern. P.

Immer mehr bricht sich die Überzeugung Bahn, daß die **Vögel im Haushalte der Natur** einen nicht unwichtigen Faktor für die Erhaltung des Gleichgewichts im Auftreten der Organismen darstellen. Mehrfach bemüht man sich, die Bedeutung kennen zu lernen, welche der Anwesenheit bestimmter Vogelarten für die menschlichen Anpflanzungen beizumessen ist. Namentlich in Amerika werden jetzt von staatlichen Instituten eingehende Untersuchungen über den Nutzen und Schaden der Vögel für die Feld- und Gartenwirtschaft angestellt. So prüft man in Kalifornien in mehr als 20 verschiedenen Teilen des Landes systematisch jeden Monat des Jahres sowohl den Zustand der Anpflanzungen als auch den Mageninhalt dort gesammelter Vögel, um deren Nahrungsgewohnheiten kennen zu lernen.

Das ungewöhnlich zahlreiche Auftreten von Heuschrecken (*Melanoplus differentialis*) im Sommer 1912 in gewissen Distrikten von Kalifornien gab die Veranlassung zu Beobachtungen des Verhaltens der Vögel gegenüber dieser Naturerscheinung, deren Ergebnisse von H. C. Bryant¹⁾ zusammengestellt worden sind. Sieben Vogelarten aus den verschiedensten Gattungen und Familien erwiesen sich als wirkliche Vernichter der Schädlinge; ebenso viele andere trugen auch nicht wenig zur Vertilgung der Heuschrecken bei. Zwar darf man die Vögel nicht als ein radikal helfendes Mittel gegen solche Heuschreckenmassen betrachten, wohl aber werden sie das Zustandekommen dieser Schwärme in manchen Fällen von vornherein verhindern. Und so sind sie denn die Verteidiger und Schützer der Ernte, deren Wert sich in Dollars und Cents angeben läßt. Man beobachtete auch, daß sich Vögel scharenweise nach den von Heuschrecken befallenen Gebieten hinzogen, ja, daß manche ihre Futtergewohnheiten änderten und das in diesem Falle wohlfeilste Insekt fraßen. So betätigten sich auch manche sonst wegen ihrer Schädlichkeit gehaßte und verfolgte Vögel an der nützlichen Vertilgung der Heuschrecken. Schließlich belehrt uns ein solcher Ausnahmefall über die Bedeutung von Vögeln in bezug auf die Vertilgung eines bestimmten Insektes, bei denen wir unter normalen Verhältnissen wegen der geringen Menge der vorhandenen Insekten keine genaue Kontrolle über ihre Beziehungen zu diesen ausüben können. F. H.

Ernährung von Säugetieren durch Injektion von Nährlösungen in die Venen. Die Einführung von Nahrungstoffen unter Umgehung des Darmes („parenterale Ernährung“) ist oft versucht worden, doch konnte diese Art der Ernährung bisher höchstens über einige Stunden ausgedehnt werden. Henriques und Andersen (*Zeitschrift f. physiologische Chemie*, Bd. 88, 1913, p. 357—369) ist es jetzt gelungen, Ziegen bis zur Dauer von 20 Tagen in Versuchen zu erhalten, bei denen die Zufuhr der Nahrung ausschließlich durch eine Vene geschah, in die durch einen Tropfapparat eine Nährlösung eingeführt wurde, die — neben den notwendigen Salzen — Traubenzucker und ein Gemisch der Verdauungsprodukte aus Fleisch enthielt. Das Gemisch der Abbauprodukte des Eiweiß war durch

lang dauernde Behandlung mit Trypsin und Erepsin gewonnen, enthielt aber nicht nur Aminosäuren, sondern noch 10—15 % Stickstoff, der in Form von Peptiden gebunden war. Es wurden täglich etwas mehr als 2 Liter Nährlösung injiziert, die 4,52 bis 6,92 g Stickstoff und meist 250 g Zucker enthielten. Von dem Zucker wurden meist weniger als 10 % unverändert im Harn ausgeschieden, die Hauptmenge wurde ausgenutzt. Die ziemlich bedeutende Menge des Peptidstickstoffs, der im Harn erscheint, spricht dafür, daß diese Verbindungen größtenteils unausgenutzt den Körper verlassen. Der Rest (Aminosäuren) reicht aber noch hin, um eine positive Stickstoffbilanz zu ermöglichen, die im Mittel der 15 Tageswerte des Versuches, den die Verfasser mitteilen, +1,59 g beträgt, wovon nur ein geringer Abzug von etwa 0,1 g zu machen ist für die Stickstoffverluste im Kot. Es ist hier also die Synthese des Körpereiß in den Organen der Ziege ausgeführt worden, mit Produkten, die das Darmepithel nicht passiert haben. Das Tier starb an Venenthrombose, eine Todesart, die als eine zufällige zu betrachten ist und vielleicht durch Hirudingaben hätte vermieden werden können. Die Möglichkeit, Säugetiere lange Zeit bei parenteraler Ernährung zu erhalten, dürfte methodisch wichtig sein, und die Verfasser weisen auf eine Reihe von Fragen hin, die sich mit ihrer Technik werden in Angriff nehmen lassen. P.

Pflanzenreizstoffe. Über die Wirkung gewisser Reizstoffe auf die Entwicklung und das Wachstum der Pflanzen machte Professor Stutzer (Königsberg) interessante Mitteilungen in einem Vortrag vor der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft in Berlin. Er fand, daß gewisse Stoffe auf Pflanzen eine ganz ähnliche Wirkung ausüben, wie bestimmte Reizmittel (Kaffee, Tee, Tabak usw.) den menschlichen Organismus zu größeren körperlichen oder geistigen Arbeitsleistungen befähigen. Über die Wirkung dieser Reizstoffe sind in letzter Zeit in einer großen Zahl von Ländern eingehende Beobachtungen angestellt worden, so z. B. mit Eisenvitriol, Rhodansalzen und salpetersaurem Blei. Wenn diese Versuche auch nicht nach einheitlichen Gesichtspunkten ausgeführt wurden, so lassen sie doch erkennen, daß mit Hilfe dieser Reizstoffe die Ernteerträge erheblich vergrößert werden können. Professor Stutzer hat selbst im Jahre 1912 derartige Versuche bei Zuckerrüben angestellt. Er setzte, wie die *Zeitschrift f. angew. Chemie* 1914, S. 216, berichtet, dem Kunstdünger einen Reizstoff zu, dessen Wert 3,60 M. betrug. In einer Feldwirtschaft, die zum ersten Male mit Zuckerrüben bebaut wurde, gelang es auf diese Weise, den Ertrag an Zucker um 129 kg für ein Hektar zu steigern; bei einer alten Rübenwirtschaft betrug die Steigerung sogar nahezu 400 kg. Die Versuche können trotz dieser guten Ergebnisse noch nicht als abgeschlossen gelten, es wird die Aufgabe der landwirtschaftlichen Versuchsstationen und anderer hierfür in Betracht kommender Stellen nun sein, Felddüngungsversuche in noch größerem Maßstabe und nach einheitlichem Plane anzustellen, zumal es eine große Zahl solcher Reizstoffe gibt, deren Wirksamkeit bei den einzelnen Pflanzen recht verschieden ist. Man kann jedoch heute schon sagen, daß die interessanten Beobachtungen es der Landwirtschaft ermöglichen werden, die Ernteerträge in einer ganz neuen Weise zu erhöhen. S.

¹⁾ H. C. Bryant, Birds in relation to a grasshopper outbreak in California. In: Univ. California Publications in Zoology 1912, Vol. 11, S. 1—20.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 19.

8. Mai 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|---|---|
| Erzeugung und Messung sehr tiefer Temperaturen.
Von <i>Prof. Dr. F. Henning, Berlin-Lichterfelde.</i>
S. 453. | Über das Chlorophyll und über die Pigmente der
Blätter und über die Farbstoffe der Blüten und
der Beerenfrüchte. Referat von <i>Dr. Bruno
Rewald, Berlin.</i> S. 468. |
| Die Beziehungen der tierischen Organismen zur
Schwerkraft. Von <i>Dr. W. Buddenbrock, Heidel-
berg.</i> S. 456. | Besprechungen. S. 470. |
| Die Radioelemente und das periodische System.
(Schluß.) Von <i>Privatdozent Dr. K. Fajans,
Karlsruhe i. B.</i> S. 463. | Astronomische Mitteilungen. S. 472. |
| | Chirurgische Tagesfragen in der Bekämpfung der
Knochentuberkulose. S. 473. |
| | Kleine Mitteilungen. S. 475. |

Verlag von Julius Springer in Berlin

Die Heliotherapie der Tuberkulose

mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen

Von

Dr. A. Rollier

Leysin

Mit 138 Textabbildungen. — 1913. — Preis M. 6.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Ammoniak — 31° , mit Methylchlorid — 25° , mit schwefliger Säure — 10° erreichen. Diese Temperaturen lassen sich noch bedeutend erniedrigen, wenn der Druck über der Flüssigkeit durch kräftig wirkende Saugpumpen nicht nur auf 1 at, sondern auf etwa 0,1 at erniedrigt wird. Indessen kann man nach dem gleichen Prinzip nicht alle Gase ohne weiteres zur Gewinnung tiefer Temperaturen verwenden. *Andrews* (1869) erkannte nämlich, daß sich nicht jedes Gas bei gewöhnlicher Temperatur allein durch Erhöhung des Druckes verflüssigen läßt, wenn dieser auch noch so hoch gesteigert wird. Jedes Gas besitzt vielmehr eine kritische Temperatur, unter die es zunächst abgekühlt werden muß, um durch Druck in den flüssigen Zustand überführbar zu sein. Diese kritische Temperatur beträgt für Sauerstoff — 118° , für Stickstoff — 146° . Zwischen beiden Werten liegt die kritische Temperatur für Luft. Um Luft allein durch Kompression zu verflüssigen, haben sich *Pictet* sowohl wie *Kamerlingh Onnes* der sogenannten Kaskadenmethode bedient. Diese besteht darin, ein schwerer zu verflüssigendes Gas durch Verdampfung eines leichter verflüssigbaren bis unter die kritische Temperatur abzukühlen.

Kamerlingh Onnes ordnet drei Kreisläufe zu einer Kaskade an. Im ersten wird Methylchlorid bei gewöhnlicher Temperatur durch Kompression verflüssigt und bei niedrigen Drucken verdampft, wobei Temperaturen bis — 90° erzeugt werden können. Die Dämpfe gelangen wieder in den Kompressor und durchlaufen den gleichen Weg von neuem. Der zweite Kreislauf wird mit Äthylen beschickt, dessen kritische Temperatur bei $+10^{\circ}$ liegt. Es wird bei der tiefsten Temperatur des ersten Kreislaufes sehr leicht verflüssigt und liefert dann, bis auf kleine Drucke entspannt, Temperaturen bis herab zu — 165° . Im dritten Kreislauf, der auf dieselbe Weise an den zweiten angeschlossen wird, kann man durch ständige Verflüssigung und Verdampfung von Sauerstoff dauernd eine Temperatur bis zu — 217° erzielen. Mit Hilfe der für tiefe Temperaturen unentbehrlichen Dewarschen Glasgefäße von doppelter Wandung, die bei scharfer Evakuierung des Zwischenraums eine ausgezeichnete thermische Isolation gewähren, kann man Sauerstoffbäder von mehreren Litern längere Zeit unter — 200° sieden lassen. Steht ein solches Bad zur Verfügung, so ist Luft schon bei Atmosphärendruck sehr leicht zu verflüssigen, wenn man sie durch eine Kühlschlange saugt, die in das Bad eingeführt ist. Auf diese Weise lassen sich in dem von *Kamerlingh Onnes* geleiteten krynogenen Laboratorium zu Leiden pro Tag etwa 50 l flüssige Luft herstellen.

Wir kennen kein Gas, das sich als vierte Stufe der Kaskade an den Sauerstoffkreislauf anreihen ließe, um zu noch tieferen Temperaturen zu gelangen. Dagegen sind uns noch drei Gase bekannt, deren kritische Temperatur bei — 217° noch nicht unterschritten ist. Es sind dies Neon,

Wasserstoff und Helium, von denen das zuerst genannte wegen seiner großen Seltenheit bisher keine besondere Bedeutung erlangt hat. Der flüssige Zustand jedes dieser Stoffe liegt außerhalb der Temperaturgrenzen für den flüssigen Zustand der andern beiden. Die Kaskadenmethode muß also bei der Verflüssigung dieser Gase versagen.

An ihre Stelle tritt ein anderes Verfahren, dessen Grundprinzip zuerst von *Joule* und *Thomson* erkannt worden ist. Diese Forscher beobachteten, daß stark komprimierte Gase, die unter möglicher Wärmeisolation gegen die Umgebung durch einen porösen Pfropfen gepreßt und dabei entspannt werden, eine Temperaturänderung erfahren. Stellt man diese Versuche bei Zimmertemperatur an, so kühlt sich Luft um etwa $\frac{1}{4}^{\circ}$ pro Atmosphäre Druckverlust ab, während Wasserstoff unter den gleichen Bedingungen eine geringe Erwärmung (etwa $0,03^{\circ}$) erleidet. Die Erwärmung ist um so geringer und die Abkühlung um so stärker, je tiefer die Ausgangstemperatur liegt. *Linde* in Deutschland und *Hampson* in England führten die stark komprimierte Luft durch enge, möglichst dünnwandige, spiralförmig aufgewundene Röhren, an deren Ende das Gas unter starker Druckabnahme durch ein Ventil strömte. Die dadurch abgekühlte Luft führten sie an der Außenwandung der Spiralaröhren vorüber, um dem vor dem Ventil befindlichen Gas Wärme zu entziehen und den weiteren Abkühlungsprozeß dadurch zu verstärken. Durch dieses sogenannte Gegenstromprinzip gelangt die aus dem Ventil austretende Luft auf ständig tiefere Temperatur und wird schließlich verflüssigt.

Für Wasserstoff ist dasselbe Verfahren nicht ohne weiteres anwendbar, da dies Gas bei Zimmertemperatur durch den *Joule-Thomson*-Effekt erwärmt wird. Selbst bei — 80° zeigt sich noch keine Abkühlung. Es ist dies die sogenannte Inversionstemperatur des Wasserstoffs, bei der das Strömen durch einen porösen Pfropfen oder durch ein Ventil ohne irgendeine Temperaturänderung verläuft. Sehr wohl aber tritt deutliche Abkühlung des Wasserstoffs ein, wenn man ihn vor der Entspannung durch flüssige Luft kühlt. Dann kann man seine Temperatur nach dem *Lindeschen* oder *Hampsonschen* Verfahren ständig weiter sinken lassen und den Wasserstoff schließlich verflüssigen. Zum erstenmal gelang dies dem englischen Physiker *Dewar* im Jahre 1898.

Läßt man Wasserstoff unter Atmosphärendruck sieden, so erhält man eine Temperatur von — 253° , die sich noch um weitere 6° durch Reduktion des Dampfdruckes erniedrigen läßt. Damit sind gleichzeitig die Mittel für die Verflüssigung des Heliums gewonnen, die im Juli 1908 zum erstenmal von *Kamerlingh Onnes* durchgeführt wurde. Umfangreiche Vorversuche hatten es wahrscheinlich gemacht, daß die Temperatur — 259° weit genug unter dem Inversionspunkt des Heliums liegt, so daß nach Vorkühlung des Gases bis auf diesen Betrag der *Joule-Thomson*-Effekt zum

Ziel führen muß. Allerdings sind dazu erhebliche Mittel erforderlich. Um etwa 100 ccm flüssiges Helium herzustellen, werden 20 l flüssigen Wasserstoffs verbraucht und zur Erzeugung dieser wieder 50 l flüssiger Luft. — Helium siedet unter normalem Druck bei -268° . *Kamerlingh Onnes* konnte durch starke Reduktion des Dampfdruckes den Siedepunkt des Heliums auf $-271,6^{\circ}$ erniedrigen und erhielt damit die tiefste bisher überhaupt hergestellte Temperatur.

Es entsteht nun die Frage, welches vom theoretischen Standpunkt die tiefste mögliche Temperatur ist. Ihre Beantwortung hängt unmittelbar mit der Definition der Temperatur zusammen. Man hat festgesetzt, daß die Temperatur durch den Druck eines idealen Gases (ein Gas, dessen Atome keine Kräfte aufeinander ausüben), das in einem konstanten Volumen eingeschlossen ist, bestimmt werden soll, und zwar derart, daß gleichen Druckänderungen gleiche Temperaturänderungen entsprechen. Die Druckänderung für 1° wird dadurch festgelegt, daß man der Druckerhöhung zwischen der Temperatur des Eisschmelzpunktes (Druck P_0) und des Wassersiedepunktes (Druck P_{100}) einen Temperaturanstieg von 100° zuordnet. Da erfahrungsgemäß $P_{100} = 1,367 P_0$ ist, so entspricht einem Grad eine Druckerhöhung von $0,003\,67 P_0$ oder $\frac{1}{273} P_0$, woraus folgt, daß die tiefste vorstellbare Temperatur, d. i. diejenige, bei der das ideale Gas gar keinen Druck besitzt, sich zu 273° — oder nach den genauesten Untersuchungen zu $273,1^{\circ}$ — unterhalb des Eisschmelzpunktes berechnet. Dieser tiefsten Temperatur ist man also bisher auf $1,5^{\circ}$ nahe gekommen.

Unsere Art der Temperaturdefinition führt leicht zu der Anschauung, daß nur noch ein kleiner Schritt bis zur Erreichung der allertiefsten Temperatur zurückzulegen ist. In Wahrheit hat aber ein Grad in dieser Temperatur eine ganz andere Geltung als in hoher Temperatur. Zahlenmäßig würde dies viel besser zum Ausdruck kommen, wenn man die Temperatur etwa bis auf eine additive Konstante dem Logarithmus des Gasdrucks proportional setzte, so daß dem Gasdruck 0 die Temperatur $-\infty$ zugeordnet werden müßte. Dann schiene es als eine Selbstverständlichkeit, daß der absolute Nullpunkt nie erreichbar ist. In der Tat können heute keine Zweifel bestehen, daß man ihm nie unbegrenzt nahe kommen kann, obgleich man bei oberflächlichem Eindringen in die neuere Forschung vielleicht gerade zu der entgegengesetzten Ansicht kommen wird. Da nämlich, wie schon oben erwähnt, die spezifische Wärme der festen Körper mit ständig abnehmender Temperatur immer kleiner wird, so ist klar, daß man einem festen Körper schließlich nur äußerst wenig Wärme, etwa durch Leistung von äußerer Arbeit, zu entziehen braucht, um den absoluten Nullpunkt der Temperaturskala zu verwirklichen. *Nernst* aber

hat gezeigt, daß dies dennoch nicht gelingt, weil ein auf konstantem Volumen gehaltener Körper in der Nähe des absoluten Nullpunktes seinen Druck mit der Temperatur nicht ändert und deshalb zur Leistung einer endlichen Ausdehnungsarbeit eine unendlich große Volumenänderung erforderlich wäre. Das bekannte von ihm aufgestellte Wärmetheorem läßt sich vielmehr direkt in die Form bringen, daß es unmöglich ist, durch einen in endlichen Dimensionen verlaufenden Prozeß einen Körper bis zum absoluten Nullpunkt abzukühlen. Bleibt man in gewisser Entfernung vom Nullpunkt, so ist das angedeutete Verfahren aber ohne Zweifel geeignet, die tiefsten Temperaturen zu erreichen. Insbesondere könnte es zur Anwendung gelangen, wenn ein Gas entdeckt würde, das noch schwerer als Helium zu verflüssigen ist und dessen Inversionspunkt selbst durch die tiefsten Temperaturen des flüssigen Heliums noch nicht genügend weit unterschritten würde. Für höhere Temperaturen hat sich die Methode der Wärmeentziehung durch äußere Arbeit (im Gegensatz zu der inneren Arbeit der Gase beim *Joule-Thomson-Effekt*) in der Praxis bereits gut bewährt. Der Franzose *Claude* hat darauf ein Verfahren gegründet, Luft in größeren Mengen zu verflüssigen.

Ebenso wie die Erreichung der tiefsten Temperaturen, bietet auch ihre Messung große Schwierigkeiten und führt schließlich zu einer Grenze, die nicht überschritten werden kann. Das Normalinstrument für alle Temperaturmessung, das Gasthermometer, muß versagen, sobald die Kondensation des Gases beginnt. Für die tiefsten Temperaturen wählt man Helium als gasthermometrische Substanz, weil es später als irgendein anderes Gas kondensiert. *Kamerlingh Onnes* schloß es in ein kleines Gefäß aus Neusilber ein, und zwar unter einem Druck von 145 mm Quecksilber bei 0° , der bei $-271,6^{\circ}$ auf 2 mm Quecksilber herabsinkt. Bei einem so geringen Druck bleibt jeder Dampf noch weit unter seiner normalen Kondensationstemperatur gasförmig, so daß es also möglich ist, selbst die Temperatur von unter reduziertem Druck siedendem Helium noch mit einem Heliumthermometer zu messen. Allerdings muß der Druck des Gasthermometers stets kleiner sein, als derjenige über der siedenden Flüssigkeit. Mit weiter abnehmender Temperatur müßte also der Anfangsdruck (Druck bei 0°) des Gasthermometers immer mehr reduziert werden. Dies ist natürlich nur so lange möglich, als die Drucke bei der tiefsten Temperatur noch mit genügender Genauigkeit meßbar bleiben. Außerdem bestehen berechtigte Zweifel, ob man bei den wirklichen Gasen selbst bei sehr geringen Drucken in der Nähe des absoluten Nullpunktes Druck und Temperatur ebenso proportional setzen darf, wie es bei einem idealen Gas durch Definition festgesetzt ist.

Andere Mittel zur Temperaturmessung, wie

etwa thermodynamische Prozesse, versagen erst recht, da alle thermischen Größen schließlich einem konstanten Wert zuzustreben scheinen. Die elektromotorische Kraft eines Thermoelements oder der elektrische Widerstand eines Metalldrahtes (Platin, Blei), die sonst wegen ihrer starken Abhängigkeit von der Temperatur so ausgezeichnet zur Thermometrie geeignet sind, nachdem eine Eichung mit dem Gasthermometer stattgefunden hat, ändern sich immer weniger mit der Temperatur, je mehr man sich dem absoluten Nullpunkt nähert. Unterhalb der Temperatur des flüssigen Wasserstoffes besitzen sie praktisch konstante Werte und sind nicht einmal mehr zur Konstruktion eines Thermoskops verwendbar.

Der absolute Nullpunkt ist einem Phantom vergleichbar: von weitem erscheint er uns völlig bestimmt und wohl definiert, wir können uns ihm zunächst auch mit großen Schritten nähern; bald indessen steigen beträchtliche Hindernisse auf. Diese werden schließlich unüberwindlich, und selbst wenn wir sie mit übermenschlicher Kraft besiegen könnten, so besäßen wir kein Mittel, festzustellen, ob wir das Ziel wirklich erreicht haben.

Für genaue Beobachtungen tiefer Temperaturen ist das auf den elektrischen Widerstand gegründete Thermometer das wichtigste Hilfsmittel. Es mag darum auf die Abhängigkeit des elektrischen Widerstandes von der Temperatur noch etwas näher eingegangen werden, zumal die darüber angestellten Untersuchungen zu einer höchst merkwürdigen Entdeckung geführt haben. Zunächst zeigte es sich, daß der untere Grenzwert für den Widerstand eines Metalles in sehr tiefer Temperatur dem Betrage 0 um so näher kommt, je weniger Verunreinigungen das Metall enthält. Von großem Interesse war es darum, ein Metall zu untersuchen, das praktisch wirklich vollkommen rein ist. Als solches bietet sich zunächst das Quecksilber dar, das man durch Destillation in sehr weitgehendem Maße von allen Beimengungen befreien kann. *Kamerlingh Onnes* füllte es in Glaskapillaren und fand, daß sein Widerstand bei $-268,9^{\circ}$, d. h. etwas unterhalb des normalen Siedepunktes von Helium, etwa 500 mal kleiner ist als beim Erstarrungspunkt des Quecksilbers ($-38,9^{\circ}$ C.). Ließ er aber die Temperatur durch Verminderung des Dampfdruckes von Helium ein wenig unter $-268,9^{\circ}$ sinken, so fiel der Widerstand des Quecksilbers ganz plötzlich auf einen äußerst kleinen Wert, nämlich auf erheblich weniger als 1 Millionstel des Widerstandes bei $-38,9^{\circ}$ C. Dieselbe Erscheinung wurde für Zinn bei $-269,3^{\circ}$ und für Blei bei -267° beobachtet. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich das gleiche auch bei anderen Metallen zeigen wird, sobald man sie in genügender Reinheit hergestellt hat.

Perrin hat darauf hingewiesen, daß dieser

Zustand abnorm hoher Leitfähigkeit die Möglichkeit zur Erzeugung sehr starker und verhältnismäßig weit ausgedehnter Magnetfelder bietet, und zwar ohne Anwendung von Eisen, lediglich durch Spulenwirkung. Wollte man in einer Kupferspule von 1 cm innerem Radius ein Magnetfeld von 100 000 Gauß erzeugen, so würde die dazu erforderliche Stromstärke unter gewöhnlichen Umständen so viel Joulesche Wärme in dem Draht entwickeln, daß deren Vernichtung durch künstliche Kühlung unmöglich ist. Selbst wenn man den Widerstand durch Einführung der Spule in flüssige Luft stark verringerte, so würden zur Aufrechterhaltung dieser Temperatur pro Stunde 1500 l flüssige Luft erforderlich sein. Ließe man die Abkühlung durch flüssigen Wasserstoff erfolgen, so müßten dazu etwa 700 l pro Stunde aufgewendet werden. Aber im Zustand jener abnorm hohen Leitfähigkeit tritt im Quecksilber bei einer Stromdichte von 1000 Amp/mm² und im Blei von 560 Amp/mm² noch keine merkliche Joulesche Wärme auf, und es besteht also theoretisch keine Schwierigkeit, den Perrinschen Plan mit Hilfe von flüssigem Helium zu verwirklichen. Wesentlich ist, daß jeder Punkt der Spule eine genügend tiefe Temperatur besitzt. Steigt sie an einer Stelle soweit, daß ein deutlich merklicher Widerstand entsteht, so würde der Draht bei der großen Stromdichte sofort durchschmelzen. Man muß darum für guten Wärmeausgleich sorgen. Das ist insofern nicht schwierig, als ein Metall von gewöhnlicher Leitfähigkeit im Vergleich zu einem solchen von abnorm hoher Leitfähigkeit als Isolator wirkt. Wickelt man Bleidraht auf einen Kupferdraht und kühlt beide auf -267° ab, so geht ein elektrischer Strom praktisch ausschließlich durch den Bleidraht.

Die Beziehungen der tierischen Organismen zur Schwerkraft.

Von Dr. W. von Buddenbrock, Heidelberg.

Öffentlicher Probevortrag, gehalten am 17. Januar 1914.

Die Richtung, in der sich ein Tier bewegt, das sich in einem gleichförmigen Medium, etwa im Wasser oder in der Luft, befindet, kann durch sehr verschiedene Faktoren bedingt sein. Es kann sein, daß das Tier durch sein Auge geleitet einem Beutestück nach-eilt, es kann einer Lichtquelle zustreben oder ins Dunkle wollen, es kann einem Geräusche folgen oder sich durch seinen Geruch- oder Tastsinn leiten lassen. In allen diesen Fällen ist der Ort, von welchem der Anreiz zur Bewegung herkommt, dem Tiere durch seine spezifischen Sinnesorgane: Auge, Ohr, Nase usw., so weit bekannt, daß es bis zu einem gewissen Grade verständlich ist, wie es seinen Weg zu dem Reizorte hin bzw. von ihm weg findet.

Nun gibt es in der Natur aber auch zahlreiche Fälle, in denen es zwar für das betreffende Lebewesen durchaus notwendig ist, sich in einer bestimmten Richtung zu bewegen, in denen aber andererseits die soeben angeführten Sinnesorgane zur Auffindung des einzuschlagenden Weges keineswegs genügen würden: wenn nämlich die Richtung, in der das Tier sich zu bewegen hat, durch die Schwerkraft bestimmt ist. Daß es derartige Fälle in der Natur wirklich gibt, und sie sind, wie ich vorweg bemerken möchte, sogar sehr häufig, möchte ich zunächst an einem ganz einfachen Beispiele demonstrieren: Bekanntermaßen leben in unseren Gewässern zahlreiche luftatmende Insekten. Diese Tiere schwimmen während ihres gewöhnlichen Lebens entweder im Wasser hin und her, oder sie sitzen an Pflanzen, halten sich am Boden auf usw.; sie alle müssen aber, so verschieden auch ihre sonstigen Lebensgewohnheiten sein mögen, von Zeit zu Zeit an die Oberfläche des Gewässers emporsteigen, um Luft zu schöpfen, müssen also, anders ausgedrückt, eine sogenannte *negativ geotropische* Bewegung ausführen, wenn sie nicht dem sonst sicheren Erstickungstode verfallen wollen. Es läßt sich dieses Beispiel in folgender Weise verallgemeinern: Fast alle Organismen, die sich in einem gleichförmigen Medium befinden, also die Flieger in der Luft, die Schwimmer im Wasser oder diejenigen Tiere, die im Sande des Meeresbodens ein verborgenes Dasein führen, sie alle müssen gelegentlich an die Grenze des sie beherbergenden Mediums gelangen, weil nur an diesen Grenzflächen zwischen Luft und Wasser, Luft und Erde oder Wasser und Erde manche Bedürfnisse des Lebens befriedigt werden können. Beim Wasserinsekt ist es das Atembedürfnis, was das Tier nach oben treibt, in zahlreichen anderen Fällen steht die geotropische Bewegung im Dienste des Schutzbedürfnisses. Wenn der Sperling in der Luft vom Falken verfolgt wird, muß er möglichst bald nach unten fliegen, denn nur an der Erdoberfläche im Laubwerk der Bäume oder im niederen Gesträuch kann er sich vor seinem Feinde retten, in der Luft wäre es ihm durchaus unmöglich. Der fliegende Fisch umgekehrt muß, wenn ihm ein Raubfisch naheilt, schleunigst der Wasseroberfläche zustreben, denn nur von ihr aus vermag er seine Flugkünste zu entfalten, die ihn vor seinem Feinde in Sicherheit bringen. Der Geotropismus kann auch zur Fortpflanzung der Art notwendig sein: So muß der im Meeressande lebende Wurm seine Eier, aus denen sich pelagische, frei im Wasser umherschwimmende Larven entwickeln, an der Oberfläche des Sandes ablegen, anderenfalls sie zugrunde gehen. Es ließen sich diese Beispiele beliebig vermehren; sie führen mit Notwendigkeit zu der Frage: Welche strukturellen Einrichtungen befähigen die Tiere zu derartigen geotropischen Bewegungen, ermöglichen ihnen ihre Orientierung im Raume? Eine

Frage, deren kurze Beantwortung den Inhalt des vorliegenden Aufsatzes bilden soll.

Es ist klar, daß für unser Problem alle diejenigen Tiere von vornherein ausscheiden, die, wie die Schwämme, viele Coelenteraten, manche Würmer usw., dauernd festgewachsen sind; wir haben uns hier nur mit den frei beweglichen Formen zu befassen, und diese lassen sich hinsichtlich ihrer Reaktionen zur Schwerkraft in zwei scharf getrennte Kategorien einteilen: die erste dieser Kategorien umfaßt alle diejenigen Organismen, die sich mit Hilfe automatischer, mechanischer Vorkehrungen im Raume zurechtfinden, während die der zweiten das gleiche durch aktive, regulatorische Bewegungen erreichen. Zur ersten Kategorie gehören zunächst die bereits kurz erwähnten Luft atmenden Wasserinsekten. Diese Tiere können bekanntlich zum größten Teile auch fliegen; während des Schwimmens halten sie ihre Flügel zusammengeklappt und zwischen ihren Falten ein namhaftes Luftquantum fest, das ihnen als Atemreservoir dient. Infolge dieses Luftquantums, das sich also dorsal vom Körper unter den Flügeldecken befindet, ist es nun ganz klar, daß das Tier, wenn es ins Wasser geworfen wird, ob tot oder lebendig, stets eine derartige Lage einnimmt, daß der spezifisch leichtere Rücken nach oben, der Bauch nach unten schaut. So gewinnt das Insekt ohne sein Zutun eine bestimmte Normallage zur Schwerkraft, und von ihr aus kann es sich durch ganz einfache Steuerung mit den Beinen nach oben, nach unten oder in jeder beliebigen anderen Richtung bewegen.

Auf einem etwas abweichenden Prinzip beruht das Schwimmvermögen gewisser Krebse. Sie sind Kiemenatmer, d. h. sie nehmen den Sauerstoff direkt aus dem sie umgebenden Wasser auf, haben dementsprechend kein Luftreservoir und können nahezu als Körper von durchweg homogenem spezifischen Gewicht betrachtet werden. Trotzdem nehmen auch sie, wenn sie tot ins Wasser gelangen, sehr bald eine ganz bestimmte Lage in demselben ein, meist mit dem Rücken nach unten, die bedingt ist erstens durch die Lage des Schwerpunktes in ihrem Körper und zweitens durch die Widerstände, welche die Oberfläche desselben dem Wasser entgegensetzt. Das ganze Orientierungsvermögen dieser Krebse beruht nun einfach darauf, daß sie dauernd in dieser stabilen Sinklage schwimmen, in die sie ohne ihr Zutun durch die Form ihres Körpers geraten. Auch sie gewinnen also rein automatisch eine Normallage zur Schwerkraft, von der aus sie sich sehr leicht im Raume zurechtfinden können.

Bei allen übrigen Tieren, die sich derartiger mechanischer Einrichtungen nicht bedienen, sondern sich durch aktive Steuerbewegungen im Raume orientieren, müssen wir nun annehmen, daß sie irgendwo im Innern einen Mechanismus besitzen, der ihnen die Richtung der Schwerkraft

anzeigt, so daß sie ihre Bewegungen danach einrichten können. Wir wissen seit den grundlegenden Arbeiten des französischen Forschers *Delage* (1887), daß wir in den *Statocysten* derartige, speziell für Schwerkraftsreize empfindliche Organe zu sehen haben. Die Statocysten erfreuen sich einer sehr großen Verbreitung im Tierreich: Sie finden sich bei gewissen Coelenteraten, manchen Würmern, einigen Brachiopoden, gewissen Echinodermen, ferner bei zahlreichen Krebsen, der weitaus überwiegenden Menge der Mollusken und schließlich bei der ganzen Reihe der Wirbeltiere, von den niedersten Fischen angefangen bis hinauf zum Menschen. Ihr morphologischer Bau ist nicht überall der gleiche; so ist vor allem das statische Organ der Wirbeltiere, das einen Teil des inneren Ohres ausmacht, sehr anders gebaut als die Statocyste der niederen Wirbellosen, läßt sich aber im Prinzip leicht auf eine solche zurückführen, so daß ich also hier nur den Bau der Statocyste etwa eines Wurmes oder einer Schnecke zu erklären brauche.

Eine solche besteht im wesentlichen aus einer kugeligen Blase, deren Innenwand von einem Sinnesepithel ausgekleidet ist, und in deren Innerem zwei Körper von verschiedenem spezifischen Gewicht sich befinden, nämlich eine Inhaltsflüssigkeit und ein schwerer Sphärokristall, der sogenannte Statolith. Es ist nun ganz klar, daß dieser letztere infolge seiner Schwere stets den jeweils untersten Punkt der Blasenwand berühren wird, so daß also die Linie, welche von dem Mittelpunkt der Blase zu diesem Punkte hinzieht, stets senkrecht steht. Wenn wir uns nun vorstellen, daß der Organismus durch seine Bewegungen es einzurichten versteht, daß der Statolith immer einen ganz bestimmten Punkt A der Blasenwand berührt, so wird hierdurch offenbar erreicht, daß die im Tierkörper fixierte Achse, die vom Mittelpunkt der Blase nach A verläuft, dauernd vertikal gerichtet ist. Dann steht also eine Achse des Tierkörpers stets senkrecht, und damit ist der ganze Organismus in völlig genügender Weise orientiert. Die erwähnte Möglichkeit der reflektorischen Einstellung des Statoliths auf den Normalpunkt A ist dadurch gegeben, daß vom Sinnesepithel sensible Nerven zum Zentralnervensystem ziehen, die mit den motorischen Nerven, welche von hier aus zu den Bewegungsorganen des Tieres verlaufen, einen Reflexbogen bilden. Die nebenstehende Fig. 1 möge dies illustrieren. Sie stellt einen schematischen Vertikalschnitt durch irgendeinen Organismus dar, der eine Statocyste *St* und zwei Flossen *Fl* und *Fr* besitzt. Befindet sich das Tier in seiner Normallage (Fig. 1 a), im Gleichgewicht, wie man das auch nennt, so wirkt der Statolith auf die Innervatur beider Flossen im gleichen Maße, demgemäß bewegen sie sich gleichstark, so daß keine Drehung des Körpers eintritt. Sobald dieser aber irgendwie schräg

zu liegen kommt, etwa auf die linke Seite (Fig. 1 b), so rollt der Statolith bis zu einem Punkt der linken Blasenseite, reizt hierdurch vornehmlich die linke Flosse, deren stärkere Bewegung den Organismus wieder in seine alte Normallage zurückbringt.

Durch den Statocystenapparat wird also im allgemeinen erreicht, daß das Tier eine bestimmte Lage zur Schwerkraft einnimmt; in welcher Richtung es sich aber bewegt, ist hiermit in keiner Weise gesagt, dies hängt vielmehr von dem Bau des Körpers und seiner Bewegungsorgane ab, und hier herrscht nun eine recht große Mannigfaltigkeit, die ich im folgenden durch einige ausgewählte Beispiele illustrieren möchte.

Der einfachste Fall ist wohl derjenige, daß die Statocysten das Tier dauernd zu einer Bewegung in senkrechter Richtung zwingen; er ist realisiert bei der Rippenqualle *Beroë*. Dieses Tier hat die Gestalt einer Glocke, deren untere Öffnung von dem äußerst weiten Munde gebildet wird, während am entgegengesetzten Pole das statische Sinnesorgan liegt. Dasselbe weicht in seinem Bau einigermaßen von dem Statocystenschema ab, das wir oben besprochen haben. Der

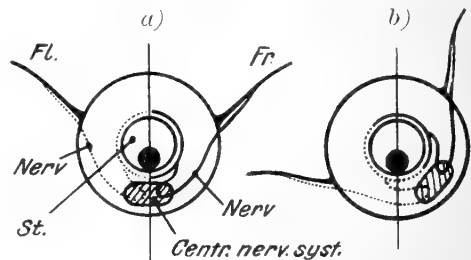
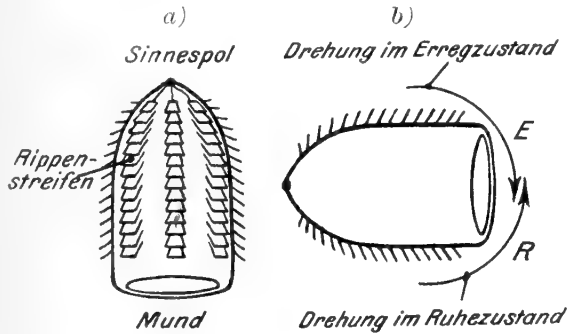


Fig. 1.

Statolith ruht nämlich hier nicht frei beweglich in der Sinnesblase, sondern ist an vier aus verklebten Cilien bestehenden elastischen Federn aufgehängt. Die Federn stehen in nervöser Verbindung mit den Bewegungsorganen der Qualle, den acht sogenannten Rippenstreifen, welche in Meridianen des Körpers vom Sinnespol nach dem Munde hinziehen und aus zahlreichen, hintereinander gereihten Ruderplättchen bestehen, deren synchroner Schlag den Organismus bewegt. Steht die Hauptsache des Körpers senkrecht, so ruht der schwere Statolith auf allen vier Federn gleichmäßig, dementsprechend ist der Reiz, der auf die acht Rippenstreifen ausgeübt wird, ein allseitig gleicher, und das Tier bewegt sich in vertikaler Linie nach unten. Sobald aber die Qualle irgendwie schräg oder horizontal zu liegen kommt, hängt der Statolith an der jeweils oberen Feder, der Reiz auf die oberen Rippenstreifen verstärkt sich, und der beschleunigte Schlag ihrer Ruderplättchen führt den Organismus in seine Normallage zurück. Der ganze Bewegungsapparat erscheint also auf den ersten Blick hin äußerst einfach, er entspricht fast genau dem oben angeführten Schema, und es würde sich kaum lohnen, ihn eingehender zu betrachten, wäre er nicht in sehr

eigentümlicher Weise kompliziert. *Beroë* besitzt nämlich zwei verschiedene Gleichgewichtslagen. Die erste, die wir bereits betrachteten, mit dem Sinnespol nach oben (Fig. 2 a), ist die sogenannte Erregungsstellung. Sie wird eingenommen, wenn das Tier, das vorher an der Oberfläche des Meeres weilte, durch zu starke Belichtung, Wellenschlag usw. gestört wird. Da die Ruderplättchen stets nach dem Sinnespol zu schlagen, ist von dieser Stellung aus nur eine Bewegung nach unten, also



Beroë
Fig. 2.

in ruhigeres Wasser möglich. Die zweite Gleichgewichtslage, mit dem Munde nach oben, bei welcher das Tier nur nach oben schwimmen kann, ist die Ruhestellung. Nun ist es ganz klar, daß die Qualle, wenn man sie schräg oder horizontal hinlegt, sich verschieden verhalten muß, je nach dem physiologischen Zustand, in welchem sie sich befindet. Im Erregungszustande muß sie (s. Fig. 2 b) eine Drehung im Uhrzeigersinne ausführen (Pfeil E), im Ruhezustand eine solche entgegen dem Uhrzeiger (Pfeil R), und so erhebt sich nun die Frage, wie der so einfach gebaute Statocystenapparat eine solche doppelsinnige Reaktion auslösen kann. Die neuesten Untersuchungen hierüber (V. Bauer 1903) haben nun das Folgende ergeben: Mechanische Reize, und in diese Kategorie gehört natürlich auch der von der Statocyste ausgehende Reiz, wirken im Erregungszustande des Tieres fördernd auf die nächst betroffenen Ruderplättchen, im Ruhezustande dagegen hemmend. Bei horizontaler Lage des Tieres wird also im Ruhezustande der Schlag der oberen Rippenplättchen aufhören, der der unteren also überwiegen, so daß die erwähnte Drehung entgegen dem Uhrzeiger zustandekommt, während im Erregungszustand, obgleich der von der Statocyste herrührende Reiz genau der gleiche wie vorher ist, die oberen Plättchen stärker schlagen wie die unteren.

Derartige vertikal gerichtete Bewegungen sind im Tierreich ziemlich selten; sie finden sich außer bei der kleinen Gruppe der Rippenquallen noch bei manchen marinen Würmern sowie einigen aberrant gestalteten Muscheln. Es sind dies alles Tiere, denen der Geotropismus dazu dient, sich im Meeressande senkrechte

Löcher zu graben, in deren Tiefe sie sich versteckt halten. Das interessanteste unter ihnen ist ohne Zweifel der Röhrenwurm *Branchioma*, der sich, wie ich (1913) nachwies, unter der Einwirkung der Statocysten mit dem Schwanz voran von jeder beliebigen Anfangslage aus senkrecht nach unten einzu-bohren vermag. Wir lernen hier eine Ausnahme von der Regel kennen, daß die durch den Schwerkraftsreiz hervorgerufene Bewegung so lange anhält, bis der Statolith einen bestimmten Punkt der Statocystenwand berührt. Denn der Kopf, welcher die Statocysten beherbergt, bleibt, während das Tier sich eingrät, in jeder beliebigen Stellung liegen, in der er sich gerade befindet, nur der Schwanz reagiert auf die Schwerkraft, und zwar in äußerst eigentümlicher Weise: Die Krümmung, welche er ausführt, um sich vertikal einzustellen, kann nämlich bei ein und derselben Lage des Kopfes, folglich der Statocysten im Raume, ungleich groß sein, ja sogar nach ganz verschiedenen Richtungen erfolgen, nach der weiß gezeichneten Bauchseite, Fig. 3 c, oder der



Branchioma

Fig. 3.

schwarzen Rückenseite, Fig. 3 d. Hieraus könnte man folgern, daß die Statocysten bei der geotropischen Bewegung überhaupt keine Rolle spielen, wenn nicht nach Exstirpation dieser Organe das Tier die Fähigkeit verlöre, erdwärts zu bohren. So aber müssen wir den Schluß ziehen, daß die geotropische Bewegung des Schwanzes durch das Zusammenwirken zweier Faktoren bedingt ist, nämlich 1. durch die Lage der Statocysten im Raum und 2. durch die Krümmung, die der Mittelleib des Wurmes zwischen Kopf und Schwanz aufweist. Es ist nun nicht schwierig, die Wirkung dieser beiden Faktoren isoliert zu studieren. *Faktor 1:* Die Wirkung der Statocysten wird ganz rein zum Ausdruck kommen, wenn der Wurm geradegestreckt im Sande liegt (Fig. 3 a). Sie besteht alsdann in einer Kontraktion der Längsmuskeln der Unterseite des Schwanzes, die offenbar um so stärker ist, je größer der Winkel ist, den der Kopf mit der Vertikalen bildet. *Faktor 2:* Die Wirkung der Krümmung des Mittelleibes allein unter Ausschluß der Statocysten läßt sich studieren, wenn der Kopf des Tieres senkrecht nach oben gerichtet ist, da alsdann von einem überwiegenden Einfluß der Statocysten auf irgendeine Seite nicht die Rede sein kann (Fig. 3 b). Hier zeigt sich, daß eine jegliche Krümmung des Mittelleibes durch

eine gleich große des Schwanzes nach der entgegengesetzten Seite ausgeglichen wird, mit dem endgültigen Erfolge, daß Kopf und Schwanz einander parallel sind. Eine Kombinierung der Wirkung dieses zweiten Faktors mit der oben geschilderten spezifischen Wirkung der Statocysten muß das zur Folge haben, was wir gewöhnlich beobachten, daß nämlich der Wurm von jeder beliebigen Anfangslage aus seinen Weg senkrecht nach unten findet. Die beigelegten Zeichnungen (Fig. 3 c und d) mögen dies verdeutlichen, bei denen angenommen ist, daß die beiden Faktoren nicht gleichzeitig, sondern nacheinander wirken. Faktor 2 zwingt den Schwanz in die Richtung des punktierten Striches (Schwanz parallel Kopf). Von dieser Richtung aus bewirken die Statocysten eine Biegung des Schwanzes nach unten von dem Betrage des Winkels α , den der Kopf mit der Vertikalen bildet.

Das Zustandekommen des zweiten Faktors muß wohl folgendermaßen gedacht werden: Sämtlichen Längsmuskeln des Wurmkörpers fließt vom Kopf her stets der gleiche Tonus, die gleiche Erregung zu. Tritt nun an irgendeiner Stelle des Körpers eine einseitige Kontraktion ein, welche einen Teil dieser Erregung verzehrt, so besitzen die weiter schwanzwärts gelegenen Partien des kontrahierten Muskelstreifens einen geringeren Tonus wie die des antagonistischen Längsmuskels. Hieraus resultiert eine Biegung des Schwanzes nach der bisher nicht kontrahierten Seite, so lange, bis wieder beide Seiten gleich stark kontrahiert, d. h. Kopf und Schwanz einander parallel sind.

Die weitaus häufigste Anwendung des Statocystenprinzips, zu der wir jetzt übergehen wollen, ist diejenige, daß die Statocysten eine im allgemeinen horizontal gerichtete Bewegung des betreffenden Tieres erzwingen und vor allem Drehungen desselben um seine Längsachse verhindern. Wir bezeichnen sie als Gleichgewichtsorgane, weil wir gewöhnlich unter Erhaltung des Gleichgewichts das Balancieren um die Längsachse verstehen. In diesem Sinne wirken die Statocysten bei der überwiegenden Zahl der Krebse, bei Fischen, Vögeln und vielen anderen Tieren. Ich wähle als Beispiel eines solchen Verhaltens den Krebs *Palaemon*, dessen Bewegungsmechanismus zurzeit am genauesten erforscht ist (Buddenbrock 1913). Er trägt seine Statocysten wie die meisten Krebse im Basalgliede der ersten Antenne. Sie wirken auf sämtliche Extremitäten, und es ist sehr interessant, wie die verschieden geformten Beine auf den Schwerkraftsreiz je nach ihrer Form unterschiedlich, aber stets zweckmäßig reagieren. Bringt man ein solches Tier im Wasser vorsichtig in Seitenlage, so kann man bei einer bestimmten Versuchsanordnung sich leicht davon überzeugen, daß unter dem Einfluß der Statocysten die breit ruderförmigen Abdominalbeine nach der jeweils oberen Seite zu schlagen, so daß der Rückstoß des

Wassers das Tier in die Bauchlage zurückwirft. Die langen Schreitbeine dagegen sowie die Antennen, die wegen ihrer außerordentlichen Dünne als Ruderorgane durchaus ungeeignet wären, werden im entgegengesetzten Sinne geschwungen wie die des Abdomens. Sie dienen als Balancierstangen, d. h. durch ihre Bewegung wird der Schwerpunkt des ganzen Körpers in einer Weise verlegt, daß die Drehung in die Bauchlage zurück wesentlich erleichtert wird.

Mit der Wirkung der Statocysten ist indessen für die Krebse das Problem der Orientierung im Raume noch nicht erschöpft. Schon Delage machte die Beobachtung, daß hierbei auch die Augen eine wichtige Rolle spielen. Wenn man nämlich einem *Palaemon* nur die Statocysten extirpiert, ohne die Augen zu entfernen, oder wenn man nur diese letzteren abschneidet, ohne die Statocysten zu verletzen, so tritt in beiden Fällen keine wesentliche Störung des Gleichgewichts ein. Sobald man aber Augen und Statocysten zugleich entfernt, ist eine völlige Desorientierung des Krebses die Folge; er überschlägt sich, rollt um die Längsachse usw. Wie die Augen hierbei wirken, war bisher nicht bekannt, die neuesten von mir ausgeführten Untersuchungen haben indessen gezeigt, daß hier ein sehr eigentümlicher Reflex vorliegt, welcher die Tiere zwingt, den Rücken stets der Lichtquelle zuzuwenden. Dieser Reflex war bisher nur für einige Daphniden nachgewiesen worden (Radl 1901, Ewald 1910). Da nun normalerweise das Licht von oben kommt, so ist es klar, daß ein *Palaemon* auch nach Entfernung seiner Statocysten genau wie vorher in Bauchlage schwimmen muß.

Dieser Lichtreflex gewinnt nun in folgendem Zusammenhang eine besondere Bedeutung. Es ist ebenfalls schon sehr lange bekannt, daß durchaus nicht alle Krebse Statocysten besitzen, und zwar sind es merkwürdigerweise gerade die Bewohner der Hochsee, die sog. pelagischen Formen, also gerade die besten und ausdauerndsten Schwimmer, die meistens dieser Organe entbehren, während die häufig sehr trägen und wenig beweglichen Bewohner der Küste und des Flachwassers sie fast ohne Ausnahme aufweisen. Dieses Verhalten erschien bisher völlig rätselhaft, ist aber durchaus aufgeklärt, seitdem wir den oben erwähnten Lichtreflex kennen. Bei den Tieren der Hochsee genügt derselbe nämlich für sich allein zur Orientierung im Raume, da hier das Licht immer einigermaßen vertikal von oben kommt. Sehr schräg auffallende Lichtstrahlen erleiden bekanntlich an der Oberfläche des Wassers totale Reflexion. In der Küstenregion dagegen kommt das Licht keineswegs immer von oben, sondern kann je nach dem Standorte des Tieres durch vorspringende Felsen, Pflanzenwuchs usw. in seinem normalen Einfall so weit behindert sein, daß die überwiegende Menge des Lichtes von der Seite oder womöglich von unten kommt. In solchen

Fällen würde der Lichtreflex offenbar nicht ausreichen zur Erhaltung der normalen Gleichgewichtslage, und dementsprechend sehen wir, daß die Statocysten, deren Wirkung stets unabänderlich die gleiche ist, die Rolle des Hauptorientierungsmittels übernehmen.

Das nächste Beispiel, zu dem wir nunmehr gelangen, führt uns zu den Muscheln, und zwar zu der Gattung *Pecten*, deren Vertreter hinsichtlich ihrer Bewegungen unstreitig zu den interessantesten Tieren überhaupt gehören. Die *Pecten* vermögen im Gegensatz zu ihren meist sehr trägen Verwandten in sehr eleganter Weise zu schwimmen. Die Richtung, welche sie hierbei einschlagen, steht etwa in der Mitte zwischen der vertikalen Bewegungsweise, die wir bei *Beroe* kennen lernten, und dem meist horizontalen Schwimmen der Krebse, denn *Pecten* schwimmt schräg nach oben. Um das eigentümliche Problem voll und ganz zu verstehen, das der Bewegungsmechanismus dieser Muschel darbietet, ist es notwendig, die folgende Überlegung anzustellen. Die meisten *Pecten* sind streng bilateral symmetrisch gebaut, d. h., sie zerfallen durch eine Ebene, die zwischen den beiden Schalen hindurchgeht, in zwei spiegelbildliche Körperhälften, eine linke und eine rechte. Nun ist es ein ganz allgemeiner Grundsatz der tierischen Bewegungslehre, daß derartige Symmetrieebenen während der Bewegung in gleichförmigen Medien stets senkrecht stehen. *Pecten* ist nun aber sehr eigentümlich gebaut; betrachtet man das Tier z. B. von der linken Seite (Fig. 4 a), so wird ein jeder, der nicht

nichts anderes, als daß sie sich genau wie *Beroe* entlang einer senkrechten Linie, der Schnitteinie beider Ebenen, aufwärts bewegen muß. Dies wäre nun aber zweifellos sehr unzweckmäßig. Die *Pecten*muschel schwimmt, wenn sie von irgend einem Feinde gestört wird, davon, um sich an einem anderen Orte niederfallen zu lassen. Der Sinn ihrer Bewegung ist also eine horizontale und nicht eine vertikale Ortsveränderung. Hieraus ergibt sich, daß unsere theoretische Überlegung an irgend einer Stelle ein Loch haben muß: eine der beiden Symmetrieebenen, die wir auffanden, darf während des Schwimmens nicht senkrecht stehen, und zwar ist es nun diejenige, die zwischen den beiden Schalen hindurchführt, also die eigentliche morphologische Symmetrieebene, die entgegen aller Erfahrung, die wir sonst an bilateral gebauten Tieren machen können, nicht senkrecht, sondern schräg gehalten wird. Dies wird nun, wie ich nachweisen konnte, ermöglicht durch eine sehr bemerkenswerte Asymmetrie der Statocysten. Wie eine solche wirken muß, werden wir sehr leicht verstehen, wenn wir für einen Augenblick nochmals zu einem Tier mit symmetrischen Statocysten zurückkehren: Betrachten wir zu diesem Zwecke die Flossenschnecke *Pterotrachea*, also ein *Pecten* nahe verwandtes Tier. Hier wissen wir (durch *Tschachotin* 1908) genau, daß in der normalen Gleichgewichtslage die eine Statocyste bestrebt ist, den Organismus links herum zu drehen, die andere mit genau der gleichen Kraft rechts herum. Natürlich heben sich beide Wirkungen gegenseitig auf, und so bleibt das Tier in dieser Lage. Extirpieren wir aber die eine Statocyste, so ist die notwendige Folge, daß das Tier von dieser zur Schwerkraft symmetrischen Lage aus eine Drehbewegung nach der einen Seite hin ausführt unter dem Einfluß der übrig gebliebenen. Genau das gleiche Verhalten beobachten wir nun bei *Pecten*, aber wohl gemerkt nicht bei einem operierten, sondern einem ganz normalen, wie er aus dem Meere kommt. Hängt man ein solches Tier mit dem Schloß nach oben an einem Faden frei im Wasser so auf, daß die morphologische Symmetrieebene in die Schwerkraftsrichtung fällt (Fig. 4 b), so tritt nach einiger Zeit eine asymmetrische Schwimmbewegung ein, die linke Seite wird aufgerichtet, und das Tier schwimmt schließlich schräg nach oben davon. Es ist mir neuerdings gelungen, experimentell festzustellen, daß diese Bewegung von der Existenz der linken Statocyste abhängt, die rechte hat ihre Wirksamkeit nahezu verloren.

Die bisher beobachteten Fälle bezogen sich samt und sonders auf frei im Wasser umher schwimmende Tiere; gehen wir nunmehr zu einem auf dem Lande lebenden, etwa einem vierfüßigen Säugetier über, so ist leicht einzusehen, daß die Wirkung der statischen Organe hier eine wesentlich andere sein muß. Denn, wäre sie dieselbe wie bei *Beroe*, *Palaemon* oder *Pecten*, so würde dies nichts anderes bedeuten, als daß der Kopf des

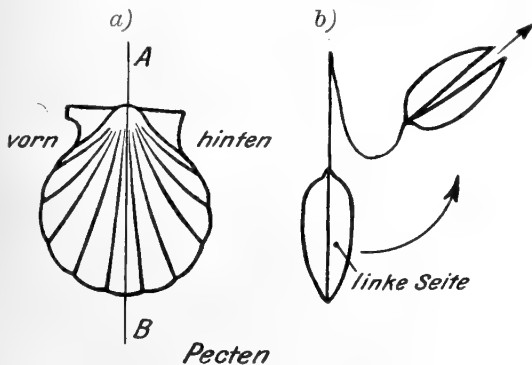


Fig. 4.

näher in zoologischen Dingen Bescheid weiß, offenbar der Ansicht sein, daß er etwa den Rücken eines bilateral gebauten Tieres vor sich hat, denn wiederum lassen sich, wenn man von kleinen Unregelmäßigkeiten in der Schloßgegend absieht, deutlich zwei symmetrische Schalenhälften unterscheiden, die durch die Symmetrieebene *AB* voneinander getrennt sind. Wir kommen so zu dem Schlusse, daß auch diese zweite Ebene während des Schwimmens senkrecht stehen muß, so daß also im ganzen die Bewegung dieser Muschel längs zweier einander sich schneidender vertikaler Ebenen zu verlaufen hätte; d. h. aber

Säugetieres, welcher die statischen Organe beherrscht, während der Bewegung stets eine bestimmte Lage im Raum einnehmen müßte. Das widerspricht aber offenbar einer jeglichen Erfahrung. Täglich sehen wir, daß der Kopf etwa eines Hundes mit der beweglichste Teil des ganzen Körpers ist, er kann nach allen Richtungen gedreht und gewendet, gehoben und gesenkt werden. Es ist nun das große Verdienst von Prof. *Magnus* in Utrecht, die Funktion der statischen Organe bei der Katze in einer Reihe sehr exakter Arbeiten klargestellt zu haben. Es seien die hauptsächlichsten Ergebnisse dieses Forschers kurz vorweg genommen. *Magnus* fand, daß die statischen Organe dieses Säugetiers den Tonus und damit die Stellung der vier Extremitäten beeinflussen, derart, daß einer jeden Stellung des Kopfes im Raume eine bestimmte Stellung der vier Gliedmaßen entspricht. An normalen Tieren kann man dieses Phänomen nicht studieren, weil durch die Erregungen, die fortwährend von den verschiedenen Sinnesorganen sowie direkt vom Gehirn ausgehen, die Stellung der 4 Beine immerzu verändert wird. Man muß diese Einflüsse ausschalten, indem man durch einen Schnitt das Großhirn vom übrigen Zentralnervensystem und damit auch von den Extremitäten abtrennt. An derart behandelten Katzen tritt nun, sobald die Wirkung der Narkose vorüber ist, eine sog. Enthirnungsstarre ein, d. h. die Streckmuskeln aller vier Extremitäten geraten in einen gewissen Tonus, und es ist nun möglich, die Abhängigkeit derselben von der Stellung des Kopfes im Raume zu studieren. Vorerst muß aber noch ein weiterer, störender Faktor beseitigt werden. *Magnus* konnte nämlich feststellen, daß die Haltung der Extremitäten nicht nur von der Stellung des Kopfes im Raume, sondern auch von der Biegung des Halses abhängt. Ich werde die entsprechenden Reflexe im folgenden kurz als die *Labyrinth-* und *Halsreflexe* bezeichnen. Um sie einzeln studieren zu können, muß man den jeweils anderen ausschalten. Die Halsreflexe kann man auf zwei verschiedene Weisen beseitigen: entweder man gipst den Hals des Tieres vollständig ein und bewegt nun zum Studium der Labyrinthwirkung das ganze Tier im Raume. Dieser Weg ist der sicherste, und er wurde von *Magnus* bei seinen zahlreichen Versuchen angewendet. Für unsere Zwecke praktischer ist der zweite: man stellt das Tier mit den Füßen auf den Tisch und bewegt nun den Kopf, ohne den Hals irgendwie zu biegen, im Atlasgelenk. Es ist klar, daß wir auch so den reinen Labyrinthreflex zu sehen bekommen. An einem solchen Präparat läßt sich nun folgendes feststellen, wozu auf die beistehende Fig. 5 verwiesen sei: Wenn wir von einer Stellung ausgehen, in welcher der Tonus der Streckmuskeln der Beine ein mittlerer ist (Fig. 5 a), so tritt nach Dorsaldrehung des Kopfes (Fig. 5 b) eine Streckung aller vier Beine ein, während dieselben nach Ventralbiegung derselben (Fig. 5 c) stark einknicken. Die isolierten

Halsreflexe lassen sich an Tieren mit cocainisierten Ohren studieren. Biegung des Halses dorsalwärts hat Streckung der Vorderbeine und Zusammensinken der Hinterbeine zur Folge, während nach Ventralbiegung der umgekehrte Effekt eintritt, Einknicken vorn und Aufrichten hinten. Wo wir nun dieses wissen, ist es sehr leicht, die kombinierte Wirkung beider Reflexe

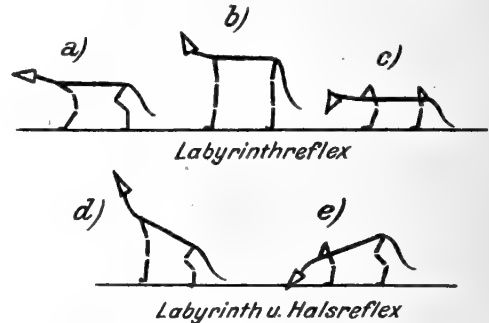


Fig. 5.

zu studieren, die wir im täglichen Leben so oft beobachten können. Es ist offenbar, daß beide Reflexe sich in ihrer Wirkung auf die Vorderbeine addieren, hinten dagegen sich mehr oder weniger gegenseitig aufheben.

Hält man einer Katze ein Stückchen Fleisch etwas erhöht über dem Kopf hin, so muß sie, um es zu erreichen, den Kopf heben und den Hals dorsalwärts biegen (Fig. 5 d). Es erfolgt gleichzeitig eine Streckung der Vorderbeine, so daß nun das Tier das vorgehaltene Stück erreichen kann. Ist dieses sehr hoch, so überwiegt hinten schließlich der Halsreflex, die Hinterbeine knicken ein, die Katze macht Männchen. Will sie umgekehrt aus einer Milchschrüssel trinken, die auf dem Boden steht, so ist hierzu ein Senken des Kopfes und Ventralbiegen des Halses erforderlich, und wir wissen alle, daß diese Bewegungen von einem Einknicken der Vorderbeine begleitet sind (Fig. 5 e).

Der Nutzen dieser Reflexe für das Tier liegt auf der Hand. Die Bewegung des Kopfes und Halses allein wäre ohne jeden Nutzen. Weder würde die Katze im ersten Falle das Fleischstück erreichen, noch im zweiten die Milchschrüssel. Erst das Hinzutreten der durch die Halsbiegung und die statischen Organe bedingten Bewegungen der Extremitäten macht aus dem Ganzen eine zweckmäßige Handlung.

Die Wissenschaft von der Orientierung der Organismen im Raume ist, wie ich eingangs erwähnte, ziemlich neuen Datums. Trotzdem besitzen wir auf diesem Gebiete heute größere Kenntnisse, als auf manchen anderen seit alters her befahrenen Wegen der Sinnesphysiologie. Es bleibt aber auch hier noch genug zu tun übrig. So wissen wir, um nur einiges zu nennen, noch gar nichts von der Funktion der Statocysten unserer Schnecken. Ferner gibt es statische

Reflexe bei einer ganzen Anzahl von Tieren, die keine Statocysten haben, ohne daß wir irgendwie wußten, worauf dieses Phänomen beruht. Es ist aber zu hoffen, daß, wenn viele fleißige Hände sich rühren werden, auch die noch zu lösenden Aufgaben bald ihren Meister finden werden.

Die Radioelemente und das periodische System¹⁾.

Von Privatdozent Dr. K. Fajans, Karlsruhe i. B.

(Schluß.)

7. Die Verschiebungssätze.

Wir haben gesehen, daß der vom Uran bis Thallium reichende Teil des periodischen Systems vom chemischen Standpunkt betrachtet sich widerspruchsfrei dem allgemeinen System anpassen läßt. Wir wissen aber von diesem Teil viel mehr als von dem übrigen, denn wir können sein Zustandekommen genau analysieren. Es entsteht dabei zunächst die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der Reihenfolge der Elemente in den radioaktiven Reihen und der in den Horizontalreihen des periodischen Systems. Noch vor kurzem wäre man geneigt gewesen, anzunehmen, daß die Umwandlungen von höheren Atomgewichten zu niedrigeren durch alle Gruppen des periodischen Systems führen. Vor etwa zwei Jahren hat nun Soddy in seiner Chemie der Radioelemente darauf hingewiesen, daß dies nicht der Fall ist. Er zeigte, daß bei manchen α -Strahlenumwandlungen, für welche zu dieser Zeit der chemische Charakter schon für beide Elemente bekannt war, die Umwandlung nicht zu der nächst niedrigeren, sondern zu der zweitnächsten Gruppe führt; so z. B. vom Thorium der vierten Gruppe zum Mesothorium I der zweiten, oder vom Thorium X der zweiten Gruppe zur Thoriumemanation der nullten Gruppe. Er wies auch darauf hin, daß die Umwandlungen nicht immer dieselbe Richtung im System behalten, indem z. B. die Umwandlung des Mesothoriums zunächst zum Element der vierten Gruppe, dem Radiothorium, führt und erst dann der weitere Abfall zur nullten Gruppe stattfindet. Es ist aber Soddy nicht gelungen, die hier obwaltenden Verhältnisse vollkommen aufzuklären.

Am Anfange des vorigen Jahres wurde das Problem gleichzeitig von drei Seiten, nämlich von G. v. Hevesy²⁾, Russell³⁾, und mir⁴⁾ in Angriff genommen. Es wurden ähnliche Lösungen vorgeschlagen, die sich aber doch in sehr wesentlichen Punkten unterschieden. Von den drei Auffassungen erwies sich die des Verfassers, der sich bald auch Soddy⁵⁾ angeschlossen hat, als die rich-

tige und es soll deshalb nur von dieser näher berichtet werden.

Zu dieser Zeit war das elektrochemische Verhalten der Radioelemente schon viel eingehender studiert worden als das chemische, und ich konnte kurz vorher¹⁾ den allgemein gültigen Satz aufstellen, daß *das Umwandlungsprodukt nach jeder α -Strahlenumwandlung unedler, dagegen nach jeder β -Strahlenumwandlung edler als die direkte Muttersubstanz ist.* Ausgehend von diesem Satz und gestützt auf das schon vorher bekannte experimentelle Material in bezug auf die chemische Natur ungefähr der Hälfte der Radioelemente habe ich die von Soddy angedeutete Regel, daß *nach einer α -Strahlenumwandlung ein Übergang in die zweitnächste niedrigere Gruppe, also nach links in einer Horizontalreihe stattfindet*, auf alle α -Strahlenumwandlungen ausgedehnt und habe dazu den Satz hinzugefügt, daß *nach jeder β -Strahlenumwandlung ein Übergang in die nächste höhere Gruppe stattfindet.* Auf Grund dieser zwei Sätze konnte die chemische Natur aller übrigen, noch nach dieser Richtung nicht näher untersuchten Radioelemente vorausgesagt und auch die Existenz eines neuen Elementes, nämlich des Uran X₂ gefolgert werden. Die inzwischen bekannt gewordenen Versuche von Fleck²⁾, W. Metzener³⁾ und meines Mitarbeiters P. Beer⁴⁾ haben alle diese Voraussagen ausnahmslos bestätigt und es ist O. Göhring und mir⁵⁾ gelungen, das unbekannte Element Uran X₂ zu finden. Der Voraussage entsprechend ließ sich dieses Element vom Uran X abtrennen; seine Halbwertszeit beträgt nur 1,15 Minuten und, wie zu erwarten war, stellt es chemisch ein Analogon des Tantal dar. Es kommt ihm die vorher freie Stelle in der fünften Gruppe der letzten Horizontalreihe des periodischen Systems zu und Göhring und ich haben diesem Element deshalb einen besonderen, nicht genetischen Namen, nämlich Brevium (Bv) beigelegt.

Durch diese Bestätigungen ist die allgemeine Gültigkeit der obigen zwei Sätze endgültig bewiesen; sie erlauben nun auch, die chemische Natur von Elementen, deren Kurzlebigkeit eine direkte Untersuchung ausschließt, mit großer Sicherheit zu beurteilen. Es verdient auch bemerkt zu werden, daß sich die zwei vorher erwähnten strahlenlosen Umwandlungen chemisch wie β -Strahlenumwandlungen verhalten, während die Umwandlungen, bei denen sowohl α - wie β -Strahlen emittiert zu werden scheinen, den Charakter der α -Strahlumwandlungen aufweisen. Ihre β -Strahlung deutet also entweder die Existenz von

¹⁾ Habilitationsschrift, Karlsruhe, 1912.

²⁾ l. c.

³⁾ Ber. d. d. chem. Ges. 46, 979 (1913).

⁴⁾ Diese Zeitschrift 1, 338 (1913). Dissertation Karlsruhe 1914.

⁵⁾ Diese Zeitschrift 1, 339 (1913); Physikal. Ztschr. 14, 877 (1913). Vgl. auch O. Hahn u. L. Meitner ibid. 14, 752 und A. Fleck, Phil. Mag. 26, 528 (1913).

¹⁾ Bearbeitet nach einem in der Breslauer chemischen Gesellschaft am 4. Juli 1913 gehaltenen Vortrag.

²⁾ Physikal. Ztschr. 14, 49 (1913).

³⁾ l. c.

⁴⁾ l. c.

⁵⁾ Chem. News 107, 97 (1913).

Verzweigungen an, oder sie stellt einen sekundären Effekt bei der Aussendung der α -Strahlen vor. Es sei noch hinzugefügt, daß die α -Strahlenumwandlungen der Emanationen aus der nullten Gruppe der einen Horizontalreihe in die sechste Gruppe der nächsthöheren Horizontalreihe führen. Dies zeigt, daß die nullte Gruppe zugleich den Charakter der achten Gruppe hat, daß also die Triaden der achten Gruppe in die Lücken, die die nullte Gruppe aufweist, gehören. Es wird also auch bei den α -Umwandlungen der Emanationen eine Gruppe, nämlich die siebte, übersprungen.

Auf Grund der obigen zwei Sätze können wir jetzt genau die Reihenfolge beobachten, in der die Umwandlungen der Elemente durch die Gruppen des periodischen Systems durchgehen. Es erübrigt sich nur noch hinzuzufügen, daß die drei radioaktiven Reihen sehr weitgehende Analogien zeigen. Vom Radiothorium, Ionium und Radioaktinium ab, die eine Gruppe chemisch untrennbarer Elemente bilden, nämlich alle in die Thoriumplejade gehören, verlaufen die Umwandlungen in allen drei Reihen in identischer Weise. Diese drei Elemente unterliegen derselben Art der Umwandlung, wodurch wiederum chemisch identische Elemente entstehen, die ihrerseits gleiche Umwandlungen erleiden. Und das wiederholt sich bis an das Ende der Reihen, mit dem Unterschied nur, daß die Thorium- und die Aktinriumreihe früher abbricht als die Uran-Radium-Reihe.

Wenn wir nun z. B. letztere Reihe näher verfolgen, so sehen wir (vgl. die Tabellen 1 und 2), wie vom Uran 1 der sechsten Gruppe eine α -Umwandlung in die vierte Gruppe führt, um nach zwei β -Strahlenumwandlungen wieder in die sechste Gruppe zurückzukehren, wobei ein Element entsteht, das mit dem ersten chemisch identisch ist. Dann geht es durch drei α -Umwandlungen über die vierte und zweite Gruppe zur nullten und so weiter. Ähnliches gilt für die anderen zwei Reihen, und wir können uns nun leicht das Zustandekommen der Plejaden erklären. Zum Teil rühren sie von dem Vorhandensein dreier analogen radioaktiven Reihen her, zum Teil daher, daß in mehreren Fällen nach einer α -Umwandlung zwei β -Umwandlungen folgen.

8. Atomgewicht und Lebensdauer der Isotopen.

Ein Punkt muß aber noch näher betrachtet werden. Wie wir schon sahen, kommen in jeder solchen Plejade sehr verschiedene Atomgewichte vor, und in vielen Fällen sind in einer linksstehenden Plejade die Atomgewichte mancher Elemente um mehrere Einheiten größer als die mancher Elemente einer rechtsstehenden Plejade. Und doch haben wir ein regelmäßiges Abfallen der Atomgewichte von rechts nach links gefunden, als wir, um in Übereinstimmung mit anderen Elementen zu bleiben, die Atomgewichte der langlebigen Glieder der Plejaden als in das System

passende nahmen. Dieses Resultat deutete darauf hin¹⁾, daß die Lebensdauer der Elemente innerhalb der Plejaden nicht regellos verteilt sein kann. Ich suchte deshalb nach Beziehungen zwischen Atomgewicht und Lebensdauer der Glieder einer Plejade, und wenn auch nicht behauptet werden kann, daß es gelungen ist, die Frage vollkommen aufzuklären, so konnten doch Regelmäßigkeiten aufgefunden werden²⁾, hinter denen ein tieferer Sinn verborgen zu sein scheint.

Wir haben schon früher gesehen, daß die durch β -Strahlenumwandlungen hervorgerufenen Verschiebungen den durch α -Strahlenumwandlungen bedingten entgegengesetzt sind. Ein ähnlicher Gegensatz zeigt sich auch in den jetzt zu besprechenden Regelmäßigkeiten. Vergleicht man (siehe die Tabellen 1 und 2) α -Strahler untereinander, so ergibt sich, daß innerhalb einer Plejade ihre Lebensdauer mit fallendem Atomgewicht fällt. Das zeigt sich deutlich bei Thorium, Ionium usw., den Emanationen, der Uranplejade, dem Radium A, Thorium A usw. Allerdings bildet das Polonium eine Ausnahme, deren Bedeutung schwer einzusehen ist. Ganz umgekehrt verhalten sich die Plejaden der β -Strahler. Hier findet ein Steigen der Lebensdauer mit fallendem Atomgewicht statt, wie man das beim Mesothorium 2 und Aktinium, beim Thorium D, Aktinium D und Radium C₂, beim Radium B, Thorium B und Radium D beobachten kann. Man bemerkt auch, daß die Produkte der Aktinriumreihe den Regelmäßigkeiten dann sich unterordnen, wenn, wie in der Tabelle geschehen, dem Aktinium das Atomgewicht des Radiums zugeschrieben wird. Nur Aktinium B und Aktinium X bilden dann Ausnahmen von den Regeln.

Interessant ist die Anwendung der Regel auf die Produkte Radium C₁, Thorium C₁ und Aktinium C, die sowohl α - als β -Strahler vorstellen. Es zeigt sich, daß man auf Grund der Regel die früher erwähnten, so verschiedenen quantitativen Verhältnisse der Verzweigung bei diesen drei Elementen auf ihr verschiedenes Atomgewicht zurückführen kann³⁾. Es sei noch erwähnt, daß, wenn in einer Plejade β - neben α -Strahlern vorkommen, die β -Strahler ein größeres Atomgewicht und eine kleinere Lebensdauer als das nächste Element der Plejade besitzen, wie die Beispiele des Mesothorium 1 und Uran X₁ zeigen.

Diese Gesetzmäßigkeiten sind nun, wie leicht einzusehen ist, imstande, die Regelmäßigkeiten der Atomgewichte in den Horizontalreihen des periodischen Systems trotz der tatsächlichen Kompliziertheit der Erscheinungen verständlich zu machen. Wir sehen somit, daß der von Uran bis Thallium laufende Teil des periodischen Systems sich zurückführen läßt auf die Gesetze der

¹⁾ Vgl. K. Fajans, Ber. d. D. Chem. Ges. 46, 438 (1913).

²⁾ Le Radium 10, 171 (1913).

³⁾ K. Fajans, Physikal. Ztschr. 14, 951 (1913).

Gruppenänderungen bei radioaktiven Umwandlungen und die Gesetzmäßigkeiten der Lebensdauer, die innerhalb der Plejaden herrschen.

9. Versuch der Ausdehnung auf gewöhnliche Elemente.

Gilt nun dasselbe für das ganze periodische System, darf man annehmen, daß auch dieses nichts anderes ist, als der Ausdruck der Gesetze der Umwandlungen der Elemente? Wir begeben uns mit diesen Fragen auf einen völlig hypothetischen Boden, denn es sind bis jetzt für die Elemente mit kleinerem Atomgewicht, ausgenommen das Kalium und das Rubidium, weder eine direkte Umwandlung, noch sogar das Aussenden von radioaktiven Strahlen, die auf eine solche Umwandlung hindeuten würden, nachgewiesen worden. Bedenkt man aber, daß die Lebensdauer der uns bekannten Radioelemente zwischen 10^{-11} Sekunden und 10^{10} Jahren variiert, so spricht nichts dagegen, daß die anderen Elemente noch viel langlebiger und deshalb für die radioaktiven Methoden nicht mehr zugänglich sind. Da nun das höhere Atomgewicht der Radioelemente das einzige ist, was ihnen im periodischen System eine Sonderstellung verschafft, so müssen wir dann schließen, daß im allgemeinen Elemente mit höherem Atom-

len deshalb die Häufigkeit des Vorkommens chemisch ähnlicher Elemente, die zu denselben Gruppen und Untergruppen des periodischen Systems gehören, miteinander vergleichen, wobei wir die ersten zwei Horizontalreihen, die auch sonst im System eine Ausnahmestellung einnehmen, von der Betrachtung ausschließen. Und da hat schon E. Clarke¹⁾ gezeigt, daß in den allermeisten Gruppen beim Vergleich ähnlicher Elemente die Häufigkeit mit steigendem Atomgewicht fällt. So ist das Arsen viel häufiger, wie Antimon und dieses häufiger als das Wismut. Dasselbe wiederholt sich in den Reihen Chlor, Brom, Jod; Argon, Xenon, Krypton, Emanation; Kalium, Rubidium, Cäsium usw. usw. Es gibt aber drei Ausnahmen von dieser Regel: das Gallium ist seltener als das Indium, und dieses kaum häufiger als das Thallium. Ähnliches finden wir in der Reihe Skandium²⁾, Yttrium, Lanthan und Germanium, Zinn, Blei. Wenn wir nun die entsprechenden Radioelemente ansehen (vgl. Tabellen 1 und 2), so finden wir, daß gerade in diesen drei Gruppen β -Strahler vorliegen, während in allen anderen Gruppen die α -Strahler überwiegen. Es scheint also ein bemerkenswerter Zusammenhang zu bestehen zwischen der Art, in der die Häufigkeit ähnlicher Elemente von ihrem Atomgewicht abhängt, und

Tabelle 3.

0 (VIII)	I	II	III	IV	V	VI	VII
He Ne	Li Na	Be Mg	B Al	C Si	N P	O S	F Cl
A Fe Co Ni	K Cu	Ca Zn	Sc Ga	Ti Ge	V As	Cr Se	Mn Br
Kr Ru Rh Pd	Rb Ag	Sr Cd	Y In	Zr Sn	Nb Sb	Mo Te	— J
X Os Ir Pt	Cs Au	Ba Hg	La u. andere Tl	Ce u. andere Pb	Ta Bi	W Po	— —
Ra Em	—	Ra	Ac	Th	Bv	U	

gewicht sich schneller umwandeln als die leichten. Wir besitzen eine Möglichkeit, diese Folgerung zu prüfen, denn es ist klar, daß die kurzlebigen Elemente in einer kleineren Menge vertreten sein werden als die langlebigen, und wir haben also in der Häufigkeit des Vorkommens der gewöhnlichen Elemente ein Kriterium für die Beurteilung ihrer Lebensdauer. Nun ist es eine altbekannte Tatsache, daß beinahe 99 % der ganzen Erdkruste aus Elementen zusammengesetzt ist, deren Atomgewicht nicht größer ist als das des Eisens. Es scheinen also in der Tat die leichteren Elemente langlebiger als die schweren zu sein. Wir können aber noch weiter gehen. Das Atomgewicht allein ist bei den Radioelementen noch nicht maßgebend für ihre Lebensdauer. So haben z. B. die drei Elemente von gleichem Atomgewicht Uran 2, Uran X₂ und Uran X₁ so verschiedene Halbwertszeiten, wie $2 \cdot 10^6$ Jahre, 24,6 Tage und 1,15 Minute. Es kommt offenbar auch auf den chemischen Charakter an. Wir wol-

den der Umwandlungsart der zugehörigen Radioelemente. Auffallend ist dabei, daß innerhalb der Plejaden die Abhängigkeit vom Atomgewicht entgegengesetzt ist der innerhalb der Gruppen bestehenden³⁾.

¹⁾ Data of Geochemistry, Bulletin U. S. Geological Survey 1911, S. 37. Vgl. auch J. H. L. Vogt, Ztschr. prakt. Geologie 1898.

²⁾ Das Aktinium fällt allerdings aus der Reihe heraus.

³⁾ Die Tatsache, daß Cäsium nicht radioaktiv ist, während Rubidium sehr weiche und Kalium etwas härtere β -Strahlen emittiert, steht mit der Auffassung, daß innerhalb der Vertikalgruppen die Stabilität der β -Strahler mit fallendem Atomgewicht fällt, in guter Übereinstimmung. Allerdings sprechen die Häufigkeitsverhältnisse dieser Elemente dafür, daß Kalium das stabilste von ihnen ist. Man kann indessen beide Tatsachen verstehen, wenn man annimmt, daß die β -Strahlen der Alkalimetalle nicht von der Hauptmasse dieser Elemente, sondern von Zumengung kurzlebiger Isotopen herrühren. Durch fraktionierte Diffusion müßten sich dann die aktiven Produkte abtrennen lassen.

Eines verdient noch hervorgehoben zu werden: wenn wir die Häufigkeit der Elemente Blei, Wismut und Thallium vergleichen, so nimmt sie in der genannten Reihenfolge ab, und wir sehen, daß auch die Radioelemente in der Bleiplejade die langlebigsten, in der Thalliumplejade die kurzlebigen sind. Die Verhältnisse der Häufigkeit des Vorkommens der gewöhnlichen Elemente sprechen also durchaus zugunsten der Auffassung, daß alle Elemente einem Umwandlungsprozeß unterliegen und daß für die Umwandlungsgeschwindigkeit einerseits der chemische Charakter, andererseits das Atomgewicht maßgebend sind.

Wie soll man sich nun diese Umwandlungen der gewöhnlichen Elemente denken. Die natürlichste Annahme, die man machen kann, ist, daß diese Umwandlungen einfach die Fortsetzung der drei uns bekannten Reihen sind und daß diese von den schwersten bis zu den leichtesten Elementen durch das ganze System auf die Weise, wie wir sie für die zwei unteren Reihen schon kennen gelernt haben, durchgehen. Die sogenannten Endprodukte dieser Reihen würden also nach dieser Auffassung die ersten Glieder der Reihe sein, deren Umwandlungen zu langsam sind, als daß wir sie mit den heutigen Methoden noch nachweisen könnten. Wenn das aber so ist, so wird sich wohl auch weiterhin die Erscheinung wiederholen, die wir in den untersten zwei Reihen kennen gelernt haben, nämlich daß die uns chemisch einheitlich scheinenden Elemente in Wirklichkeit Gemische mehrerer chemisch identischer Elemente mit verschiedenem Atomgewichte darstellen. Also sind die Atomgewichte der gewöhnlichen Elemente vielleicht nur Mittelwerte der Atomgewichte mehrerer Elemente. Natürlich ist auch hier möglich, daß das eine Element des Gemisches so viel langlebiger ist als die übrigen, daß es allein für das mittlere Atomgewicht in Betracht kommt. Und wenn wir uns auf die Erfahrungen bei den Radioelementen stützen wollen, so ist dies sogar das Wahrscheinlichste.

10. Schlußbetrachtungen.

Es würde zu weit führen, wenn wir alle die Konsequenzen, die sich aus dem Dargelegten ergeben, verfolgen würden. Wichtiger als diese hypothetischen Überlegungen sind aber diejenigen Versuche, welche zur Prüfung dieser so ganz neuartigen Schlüsse auszuführen sind.

Wie die obigen Ausführungen zeigen, hat die Einreihung der Radioelemente in das periodische System u. A. folgende zwei neue Tatsachen von großer Bedeutung zutage gefördert. 1. hat es sich ergeben, daß das Atomgewicht entgegen der bisherigen Auffassung nicht eindeutig die chemischen Eigenschaften der Elemente bestimmt. 2. hat es den Anschein, daß die wirkliche Zahl der Elemente eine größere ist, als es die chemischen Trennungsmethoden aufzudecken imstande sind.

Letzterer Satz gilt allerdings nur dann, wenn wir die Auffassung vertreten, daß die Elemente einer Plejade nicht nur außerordentlich ähnlich, sondern chemisch vollkommen identisch sind, und daß es nie gelingen wird, sie voneinander auf chemischem Wege zu trennen. Obgleich eine solche Auffassung in starkem Widerspruch mit der üblichen Überzeugung von der Leistungsfähigkeit der chemischen Trennungsmethoden steht, scheint sie mir weniger an dem bisherigen System der Elemente zu rütteln als die andere. Wie wir gesehen haben, bleibt die Grundlage des periodischen Systems, daß es so viel chemische Typen gibt wie Stellen im System, bei der Annahme der chemischen Identität der Isotopen vollkommen unberührt. Die Radioelemente lehren uns dann nur, daß die gewöhnliche Tabelle des periodischen Systems eine Projektion eines räumlich gedachten wirklichen Systems ist, längs dessen dritter Achse die chemische Natur der Elemente eine Konstante ist, und nur die Lebensdauer und das Atomgewicht als Variable erscheinen. Wenn wir indessen annehmen, daß die Elemente einer Plejade sich chemisch voneinander zwar wenig, aber doch unterscheiden, so versagt dann das bisherige System der Elemente auch in chemischer Hinsicht und wir müssen nach einer neuen Klassifikation suchen, um der stark vergrößerten Zahl der chemischen Typen gerecht zu werden. Natürlich soll nicht behauptet werden, daß letztere Alternative deshalb unmöglich sei. Es erscheint mir aber rationeller, solange keine zwingenden Gründe für die Annahme von Verschiedenheiten der Isotopen in chemischer Hinsicht vorliegen, an der hier und auch besonders von *Soddy* vertretenen einfacheren Auffassung festzuhalten; bis jetzt hat sie sich in der Radiochemie vollkommen bewährt⁴⁾.

In einer Hinsicht ist die Theorie in ihrem heutigen Zustande nicht ganz befriedigend. Wegen der Kurzlebigkeit der meisten Radioelemente sind weder ihre chemischen Eigenschaften in reinem Zustande studiert worden, noch ihre Atomgewichte direkt bestimmt. Es würde also eine wichtige Stütze der Theorie bedeuten, wenn es gelänge, auch direkt zu zeigen, daß zwei dem chemischen Verhalten nach identisch scheinende Elemente verschiedene Atomgewichte besitzen.

Eine Möglichkeit dieser Feststellung für eins der Elemente der letzten zwei Reihen ergibt sich aus der Tatsache, daß das Uran und Thorium, also auch deren Umwandlungsprodukte, in verschiedenen Mineralien in sehr wechselndem Verhältnis vorkommen.

Betrachten wir z. B. näher die Thoriumplejade. Das aus einem uranarmen Thormineral

⁴⁾ Einen scheinbaren Widerspruch bildet die angebliche verschiedene Löslichkeit der drei Emanationen im Wasser. (Vgl. G. v. Hevesy, Jahrb. f. Radioakt. u. Elektronik 10, 206 (1913). Man darf aber nicht vergessen, daß wegen der Kurzlebigkeit der Thorium- und Aktiniumemanation den entsprechenden Bestimmungen eine starke Unsicherheit anhaftet.

abgeschiedene Thorium wird zwar alle Glieder der Thoriumplejade enthalten, jedoch wird nur das Thorium selbst das an diesem Material ermittelte Atomgewicht beeinflussen, weil alle anderen Produkte wegen ihrer Kurzlebigkeit in zu kleinen Mengen vorhanden sind. Isoliert man indessen Thorium aus dem thorärmsten Uranmineral, der Pechblende, so bekommt man ein Material, das, wie man auf radioaktivem Wege leicht feststellen konnte, mindestens 16 % Ionium enthält. Wenn man also an diesem Material das Atomgewicht bestimmen wird, so wird man einen Mittelwert zwischen dem Atomgewicht des Thoriums (232) und dem des Ioniums (230) erhalten müssen, der um etwa 0,3 Einheiten von dem des Thoriums abweicht. Es ist von größtem Interesse, daß dieses so ioniumreiche Thorium das *identische Spektrum* zeigt wie gewöhnliches Thorium, was, wie *Soddy* hervorgehoben hat¹⁾, die Vermutung nahelegt, daß die Glieder einer Plejade nicht nur in chemischer, sondern auch in spektroskopischer Hinsicht sich gleich verhalten. Mit um so größerem Interesse muß man der von *Hönigschmid* geplanten Atomgewichtsbestimmung dieses Materials entgegensehen.

Ein anderer Fall, in dem Aussicht vorhanden ist, direkte Beweise für die Theorie zu gewinnen, bezieht sich auf die „Endprodukte“ der radioaktiven Reihen. Wie ich schon eingangs erwähnt habe, ist es als sicher zu betrachten, obwohl noch nicht direkt experimentell bewiesen, daß das „Endprodukt“ der Uran-Radium-Reihe Blei ist. Diese Ansicht, die zuerst von *Boltwood* ausgesprochen wurde, findet ihre Begründung in der Tatsache, daß Blei in allen Uranmineralien zu finden ist, und zwar in Mengen, die dem Urangehalt und Alter des Minerals entsprechen. Sie steht auch in voller Übereinstimmung mit der Folgerung, daß das Produkt der α -Strahlumwandlung des in die sechste Gruppe gehörenden Poloniums ein Glied der Bleiplejade sein muß. Das Atomgewicht dieses Endproduktes berechnet sich aus dem Atomgewicht des Radiums, durch Abziehen der bekannten Zahl der Heliumatome, die in der Radiumreihe abgespalten werden, zu 206,0.

Was aus dem Thorium C₂ und dem Thorium D nach deren Umwandlung entsteht, das war vor kurzem eine vollkommen offene Frage. Man wußte nur, daß es verhältnismäßig langlebige Elemente sein müssen, da man ihre Existenz auf radioaktivem Wege nicht mehr nachweisen konnte. Auf Grund der Verschiebungsgesetze ergibt sich aber, wie leicht einzusehen, daß es auch Elemente der Bleiplejade sein müssen. Sie müssen also chemisch Blei vorstellen. Wenn wir nun ihre Atomgewichte aus dem des Thoriums nach Abzug der entsprechenden Zahl der Heliumatome berechnen, so finden wir für beide den Wert 208,4, der also um ganze zwei Einheiten

verschieden ist von dem berechneten Atomgewicht des aus Uran über Radium entstehenden Bleies. Es gibt also sozusagen ein *Uranblei* und ein *Thoriumblei*.

Auf dieselbe Weise ergibt sich, daß das Umwandlungsprodukt des Aktinium D auch in die Bleiplejade gehört; wegen der Unsicherheit seines Atomgewichtes wollen wir es aber hier unberücksichtigt lassen.

Nun ist das Atomgewicht des Bleies, das aus gewöhnlichen Bleimineralien abgeschieden wird, 207,1, liegt also zwischen dem berechneten Atomgewicht des Uran¹⁾ und des Thorbleis. Es macht also den Eindruck, als ob das gewöhnliche Blei ein Gemisch dieser zwei Bleisorten in ungefähr gleichen Mengen darstellen würde, und man müßte erwarten, daß Blei aus thorfreen Uranmineralien ein um zwei Einheiten verschiedenes Atomgewicht vom Blei aus uranfreen Thormineralien besitzt.

Eine nähere Betrachtung lehrt indessen, daß die Sachlage nicht so einfach sein kann. Sehr uranarme Thormineralien, wie z. B. Thorit oder Oranget, zeigen einen Bleigehalt, der viel geringer ist, als man es aus dem Thorgehalt und dem Alter des Minerals erwarten sollte, wenn die Umwandlungsprodukte des Thorium C₂ und Thorium D vollkommen stabil sein würden. Dieser Bleigehalt ist auch nicht viel größer, als es dem kleinen Urangehalt der Mineralien entspricht. Wir müssen also schließen, daß, obwohl diese Produkte stabil genug sind, um nicht mehr radioaktiv nachweisbar zu sein, sie doch weiter zerfallen²⁾ und in Mineralien in größerer Menge nicht akkumuliert werden. Das steht übrigens, wie ich zeigte³⁾, in voller Übereinstimmung mit der Beziehung zwischen Lebensdauer und Atomgewichten der Isotopen. Das unbekannte Thorium D₂ ist ein Analogon des Radium D, also wie dieses höchstwahrscheinlich ein β -Strahler. Sein Atomgewicht liegt zwischen dem des Radium D und dem des jedenfalls sehr stabilen Radium G. Es muß also nach der Regel stabiler als Radium D, aber weniger stabil als Radium G sein. Aus diesen Gründen ist es deshalb unwahrscheinlich, daß im gewöhnlichen Blei das Thoriumblei und das Uranblei in gleichen Mengen enthalten sein sollten. Und es scheint deshalb wenig Aussicht zu sein, auf diese Weise die Diskrepanz zwischen dem theoretisch berechneten Atomgewicht des Uranbleis und dem des gewöhnlichen Bleis vollkommen zu erklären. Da aber genauere Anhaltspunkte für die Beurteilung der relativen Stabilität dieser Produkte fehlen und auch über das Atomgewicht des Aktiniumbleies man nichts Bestimmtes sagen kann, läßt sich von vornherein nicht voraussehen, ob das Atomgewicht des Bleies

¹⁾ Jahrb. der Radioaktivität und Elektronik 10, 188 (1913).

¹⁾ Unter Uranblei werden wir hier nur das über Radium, nicht das über das Aktinium entstehende Blei verstehen.

²⁾ Möglicherweise strahlenlos, wie Mesothorium 1.

³⁾ Le Radium 10, 171 (1913).

aus Uranmineralien merklich von dem des gewöhnlichen Bleis abweichen wird, und ob das aus den uranärmsten Thormineralien abgeschiedene Blei doch nicht zum größten Teil aus Uranblei besteht. Zur Entscheidung in dieser Frage wird man das bald zu erwartende Resultat der im Gange befindlichen experimentellen Untersuchungen abwarten müssen.

Eine wichtige Stütze hat indessen kürzlich die Theorie von einer ganz anderen Seite erhalten. Gelegentlich seiner schönen Untersuchungen der Kanalstrahlen nach der Methode der magnetischen und elektrischen Ablenkung fand *J. J. Thomson*¹⁾, daß das Neon der Atmosphäre außer der normalen Parabel, die dem Atomgewicht 20 entspricht, eine schwächere gibt, die auf Teilchen mit der Masse 22 hinweist. Da sowohl aus chemischen wie aus physikalischen Gründen es wenig wahrscheinlich schien, daß es sich um eine Verbindung NeH_2 handelt, schloß *Thomson*, daß Neon ein Gemisch zweier Elemente mit den Atomgewichten 20 und 22 (Metaneon) darstellt. Sein Assistent *Aston* unternahm nun die Trennung der zwei Bestandteile. Alle chemischen Trennungsmethoden versagten und auch durch vielfache fraktionierte Verdampfung gelang keine Anreicherung des neuen Elementes. Durch fraktionierte Diffusion, deren Geschwindigkeit bei Gasen ja nur von deren Molekulargewicht abhängt, gelang es aber, eine partielle Trennung zu erhalten: die Dichten der äußersten Fraktionen betrugen 20,15 und $20,28 \pm 0,02$, während die des gewöhnlichen Neons 20,19 ist. Es scheint hier also der erste Fall vorzuliegen, wo außerhalb der radioaktiven Reihen ein Element sich als Gemisch zweier nur durch Atomgewicht verschiedener Elemente herausstellt. Daß der Atomgewichtsunterschied zwischen den zwei Gliedern der Neonplejade, genau wie zwischen benachbarten Gliedern der radioaktiven Plejaden, zwei Einheiten beträgt, ist wohl auch nicht zufällig.

Es ist kaum anzunehmen, daß die in den unteren zwei Reihen des periodischen Systems und bei Neon gefundene Erscheinung nicht auch bei anderen Elementen wiederkehren sollte, und die Untersuchung einer möglichst großen Zahl der Elemente mit Hilfe der Diffusionsmethode würde von größter Bedeutung sein. Versuche mit Stickstoff wurden in diesem Institut in Angriff genommen.

Über das Chlorophyll und die Pigmentstoffe der Blätter und über die Farbstoffe der Blüten und der Beerenfrüchte²⁾

Referat von Dr. Bruno Rewald, Berlin.

Die Entwicklung der Farbstoffchemie knüpft unmittelbar an die Entwicklung der Struktur-

¹⁾ Vgl. Rays of positive Electricity, London 1914.

²⁾ Vortrag gehalten am 25. April 1914 in der Dtsch. chemischen Gesellschaft von Geh.-Rat Prof. Willstätter vom Kaiser-Wilhelms-Forschungsinstitut in Dahlem.

chemie, an die Namen *Gerhardt*, *Kekulé* usw. an. Einen besonderen Fortschritt bedeuten die bahnbrechenden Arbeiten von *Graebe* und *Liebermann*, denen die Synthese des Alizarins gelang, und *v. Baeyer*, der die Konstitution des Indigo aufklärte.

In den letzten Jahren ist nun wieder, nachdem eine lange Zeit die rein synthetische Richtung in der organischen Chemie den ersten Platz eingenommen hatte, die Erforschung der Naturprodukte in den Vordergrund getreten: die physiologische Chemie hat sich mächtig entwickelt. Hingewiesen sei besonders auf die Arbeiten über die Eiweißkörper, die Zucker, die Erforschung der Terpene und der Gerbstoffe usw. In diese Richtung fallen auch die Arbeiten über das Chlorophyll, den grünen Farbstoff der Pflanzen, dessen Bau und molekulare Zusammensetzung, vor allem aber dessen Reindarstellung erst in jüngster Zeit gelungen sind. Bis auf wenige ältere Arbeiten war das Gebiet fast unerforscht.

Charakteristisch für das Chlorophyll ist sein verschiedenes Verhalten gegenüber Alkalien und Säuren, das viel zur weiteren Aufklärung der Struktur und zur Reindarstellung beigetragen hat. Wenn Alkalien auf Chlorophyll einwirken, bilden sich wasserlösliche Salze; es tritt eine Verseifung der vorhandenen Ester ein unter Abspaltung einer Alkoholgruppe. Bemerkenswert ist nun, daß bei der Alkalieinwirkung das Magnesium — das charakteristische und einzige Metall des Chlorophylls — in den Spaltprodukten erhalten bleibt. Die so entstehenden Chlorophylline liefern bei Einwirkung höherer Temperaturen (200°) die sogenannten Phylline, freie Säuren mit 1—3 Säuregruppen. Diese Phylline sind noch magnesiumhaltig. Der weitere Abbau dieser Körper zu sauerstofffreien Verbindungen lieferte den außerordentlich wichtigen Beweis, daß das Magnesium nicht mit dem Sauerstoff, sondern mit dem Stickstoff verbunden sein muß, und zwar 1 Atom Magnesium mit 2 Atomen Stickstoff. Das Magnesium ist nicht etwa nur ein gelegentlicher Bestandteil, sondern es ist in festen, stöchiometrischen Verhältnissen am Aufbau des Moleküls beteiligt. Diesem Metall, das für die Ernährung und das Leben der Pflanzen von ganz besonderer Wichtigkeit ist, ist demnach in Agrikultur- und Düngungsfragen in Zukunft besondere Aufmerksamkeit zu schenken.

Bei der Einwirkung von Säuren auf Chlorophyll tritt zuerst ein Farbenumschlag, aber keine eigentliche Verseifung ein. Die Produkte, die mittels Säuren entstehen, sind magnesiumfrei. Man erhält dabei nach anderen Substanzen die Porphyrine, von denen das letzte, Ätioporphyrin, sauerstofffrei ist. *Hoppe-Seyler*, der zufällig bei der Einwirkung von Pflanzenextrakten, die sauer waren, zu einer ähnlichen Verbindung gelangte, nahm an, daß der Phosphorgehalt, den er beobachtete, wesentlich für das Chlorophyll sei und auf dessen Verwandtschaft zu den Lecithinen hinweise. Reines Chlorophyll ist aber phosphorfrei — damit fällt diese Hypothese. Das

erste Einwirkungsprodukt der Säuren auf Chlorophyll ist das Phäophytin, eine Tricarbonsäure von olivgrün-brauner Farbe. Fügt man in das metallfreie Molekül wieder Magnesium oder ein anderes Metall ein, so tritt sofort die charakteristische grüne Farbe wieder auf. Dieses Phäophytin wird durch Alkalien gespalten, und zwar in einen Alkohol, Phytol genannt, und ein Gemisch stickstoffhaltiger Substanzen, zugleich sauren und basischen Charakters, die Phytochlorine und die Phytorhodine.

Das Phytol beträgt ca. $\frac{1}{3}$ des gesamten Chlorophylls; es ist eine sogenannte ungesättigte Verbindung und steht vielleicht in Beziehung zum Isopren, dem bekannten Ausgangsmaterial des künstlichen Kautschuks. Phytol ist bei mehr als 200 Pflanzen als ständiger Bestandteil des Chlorophylls aufgefunden worden. Wurde jedoch die Extraktion des Chlorophylls auf längere Zeit als gewöhnlich ausgedehnt, so fand man manchmal keine Spur Phytol mehr; dafür fand man aber eine andere, gut kristallisierende Substanz. Dies führte zu der Entdeckung des Fermentes Esterase, d. h. eines Körpers, der in den grünen Blättern enthalten ist, und der imstande ist, den Alkohol, der bei der Extraktion verwandt wird, mit dem Chlorophyll unter Verdrängung von Phytol zu einem Ester zu vereinigen. Das kristallisierende Chlorophyll ist demnach der Äthylester, der dem gewöhnlichen phytolhaltigen Chlorophyll entspricht.

Das Phäophytin ist nun aber keine einheitliche Substanz. Es war schon lange bekannt, daß sich 2 Gruppen verschiedener Körper daraus ableiten lassen, die farblosen Phytochlorine und die roten Phytorhodine. Die Trennung dieser beiden Gruppen voneinander gelang auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit zwischen einem Gemisch aus Äther und Salzsäure verschiedener Konzentration. Die Ausarbeitung und Verfeinerung dieser Methode — die überhaupt in der Chlorophyllchemie die wertvollsten Dienste geleistet hat — lieferte den Beweis, daß es nur ein *Phytochlorin* und nur ein *Phytorhodin* gibt, und daß die Nebenprodukte auf Zersetzungen des Chlorophylls beruhen. Beides sind Carbonsäuren, die sich nur durch 2 Atome Sauerstoff unterscheiden und die sich dennoch noch nicht ineinander überführen ließen. Es war durch diese Versuche und Ergebnisse die Annahme von *Stokes* aus dem Jahre 1864 bestätigt worden, der auf Grund spektroskopischer Untersuchungen nur 2 Komponenten im Chlorophyll der Landpflanzen annahm, während er und *Sorby* und *Tswett* in den Braunalgen noch einen dritten Bestandteil annahmen. Ein solcher existiert aber sicher nicht.

Die Reindarstellung des Chlorophylls, die wegen der großen Menge der stets mitgelösten Nebenbestandteile anfangs auf Schwierigkeiten stieß, war leicht erreichbar durch Verwendung von 85 prozentigem Alkohol oder 80—85 prozentigem Aceton, während reiner Alkohol oder Methylalkohol versagte. Aus 1 kg Trockenblättern werden ca. 6,7 g Chlorophyll erhalten.

Mit dem Chlorophyll finden sich stets vergesellschaftet gelbe Pigmentstoffe. Diese konnten in kristallisierender Form erhalten werden und erwiesen sich als stickstofffrei. Der eine Körper ist identisch mit dem lange bekannten Carotin der Möhren. Das Carotin ist ein echter Kohlenwasserstoff, während der Begleiter sauerstoffhaltig ist. Durch ihre verschiedene Löslichkeit in Alkohol ist eine Trennung leicht möglich. Außerdem wurde in den Braunalgen noch ein carotinähnlicher Körper festgestellt, der tiefblaue Oxoniumsalze gibt. Diese Substanzen stehen in nahen Verwandtschaften zu den Farbstoffen aus der Tomate und denen des Eigelbs (den Luteinen).

Sehr bemerkenswert ist nun, daß die Zusammensetzung des Chlorophylls in bezug auf den Gehalt an den einzelnen Pigmenten ergeben hat, daß diese fast unabhängig ist von der Jahreszeit, Beleuchtung, Tageszeit. Das Verhältnis der verschiedenen Pigmente ist wenig schwankend.

Besondere Beachtung verdient dann endlich die Beziehung des Chlorophylls zum Blutfarbstoff. Von vornherein muß darauf hingewiesen werden, daß nicht nur der Gehalt an Magnesium resp. Eisen auf eine weitgehende Differenz hinweist, auch die inneren konstitutionellen Beziehungen der beiden Verbindungen sind sehr verschieden. Nur das ergab sich mit Sicherheit, daß Chlorophyll und Hämin dieselben Abbauprodukte, beide Mg- und Fe-frei, liefern, Produkte, die die Pyrrolgruppe viermal enthalten. Diese Abbauderivate konnten in ihrem chemischen Aufbau genau aufgeklärt und deren Identität bewiesen werden.

Die Erforschung der Farbstoffe aus Blüten und Beeren hat eine längere Vorgeschichte. Das Arbeiten mit diesen Substanzen ist deshalb leichter, weil im Gegensatz zum Chlorophyll die Blütenfarbstoffe, die Anthocyane, mit Säuren und Basen reagieren. Die Anthocyane besitzen Phenolcharakter und können infolgedessen leicht Bleisalze bilden, die aber keine einheitlichen Produkte ergeben. Zum ersten Male wurden im Jahre 1905 Anthocyane kristallisiert erhalten. Die Anthocyane sind stickstofffreie basische Farbstoffe, die mit anorganischen und auch organischen Säuren gut kristallisierende Salze bilden. Die Säureverbindungen sind rot, die Farbasen oft violett, die Alkalisalze blau. Die Anthocyane entfärben sich spontan, aber die Farbe kehrt auf Säurezusatz zurück; dies deutet auf eine Isomerisation hin, wie sie der Bildung von Rosanilin aus Fuchsin entspricht.

Die Anthocyane sind Glucoside, d. h. sie besitzen eine oder mehrere Zuckergruppen im Molekül. Dies Zuckergruppen werden durch verdünnte Salzsäure abgespalten; so entstehen die freien Zucker — Traubenzucker, Galactose usw. — und die Anthocyanidine. Die Reinigung der Anthocyane gelingt manchmal mit Hilfe der pikrinsauren Salze, die gut kristallisieren.

Der Farbstoff der Kornblume ist als Kalium-

salz in der Blume enthalten; der Farbstoff der Rose, der auf den ersten Blick doch vollkommen anders erscheint, ist identisch mit dem der Kornblume. Trockene Rosenblätter liefern ca. 1 % Farbstoff, der gespalten werden kann in 2 Mole Traubenzucker und 1 Mol färbender Substanz, Cyanidin. In reinem Zustande wurden noch eine große Anzahl anderer Farbstoffe dargestellt aus den verschiedensten Pflanzen, z. B. das Idein aus der Preißelbeere, das Delphinidin aus dem Rittersporn, das Önidin aus der Weintraube usw.

Die chemische Natur der Anthocyane weist auf die Verwandtschaft zu einer wohlbekannten Gruppe der organischen Chemie hin, zu den Flavon- und Flavonolfarbstoffen. Der phenolartige Körper der Anthocyanidine ist bisher stets Phloroglucin, während die Säurekomponente Gallussäure, Paraoxybenzoesäure usw. sein kann. Diese Spaltungstücke sind bei der Einwirkung von Alkalien erhalten worden. Die Konstitution einer Gruppe von Anthocyanen wird dadurch aufgeklärt; diese Farbstoffe bilden eine neue Klasse pflanzlicher Basen.

Besprechungen.

Scheid, K., Methodik des chemischen Unterrichts. (Handbuch des naturwissenschaftlichen und mathem. Unterrichts, herausgegeben von J. Norrenberg.) Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. XV, 488 S. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 12,—.

Der Charakter unseres Zeitalters als eines naturwissenschaftlichen gibt auch unserem Schulwesen das Gepräge. Im Lehrplan der höheren Schulen haben sich die Naturwissenschaften Heimatrecht erworben. Die Folge ist ein nimmer rastendes Suchen und Versuchen, ein unaufhörliches, eifriges Ringen nach den besten Unterrichtsformen, das nicht nur den Fortschritten der Wissenschaft selbst und ihrer Forschungsmethoden folgt, sondern auch unabhängig davon nach immer neuen Mitteln und Wegen sucht, den sachlichen, formalen und ethischen Wert der exakten Wissenschaften für die Erziehung unserer Jugend zur vollen Geltung zu bringen.

Diesem Streben verdanken wir auch die Arbeit von K. Scheid, „Methodik des chemischen Unterrichts“. Es ist eine Fülle von Anregungen von Selbsterfahrenem und Erprobtem in diesem Buche niedergelegt. Auf fruchtlose Erwägungen der theoretischen Pädagogik verzichtet das Buch, es will ein Werk sein, das in der Hand keines Chemielehrers fehlt und nie versagt.

Nach einer kurzen Darlegung der Bedeutung und Notwendigkeit des Chemieunterrichts bestimmt Verfasser das Lehrziel. Es ist ein dreifaches:

Erstens: das „*praktische*“: Ein auf Anschauung begründetes Verständnis für die Vorgänge des Lebens, ein Überblick über den Zusammenhang der Chemie mit den übrigen Zweigen der Naturwissenschaften, ein Einblick in den Bau des chemischen Lehrgebäudes und der chemischen Technik.

Zweitens: das „*formale*“: Der Schüler lernt scharf beobachten und in streng logischem Denkprozeß aus den Beobachtungen Schlüsse induktiver und deduktiver Art ziehen; die Phantasie wird angeregt, und zugleich werden ihr doch die natürlichen Schranken aufgezeigt.

Drittens: das „*ethische*“: Durch Selbsttätigkeit werden Freude am Können, Selbstvertrauen und Schulung des Charakters zu exakten Arbeiten und Wahrheitsliebe gefördert.

Den Umfang des chemischen Unterrichts umgrenzt Scheid mit den Forderungen: schon möglichst frühzeitig, bis in die obersten Schulklassen hinauf und mit sachgemäßer Auswahl möglichst gründlich. Diese Grundsätze beherrschen auch die verschiedenen Lehrpläne der Einzelstaaten. Die Freiheiten dieser Lehrpläne legen dem Lehrer die Verpflichtung auf, den Zusammenhang der chemischen Wissenszweige unter sich und mit den anderen naturwissenschaftlichen Fächern zu suchen und fortwährend aufrechtzuhalten. Die Chemie gerade vermag als das verbindende Glied die Gesamtheit aller Naturwissenschaften zu einigen. Was also erstrebt werden muß, ist eine Konzentration der Naturwissenschaften bereits auf der untersten Stufe aller Schulen. Wie man auf der Unterstufe methodisch solche chemischen Unterweisungen zu bieten hat, lehrt uns z. B. *Faradays* Naturgeschichte einer Kerze (herausgegeben von R. Meyer, Leipzig 1909). Im Sinne der Konzentration fordert Scheid für die mittleren Klassen Vereinigung des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Hand eines Fachlehrers zu einem sechsstündigen Unterrichtsblock. Der Gedanke einer solchen Verschmelzung wird auch von J. Norrenberg (der Unterricht in den Naturwissenschaften in *Lewis*, Die Reform des höheren Schulwesens in Preußen. Halle a. d. S., 1902) vertreten. Scheid verlangt in Abwägung der praktischen Schwierigkeiten eine weitere Unterrichtsstunde auf Kosten des sprachlichen Unterrichts, um den sämtlichen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zu ihrem Rechte zu verhelfen.

In der Frage nach der Form des Unterrichts tritt Verfasser in ausführlicher Darlegung des Für und Wider und in gerechter Würdigung der vielen bis ins Einzelste des Schulbetriebs eingehenden Probleme, fußend auf dem Boden geschichtlichen Werdens und sich auf seine eigene reiche Erfahrung stützend, für die verbindlichen Schülerübungen als Grundlage des gesamten naturwissenschaftlichen Unterrichts ein. Weit besser als durch die Demonstration werden durch die Übungen die Ziele des chemischen Unterrichts gefördert (Besprechung der Leitsätze *Dannemanns* auf der 11. Rheinischen Direktoren-Konferenz). Am Gange seines eigenen Unterrichts zeigt Scheid, wie sich der chemische Unterricht gestaltet, wenn ihm die Übungen als Grundlage dienen. Nur auf *dem Arbeiten in gleicher Front* kann sich der praktische Unterricht aufbauen. Zur Ergänzung ist stets die theoretische Unterweisung notwendig. Wie der Stoff methodisch für die Schule anzuordnen ist, hat Verfasser in seinem Leitfaden der Chemie, Unterstufe (Leipzig 1909), gezeigt. Beeinflußt die Auswahl des Lehrstoffs die Methode, so zwingt umgekehrt aber auch die Methode des Unterrichts, gewisse Abschnitte des Gesamtgebietes als unentbehrliche Bestandteile für die Schule herauszugreifen, die die Grundlage für ein erfolgreiches Weiterarbeiten bilden. Solche sind die quantitativen Untersuchungen, die schon auf der Unterstufe vorzunehmen sind. Erst später können gasvolumetrische Versuche ausgeführt werden. Den maßanalytischen Kurs beschränke man auf wenige Beispiele. Scheid warnt vor einem Zuviel an Versuchen, da der Schüler leicht infolge Überlastung nicht mehr genügend mitarbeitet.

Was Scheid hinsichtlich der äußeren Hilfsmittel des chemischen Unterrichts als erstrebenswert hin-

stellt, ist glücklicherweise in den neueren Oberrealschulen bereits größtenteils angenehme Wirklichkeit.

Anders steht es um die Forderungen, die Verfasser an die Vorbildung des Chemielehrers stellt. Der Unterricht in Chemie verlangt ein wirkliches positives Wissen, das niemals durch Vortragskunst und Selbstbewußtsein zu ersetzen ist. Grundsätzlich ist daher eine Lehrbefähigung zweiter Stufe in Chemie zu verwerfen und diese Stufe als Prüfungsfach abzuschaffen (vgl. *Duisberg*, Der chemische Unterricht an den Schulen und der Hochschulunterricht. Leipzig 1906). Chemie und Mineralogie sind in der Prüfungsordnung als zwei selbständig getrennte Fächer zu behandeln und zu werten. An das Ende des zweiten bzw. dritten Dienstjahres nach dem Staatsexamen ist eine zweite praktische Prüfung zu legen. Auch alle philosophischen und pädagogischen Studien sind in diese Zeit zu verschieben. Neben einem achtsemestrigen Studium¹⁾ sieht Verfasser in einem Spezialstudium eine größere Vertiefung in das wissenschaftliche Gebiet der Chemie. Außerdem empfiehlt er den Besuch von Vorlesungen allgemeiner Art aus der Chemie verwandten Gebieten. Für die Weiterbildung der Lehrer in Fachseminaren und Kursen tritt er mit Entschiedenheit ein. Der Chemielehrer muß auch um deswillen eine große Summe von Kenntnissen besitzen, weil er im Lehrerkollegium als der Naturwissenschaftler gilt, von welchem man Auskunft über alle aktuellen naturwissenschaftlichen Fragen erwartet.

Aus diesen Ausführungen *Scheids* weht der Odem der Begeisterung dem Lehrer entgegen. Der Fachmann, dem seine Wissenschaft ans Herz gewachsen ist, spricht; nicht so sehr die ruhige Einschätzung des Wirklichen als vielmehr die Herzenswünsche führen ihm die Feder. Kommen auch nicht alle Blüten am Baume der Erkenntnis zur Reife, so wäre es doch schon ein gewaltiger Fortschritt, wenn ein Teil der Hoffnungen, die am Schlusse des allgemeinen Teils ausgesprochen werden, sich bald erfüllen würden.

Dem besonderen Teile ist eine Stoffverteilung zugrunde gelegt, deren Umfang die Aufgaben der Lehrpläne aller Realanstalten bei weitem übersteigt. Im Unterrichtsbetrieb einer Schülergeneration läßt sie sich, wie *Scheid* selbst sagt, nicht bewältigen. Trifft man dagegen aus der Fülle des Dargebotenen eine geeignete Auswahl, so hat man damit reichliches Material, um den unentbehrlichen, in den Lehrplänen vorgeschriebenen „eisernen Bestand“, der in jedem Schuljahr abzuhandeln ist, alljährlich je nach der zur Verfügung stehenden Zeit zu erweitern. Nur um Verwaltungsbehörden und Lehrern in gleicher Weise die Durchführbarkeit eines auf Schülerübungen sich aufbauenden Unterrichts zu zeigen, ist als zweiter Teil des Buches ein ganzer, sich über mehrere Schuljahre erstreckender Lehrgang durchgeführt worden. Dieser Lehrgang will nur zeigen, wie man den Unterricht erteilen kann, welche Gesichtspunkte im Vordergrund der Darbietung stehen, und welche Nebenumstände bei den Einzelabschnitten berücksichtigt werden müssen. Wo der praktische Unterricht noch nicht Eingang in die Schule gefunden hat, läßt sich unschwer der gleiche Gedankengang auch für den Demonstrationsunterricht einhalten. Der Verfasser wünscht nicht, daß sein Lehrgang als der allein mustergültige hingestellt werde, er möchte nur mit seiner bereits erprobten Lehrmethode dem jungen

Lehrer ein vorbildlicher Begleiter, ein zuverlässiger Helfer und Berater sein. Er bezeichnet daher auch die einzelnen Abteilungen des zweiten Teiles als „Vorschläge“ zur Behandlung der Stufen. Es ist ja auch sachlich und pädagogisch unmöglich, eine so schnell und kraftvoll auftretende Disziplin, die täglich sich fortentwickelt, heute schon in ein bestimmtes Gewand kleiden zu wollen.

Wie *Scheid* trotz dieser Schwierigkeit die Lösung der mannigfachen Probleme des praktischen Unterrichts anstrebt, an der Hand seines umfassenden Lehrgangs bis in die feinsten Einzelheiten zu verfolgen, bietet jedem Fachgenossen eine Quelle reicher Belehrung. Nicht ausgeführt, aber stets angedeutet sind die zahlreichen Anknüpfungspunkte, die den Zusammenhang zwischen Chemie und den übrigen Zweigen der Naturwissenschaften vermitteln. Ein einheitliches naturwissenschaftliches Weltbild gebe man dem jungen Menschen mit auf den Lebensweg. Nur durch solche verknüpfende Betrachtungsweise kann man das Verständnis für den großen Plan des Künstlers anbahnen.

Das Werk von *K. Scheid* birgt einen solchen Schatz gediegenen Wissens und wertvoller Anregungen, daß es in keiner Bibliothek fehlen sollte.

M. Cahn, Wiesbaden.

Abegg, R. (†), und F. Auerbach, Handbuch der anorganischen Chemie. Vierter Band, zweite Abteilung. Leipzig, S. Hirzel, 1913. X, 904 S. Preis geh. M. 26,—, geb. M. 28,—.

Beim Erscheinen der vorhergehenden Bände hat der Referent (*Naturwissenschaftliche Rundschau* 1906 und folgende) die Ideen darzulegen versucht, welche für die Inangriffnahme des ganzen Werkes leitend waren. Der Plan, ein Handbuch der anorganischen Chemie zu schaffen, welches nicht nur die übliche Registrierung der chemischen Tatsachen bringen sollte, sondern — so eng damit verknüpft als es der Stand der Wissenschaft jeweilig erlaubt — ihre Beziehung zu den Ergebnissen der theoretischen Forschung, der physikalischen Chemie . . . dieser Plan entstammt ursprünglich gemeinsamen Überlegungen von *Abegg* und *Bodländer*. Nach *Bodländers* frühem Hinscheiden hat *Abegg* mit bewundernswerter Tatkraft den Gedanken zur Ausführung gebracht. In rascher Folge erschienen fünf Bände und man sah in ihnen immer mehr ein unentbehrlich werdendes Hilfsmittel des wissenschaftlich und des rationell technisch arbeitenden Anorganikers heranwachsen. *Abegg* fiel einem Ballonglück zum Opfer und in die Klage um den Verlust des strebsamen Forschers und sympathischen Menschen mischte sich Bedauern und Zweifel über das Schicksal seines Lebenswerks.

Abeggs langjähriger Mitarbeiter, Regierungsrat *F. Auerbach*, der ihm schon bei den letzten Bänden helfend zur Seite gestanden hatte, übernahm jetzt die Leitung der noch ausstehenden Bände. Es bedeutet das bei diesem Werke weit mehr als in ähnlichen Fällen und dem sachkundigen Leser erscheint die Arbeit zu bescheiden gewertet, wenn ihrer in dem Vorwort zu dem neuen Bande nur mit den Worten gedacht wird: „An der Ausgestaltung von Inhalt und Form in dem bezeichneten Sinne war neben den Autoren auch die Redaktion zu ihrem Teile mitzuwirken bemüht.“

Als wertvollster Mitarbeiter für das ganze Werk erweist sich auch in diesem Bande wieder *B. Brauner*, der ein ganzes Lehrbuch der Atomgewichtsbestimmungen von bisher nicht vorhandener Vollständigkeit und

¹⁾ Diese Forderung steht im starken Gegensatz zu den Vorschlägen der Unterrichtskommission, die nur eine zweisemestrige Experimentalvorlesung, die in geeigneter Weise auszugestaltet ist, verlangt.

Zuverlässigkeit in das Handbuch — als besondere Einleitung zu der Besprechung eines jeden Elements — hineingearbeitet hat. *Brauner* beteiligt sich jetzt auch an der jedem Bande vorangestellten allgemeinen Übersicht über die behandelten Elemente. Der vorliegende Band umfaßt die Elemente der siebenten Gruppe, Fluor, Chlor, Brom, Jod, Mangan. Fluor und Chlor sind von *Kötz* behandelt, Fluor auf zwei, Chlor auf acht Druckbogen. Eine größere Reihe von Stichproben läßt die Arbeit als eine außerordentlich sorgfältige und zuverlässige erkennen. Entsprechend ihrer theoretischen und technischen Wichtigkeit ist der Elektrolyse von Alkalichloridlösungen ein besonderes Kapitel gewidmet. Brom ist von *Abel* auf sieben Druckbogen behandelt und Jod von *Abel* und *Halla* auf vierzehn. Die Behandlung entspricht den Erwartungen, die man nach den bekannten schönen Untersuchungen von *Abel* über das Verhalten der Halogene nach verschiedenen Richtungen hegen durfte. Als besonders wertvoll seien hier die Abschnitte über die Energetik der Jodsauerstoffverbindungen und ihre Kinetik hervorgehoben, ferner die Behandlung der Reaktionen der verschiedenen Oxydationsstufen des Jods in wässriger Lösung. Auf dreizehn Druckbogen endlich wird das Mangan behandelt von *Miolati*. Ein Sonderkapitel dazu, die Verbindungen des sechs- und siebenwertigen Mangans betreffend, rührt von *Sackur* her. Wie in den früheren Bänden wird auch in diesem die Kolloidchemie eines jeden Elements von *Lottermoser* behandelt. So bedeutet auch dieser Band wieder eine unzweifelhafte Bereicherung der chemischen Literatur und es bleibt nur der Wunsch auszusprechen, daß das große Werk nunmehr ohne Störung bald seinem Abschluß zugeführt werden könne.

Alfred Coehn, Göttingen.

Doelter, C., Handbuch der Mineralchemie. Bd. III, Lieferung 2 (Bogen 11—20). Dresden und Leipzig, Th. Steinkopff, 1913. Preis M. 6,50.

Die Mineralchemie als das Grenzgebiet zwischen Mineralogie und Chemie hat seit den Zeiten eines *Berzelius* und *Rammelsberg* keine ähnlich große Bedeutung besessen wie gerade heute. Besonders durch die Wichtigkeit, die gewisse seltenere Elemente und ihre Verbindungen für die moderne Technik erlangt haben, ist das Interesse an den Mineralien, die diese Stoffe enthalten, und die gewöhnlich nur innerhalb relativ eng begrenzter Bezirke der Erdoberfläche sich in nennenswerter Menge finden, außerordentlich gestiegen. Die neue Lieferung des vorliegenden Handbuches behandelt zum großen Teile derartige seltenere Elemente von großer technischer Wichtigkeit und die sie enthaltenden Mineralien. Um den Inhalt kurz anzugeben, so werden darin besprochen: Silikozirkoniate (Schluß), Zinn, Cerium, Blei, Thorium und Thormineralien, Niobate und Tantalate, Nitrate und Phosphate. Besonders zu begrüßen ist die ausführliche Behandlung der Analysenmethoden, ferner ein Abschnitt über „die Bedeutung der Radioaktivität für die Mineralogie“ von *St. Meyer* (Wien). Es wird darin nach der physikalischen Seite hin, ohne auf Einzelheiten der radioaktiven Erscheinungen bei den Mineralien einzugehen, derjenige Teil der Radioaktivität behandelt, der für die Mineralogie unmittelbar Interesse hat. Der Verfasser bemerkt dazu, „daß gerade hier den Schlüssen aus dem radioaktiven Verhalten noch mancherlei Unsicherheiten anhaften“. Besonders interessieren werden die Angaben über die Bestimmung des Alters radioaktiver

Mineralien, wobei die von verschiedenen Grundlagen ausgehenden Berechnungen recht gute Übereinstimmung zeigen.

J. Uhlig, Bonn.

Astronomische Mitteilungen.

Eine neue Sonnenwarte in Neuseeland ist gegenwärtig im Entstehen, nachdem sich ein Bürger der Stadt Nelson auf Neuseeland, nämlich Mr. *Thomas Cawthron*, bereit erklärt hat, zu diesem Zweck eine Million Mark zur Verfügung zu stellen. Nach eingehenden Untersuchungen des Direktors der indischen Koidaikanal-Sonnenwarte, Mr. *Evershed*, der zu diesem Zweck Neuseeland besucht hat, sind die klimatischen und topographischen Bedingungen gerade in Nelson außerordentlich günstig für astrophysikalische Himmelsforschungen.

Mit Bezug auf die nächste totale Sonnenfinsternis vom 21. August wird in englischen wissenschaftlichen Zeitschriften mit Recht darauf hingewiesen, daß auch an einigen Punkten der norwegischen Küste die Totalität der Verfinsternung zu beobachten sein wird. Da in Deutschland die nächste totale Sonnenfinsternis erst im Jahre 1954 zu sehen sein wird, sollte jeder, der eine kurze Nordlandsreise auszuführen vermag, diese Gelegenheit zum Beobachten einer der eindrucksvollsten Himmelserscheinungen nicht unbenutzt lassen. Nach Berechnungen von Prof. *Geelmuyden*, die im neuesten Heft der englischen Zeitschrift *The Observatory* veröffentlicht sind, geht die Zone der Totalität bei der nächsten Sonnenfinsternis vom 21. August d. J. durch folgende norwegische, zumeist an der Küste gelegene Orte in der Reihenfolge von Norden nach Süden: Tranen, Skibaasvar, Dønna, Mosjøen, Velfjorden, Hatfjeldalen, Børgfjeld und Namsvandet.

Über einen in Südafrika niedergefallenen Meteorstein macht Prof. *G. H. Stanley* in dem *South African Journal of Science* (Bd. 10, Nr. 5) interessante Mitteilungen. Das im Zululand am Pokinyoni-Hügel ganz dicht neben einem Eingeborenen niedergegangene Meteor verursachte eine weithin hörbare Explosion und hinterließ in der Luft einen rauchartigen spiralförmigen Schweif. Es wog etwa 16 kg und bestand zumeist aus Nickeleisen, war also kein Stein, sondern ein Eisenmeteorit. Die genaue chemische Analyse ergab: Eisen 89,3 %, Nickel 10,6 % und sonst nur geringe Spuren von Kieselerde, Schwefel, Kohle, Phosphor, Aluminium, Magnesium und Platin.

Von dem neuen Kometen 1914 a, der von Dr. *Kritzing* auf der Bothkamp-Sternwarte entdeckt worden ist, liegt eine Bahnberechnung vor, nach der dieser sporadische, also in einer Parabel sich bewegende Komet am 31. Mai in Sonnennähe kommen wird. Seine Helligkeit, die gegenwärtig nur von der 9. Größenklasse ist, wird daher noch zunehmen und ebenso seine schon jetzt deutlich sichtbare Schweifentwicklung.

Der Planet Jupiter am Morgenhimmel. Gegenwärtig ist Jupiter vor Sonnenaufgang deutlich über dem östlichen Horizont zu sehen und auch günstig zur Beobachtung im Fernrohr. Aus diesem Grunde sind in der *Nature* (Bd. 93, Nr. 2318) die genäherten Zahlen für die Durchgangszeiten des großen roten Flecks auf der Jupiterscheibe entsprechend einer Rotationsperiode von 9 h 55,6 m angegeben, und zwar nach Greenwicher Zeit.

Über die Bahnen der Meteore und Feuerkugeln, die in England 1912 und 1913 beobachtet wurden, gibt der bekannte Sternschnuppen-Forscher *W. F. Denning* in Nr. 4726 der *Astronomischen Nachrichten* eine beachtenswerte Zusammenstellung, aus der folgendes erwähnt sei. Die Höhen für das Aufleuchten der Meteore schwanken zwischen dem Maximalwert von 190 km und dem Minimalwert von 50 km, die entsprechenden Höhen für das Verschwinden zwischen 130 und 30 km. Die größte beobachtete Länge einer Meteorbahn betrug fast 1000 km und die kürzeste 25 km, die größte Sekundengeschwindigkeit 115 km und die kleinste 12 km.

Ein neuer veränderlicher Stern konnte von *S. Enebo* in Dombaas mit einer Helligkeitsschwankung von einer ganzen Größenklasse ($8\frac{1}{2}$ bis $9\frac{1}{2}$ Größenklasse) aufgefunden werden. Es ist der veränderliche 14/1914 Pegasi, der in der Bonner Durchmusterung unter BD + 17° 4819 katalogisiert steht.

A. Marcuse.

Chirurgische Tagesfragen in der Bekämpfung der Knochentuberkulose.

Ein großer Umschwung hat sich in den letzten Jahren auf diesem Gebiet abgespielt. Er fällt zum Teil zeitlich und ursächlich zusammen mit der Erkenntnis von der fast ubiquitären Verbreitung der Tuberkulose; konnte doch vor einer Reihe von Jahren bereits von *Nägeli* an der Hand eines größeren Sektionsmaterials nachgewiesen werden, daß ein geradezu erschreckend hoher Prozentsatz der Menschen einen tuberkulösen Herd, sei es in Abkapselung, sei es noch in floridem Zustand in seinem Körper beherbergt. Und diese Feststellung findet in jüngster Zeit ihre Stütze in der Tatsache, daß man Tuberkelbazillen, jene Erreger der Tuberkulose, im strömenden Blut auch bei anscheinend Gesunden nachweisen konnte, die also nur von irgend einem versteckten Herd aus in die Blutbahn eingeschwenkt sein können. So steht heute die Vorstellung der latenten Tuberkulose als gut fundierte These da.

Und diese neue Vorstellung mußte begreiflicherweise auch ihre Konsequenzen für die chirurgische Behandlung der Tuberkulose, in Sonderheit der Knochentuberkulose haben; es mußte sich aus einer früher streng eingeleiteten Lokalbehandlung langsam eine Allgemeinbehandlung unter spezieller Berücksichtigung freilich des lokalen Leidens heraus entwickeln.

Wie soll man aber im Rahmen einer Allgemeinbehandlung die lokalisierte Tuberkulose, speziell des Knochensystems, chirurgisch angreifen? Es ist dies eine Frage, die ein aktuelles Interesse beansprucht, die eine außerordentlich interessante und lebhafter Diskussion auf dem vorletzten Chirurgenkongreß heraufbeschwor, aber eine einheitliche Beantwortung nicht erfuhr. Gipfelt sie doch letzten Endes darin, ob der Chirurg einen tuberkulösen Prozeß operativ und radikal oder mit konservativen Maßnahmen behandeln soll. Und eine Einigung wird um so schwieriger, als beide Wege schließlich Erfolg versprechen und es von dem Geschmack, der persönlichen Erfahrung, der Kritik des Einzelnen abhängt, auf welchen Weg er verwiesen wird. Wie *Garré* in seinem Referat auf dem

Kongreß hervorhebt, ist es absolut verfehlt, eine strenge Schablone geben zu wollen. Schon allgemeinere Momente, wie die Dauer der Krankheit, die sozialen Verhältnisse, bei Erwachsenen der Beruf verlangen ein individualisierendes Vorgehen. Und doch bringt eine solche Aussprache, die auf genauen Untersuchungen basiert, in manchen Punkten wenigstens eine Klärung.

Die Prinzipien der beiden Methoden, wie sie bisher geübt wurden, mögen kurz skizziert werden, wobei jedoch nur auf die Behandlung tuberkulöser Knochenprozesse eingegangen werden soll. Denn für die Therapie der primären Gelenktuberkulose mit ausschließlicher Beteiligung der Weichteile, der Gelenkkapsel, der Gelenkhaut (Synovia) ohne Erkrankung der angrenzenden Knochen und Gelenkknorpel gilt heute wie früher derselbe Grundsatz des strengen Konservatismus. Er entspringt aus der Erfahrung, daß unter absoluter Ruhigstellung und Entlastung des Gelenkes durch fixierenden Verband der tuberkulöse Prozeß zur Ausheilung kommen kann; das Gelenk wird wieder schmerzfrei, bleibt tragfähig und beweglich. Die operative Entfernung der tuberkulösen Gelenkweichteile in solchen Fällen mit der unausbleiblichen Folge einer mehr oder weniger ausgesprochenen Gelenksteifung wird heute wohl von keinem Chirurgen mehr geübt. Dagegen verfügt er heutzutage über eine größere Zahl konservativer Hilfsmittel, unter denen er seine Auswahl treffen kann. Nur in besonderen Fällen kommt er in die Lage, seinen abwartenden Standpunkt aufzugeben. Greift nämlich der Prozeß anstatt auszuheilen von der Gelenkkapsel auf die angrenzenden Knochen über, worauf der Arzt ja ständig durch Röntgenkontrolle Bedacht haben muß, so sind die gleichen Bedingungen geschaffen wie bei der primären Knochentuberkulose und demgemäß auch die entsprechenden Überlegungen am Platze. Denn die Ausnahmen können in diesem Zusammenhang übergangen werden, daß ein tuberkulöser Herd, relativ leicht zugänglich, sich im Schaftteil eines Röhrenknochens lokalisiert, wo ein radikaler Eingriff, Freilegung der Höhle mit Ausräumung alles Tuberkulösen schnelle Heilung schafft, ohne daß die Stabilität, die Wachstumsenergie des Knochens darunter leidet, wo allein der Zeitgewinn den Ausschlag gibt für die Radikalität der Behandlung.

In der Natur der Knochentuberkulose liegt es aber leider, sich in der unmittelbaren Nähe der Gelenke abzuspielen; entweder fortgeleitet von einer primären Tuberkulose der Gelenkweichteile, oder aber als primärer Herd in den an das Gelenk angrenzenden Knochen mit der dauernden Gefahr, auf das letztere überzugreifen.

Und für derartige Prozesse und ihre lokale Behandlung kamen bisher in gleicher Dignität, aber von verschiedenen Gesichtspunkten aus 2 Methoden, radikale und konservative Maßnahmen in Frage. Beide haben ihre Vor- und Nachteile, beide ihre besonderen Indikationen.

Der streng konservative Weg ist der schonlichere; er verstümmelt nicht künstlich, er überläßt es der Natur, das Leiden unter geringstem Substanzverlust zu heilen, unterstützt sie darin nur durch die absolute Ruhigstellung, evtl. durch künstliche stärkere Blutanschnoppung nach *Bier*. In der Tat heilen solche tuberkulösen Knochenherde aus, d. h. sie umgeben sich mit einem Wall verdichteten Knochengewebes, machen

keine klinischen Erscheinungen mehr, und nur die Röntgenplatte verrät noch ihre Existenz. Und unter der gleichen Behandlung heilen ja, wie oben angeführt, die tuberkulösen Gelenkprozesse aus, wenn sie von einem solchen Knochenherd aus unterhalten werden. Aber diese abgekapselten, anscheinend ausgeheilten Knochentuberkulosen sind ein *noli me tangere*. Ein Unfall, eine Erschütterung — und schon flammen sie wieder auf, die bisher schlummernden Tuberkelbazillen, durchbrechen den Schutzwall, propagieren in das umgebende Knochengewebe und lösen so eine manifeste Tuberkulose wieder aus. So sind sie also dauernd ein Anlaß der Besorgnis, der Achtsamkeit für den Patienten, für den Arzt eine stillschweigende Aufforderung zu häufiger Nachuntersuchung und Röntgenkontrolle. Schon aus diesem Grunde und weiterhin aber noch aus der Langfristigkeit des Verfahrens, bis es endlich zu der erwarteten Ausheilung kommt, ist das konservative Vorgehen nicht für jeden Patienten geeignet; es ist das zweckdienlichere Mittel für den gutsituierten Patienten, nicht für die arbeitende Klasse. Voraussetzung ist, daß der betreffende Kranke sich Zeitverlust, Ausgaben und eine lange nachfolgende Schonung resp. Aufmerksamkeit gönnen kann. Dem Armen, dem Arbeitenden ist mit solcher Therapie nicht der beste Dienst geleistet. Zudem bieten diejenigen Formen der primären Gelenktuberkulose mit schwerer Zerstörung der Gelenkteile der anstoßenden Knochen unter konservativer Behandlung wohl die Möglichkeit, aber in den seltensten Fällen wohl die sichere Garantie zu einer Wiederherstellung der Gelenkfunktion, wenigstens mit den konservativen Hilfsmitteln, auf die man bis vor kurzem zurückgriff.

Der andere Weg, der radikale, ist der kürzere. Er führt den Chirurgen zu möglichst zeitiger Entfernung des tuberkulösen Knochens. In einzelnen, frühzeitig erkannten Fällen ist der Herd umschrieben, klein, wohl in der Nähe eines Gelenks, aber noch vorläufig ohne Kommunikation mit ihm. Hier erlebt der Operateur die Genugtuung, durch das Freilegen, Ausräumen der Höhle und ihre nachfolgende Füllung mit irgend einem desinfizierenden, oder auch lebefähigen Material, wie frei-überpflanztem Fettgewebe, den Prozeß noch in seinen Anfängen zu coupieren; mitunter aber auch die Überraschung, daß doch ein kleiner Gang sich bis ins Gelenk fortsetzt, der auf der zuvor gemachten Röntgenplatte nicht erkannt werden konnte und deshalb eine Eröffnung, eine Säuberung des Gelenks von den tuberkulösen Wucherungen notwendig macht.

In der Mehrzahl der Fälle wird der Chirurg das an den Knochenherd angrenzende Gelenk von vornherein angreifen müssen, erst recht, wenn der Prozeß vom Gelenk seinen Ausgang genommen und über den Gelenkknorpel hinaus in den Knochen eingebrochen ist. Der operative Eingriff hat den Vorteil, daß er mit einem Male, in einer Sitzung Herr über das Leiden wird; eine, bis ins Gesunde vordringende schonliche Ausräumung ist das Ziel, das der Chirurg seiner Technik steckt. Aber die Schonlichkeit ist bei solcher Operation ein problematischer Begriff. Man eröffnet ja das Gelenk, ist genötigt die Gelenkflächen der angrenzenden Knochen abzutragen, schafft dadurch Wundflächen, die für später ein Scharnierspiel in Frage stellen. Aber selbst wenn man heutzutage durch besondere Maßnahmen, das Dazwischenlegen von eigens präparierten Muskel-, Fettlappen u. dergl. eine Gelenkigkeit erzielen kann, so hat man mit großen knöchernen Wundflächen zu rechnen, die die Gefahr der Infektion in sich tragen. Tritt letztere ein, so

bedeutet das natürlich bei einem Patienten, der schon längere Zeit an seinem tuberkulösen Leiden laboriert, einen weiteren starken Energieverlust, in vielen Fällen das Zeichen zu einem Aufflammen irgend eines latent tuberkulösen Herdes — also alles andere, nur keine Schonung seines Zustandes. Ist der Chirurg aber erst gezwungen, wegen der Ausdehnung des Prozesses an den angrenzenden Knochen größere Stücke zu opfern, so besteht die Gefahr, daß die Wachstumszone des Knochens, in der er evtl. arbeiten muß, und damit die Wachstumsenergie einen derartigen Schaden nimmt, daß störende Verkürzungen auftreten, die um so mehr sich geltend machen, je näher der Patient der Entwicklungsperiode steht. Die Erfahrung lehrt, daß hochgradige Verkürzungen glücklicherweise eine relative Seltenheit sind, daß sie im allgemeinen weniger auf Konto der Operation als des Leidens gerechnet werden müssen; es sind Fälle, die ausnahmsweise verschleppt oder bei denen ausgerechnet die Epiphysenlinie, d. h. die Wachstumszone des Knochens erkrankt ist, und das läßt sich ja aus dem Röntgenbild schon vor der Operation unschwer erkennen; also schon vor der Operation wird der Chirurg sich darüber klar sein, ob er auf spätere Verkürzung gefaßt sein muß. Und andererseits fällt dieser Nachteil der Operation überhaupt fort, wenn das Individuum jenseits der Entwicklungsperiode steht; dann wird die Verkürzung lediglich der Höhe der abgetragenen Knochenflächen entsprechen und also in Grenzen fallen, die leicht durch korrigierende Maßnahmen (Sohlenerhöhung usw.) auszufüllen sind.

Der große Vorteil des operativen Vorgehens ist und bleibt die wesentliche Abkürzung des Heilungsprozesses. Soziale Gesichtspunkte sind es, die für die radikale Methode plaidieren. Und Rücksichten auf den Beruf, die Erwerbsfähigkeit des Kranken geben dem Chirurg auch den Fingerzeig, auf welchem Weg er am nächsten zu dem Ziele gelangt, dem Patienten ein möglichst gebrauchsfähiges Glied zu geben. So wird er von vornherein eine Versteifung des Kniegelenks anstreben, damit der Kranke eine feste Stütze in seinem operierten Bein besitzt; er wird dagegen versuchen, in der Weise, wie dies oben angeführt ist, andere Gelenke, wie z. B. das Ellenbogengelenk, nach der Ausräumung beweglich zu erhalten. Und da ist es außerordentlich wertvoll, zu wissen, daß selbst da, wo bei der Operation das Augenmerk mehr auf die radikale Entfernung des kranken Materials gerichtet ist, weniger auf die Erhaltung der vollen Funktion, sich letztere nach Jahr und Tag durch Gebrauch und Übung zu einem außerordentlich befriedigenden Grad wieder eingestellt hat. Das hat die in jüngster Zeit an der Bonner Klinik unternommene Enquete für Schulter-, Ellenbogen-, Fußgelenk erwiesen. Nur an einzelnen Stellen wird sich die operative Methode erschöpfen, wird sie der konservativen das Feld räumen müssen. Es sind das die Wirbelsäulenleiden und die das Hüftgelenk betreffenden Knochentuberkulosen. Gerade an letzterer Stelle ist die Operation wegen der großen Wundhöhle, die geschaffen wird, wegen der jahrelangen Dauer der Nachbehandlung und den ungünstigen Resultaten recht in Mißkredit gekommen und nur als Notoperation sozusagen stabilisiert, wenn der Durchbruch des Prozesses in das Becken bevorsteht oder die Rücksicht auf den schlechten Allgemeinzustand des Patienten einen Eingriff unaufschiebbar macht.

Das sind auch diejenigen Tuberkulosen, die erfahrungsgemäß die schlechtesten Heilungschancen geben,

mag die Lokalbehandlung konservativ oder radikal geübt worden sein. Die Mortalität ist eine große und die Patienten gehen in einem hohen Prozentsatz, wenn nicht an diesen Leiden, so doch an einem anderen tuberkulösen Prozeß zugrunde, der eine Zeitlang latent geblieben sein mag, dann aber plötzlich in Erscheinung tritt. Und das sind auch diejenigen Tuberkulosen, die mit Nachdruck auf die Wichtigkeit der Frage hinweisen, ob nicht die Lokalbehandlung in jedem Fall ein Teil einer einzuleitenden Allgemeinbehandlung sein soll.

Das ist der Fortschritt, den die Behandlung der Knochentuberkulose in den letzten Jahren genommen hat. Auch der einseitigste Anhänger der operativen Methode hat sich bekennen müssen zu der Vornahme allgemeiner Behandlungsmethoden und sich von den guten Erfolgen derselben überzeugen müssen. Und er greift je länger um so lieber zu einem neuen Heilfaktor in dieser Richtung, den sich die Anhänger der konservativen Methoden bereits zu eigen gemacht haben, nämlich zur Helio- resp. Klimatherapie. Die Freiluft- und Sonnenbehandlung ist es, die in neuerer Zeit den großen Umschwung in der vorliegenden Frage herbeigeführt hat.

Wie die Sonnenstrahlen auf den tuberkulösen Prozeß einwirken, was sie überhaupt für Veränderungen in dem feineren Metabolismus der Zellen setzen, das sind noch ungelöste Rätsel; dafür steht diese Methode auch noch zu sehr in den Anfängen. Soviel scheint erwiesen, daß die Sonnenstrahlen eine Tiefenwirkung besitzen, daß sie auch zu weniger oberflächlich gelegenen Krankheitsherden gelangen und speziell den tuberkulösen Prozeß, wie die Erfahrung lehrt, in günstigem Sinne beeinflussen. Und ihre lokale Wirkung wird nachdrücklichst unterstützt durch den kräftigenden Einfluß, den sie auf den Allgemeinzustand des Kranken ausüben, durch die Wirkung, die sie fraglos auch auf latent tuberkulöse Herde haben. Es ist das bleibende Verdienst von *Bernhard* und vor allem *Rollier* in Leysin, die Allgemeinbehandlung mit den Sonnenstrahlen eingeführt zu haben; es werden nicht bloß die lokalen Prozesse der Sonne ausgesetzt, nein, der ganze Körper wird schrittweise und systematisch besonnt. Und indem *Rollier* von dem richtigen Gedanken ausging, daß die Höhensonne eine gleichmäßigere ist, eine stärkere Penetrationsfähigkeit haben muß, gab er den Anstoß zu der Heliotherapie im Hochgebirge. Und die Resultate sprachen ihm Recht. Erfolge, wie sie mit der Sonnenbestrahlung in den Niederungen zeitweilig gesehen werden konnten, wobei es sich allerdings um systematisch durchgeführte Allgemeinbestrahlungen früher nicht handelte, wurden weit überholt. Man muß die Patienten gesehen haben, in welchem Zustand sie in eine derartige Anstalt im Hochgebirge eingeliefert werden, wie sie sich allgemein erholen und wie vor allem der tuberkulöse Prozeß sich bessert. Die Erfahrung lehrte, daß diejenigen Patienten, deren Haut sich in der Sonne am schnellsten bräunte, die besten Heilungseffekte aufwiesen; und man baute darauf die Hypothese auf, daß die kurzwelligen Sonnenstrahlen, die die Braunfärbung der Haut in erster Linie hervorrufen, durch diesen Farbstoff, dieses Pigment in langwellige Strahlen umgewandelt werden, und daß dadurch die Tiefenenergie der Sonnenstrahlen im ganzen erhöht wird. Man muß es erlebt haben, wie unter den Augen förmlich manche Prozesse abschwellen, jahrelang unterhaltene eitrige Absonderungen sistieren.

Man muß aber auch im Auge behalten, daß alle Ärzte, die diese neue Heilmethode ausüben, als *conditio sine qua non* eine monatelange, oft jahrelange Besonnung verlangen; dann aber weisen sie auch Erfolge auf hinsichtlich der Besserung lokaler Leiden, hinsichtlich der Funktion erkrankter Gelenke, vor denen alle Erfolge der sonstigen Methoden schweigen müssen. In der Langfristigkeit des Verfahrens liegt aber auf der anderen Seite der Vorwurf, der ihm gemacht werden muß. Wie jede konservative Therapie, ist es ein Heilfaktor der besseren, nicht der arbeitenden Klasse; und weiterhin ist die Methode noch zu jung, als daß sie ein abschließendes Urteil auch hinsichtlich der Dauerresultate gestattet.

Da 98 % der tuberkulös behafteten Patienten Kassenmitglieder sind, so wird, wie aus dem Referat von *Garré* und der anschließenden Diskussion hervorgeht, mit der Zeit eine kombinierte Methode vielleicht die rationellste werden: chirurgische Inangriffnahme der lokalen Tuberkulose im Rahmen einer allgemeinen Behandlung mit Sonnenstrahlen zur nachdrücklicheren Unterstützung der eingeleiteten Therapie. Dabei wird die Heliotherapie als alleiniges Hilfsmittel immer noch ihre unbestrittene Domäne in den Wirbelsäulenprozessen, in den Erkrankungen nahe der großen Gelenke behalten, wo der operative Eingriff im Stich läßt.

Literatur:

- Garré*, Chirurgenkongreß 1913.
Witmer, François, Erfolge der Rollierschen Heliotherapie. Deutsche Zeitschrift für Chirurgie Bd. 114.
Rudolf Bayer, Bonn.

Kleine Mitteilungen.

Über das Krötengift erschien eine Arbeit in den *Berichten der deutschen chemischen Gesellschaft* (14, 3315, 1913). Erst seit der Hälfte des vorigen Jahrhunderts wurden exakte Untersuchungen über die Art und Bildung dieses Giftes angestellt, welche ergaben, daß dasselbe nur von den Hautdrüsen abgesondert wird, daß es zum Unterschiede von den pflanzlichen Giften, den Alkaloiden, keinen Stickstoff enthält und daß es durch seine spezifische Herzwirkung den Stoffen der Digitalingruppe nahesteht. Wesentlich gefördert wurde unsere Kenntnis vom Gifte der Kröte (*Bufo vulgaris*) durch die Untersuchungen *Fausts*, der aus Krötenhäuten einen höchst wirksamen, anscheinend einheitlich zusammengesetzten Bestandteil von der Zusammensetzung $C_{34}H_{46}O_{10}$ darstellte, dem er den Namen *Bufotalin* gab. Die weitere Bearbeitung dieses Themas wurde in jüngster Zeit von *Wieland* und *Weil* vorgenommen. Diese beiden Forscher konnten aus dem *Faustschen* *Bufotalin* eine Säure isolieren, die als Korksäure erkannt wurde. Das Vorkommen von Korksäure ist deshalb von Bedeutung, weil dieselbe bisher ausschließlich als pflanzliches Stoffwechselprodukt bekannt war und hier zum ersten Male im tierischen Organismus nachgewiesen wurde. Auch die Darstellung des reinen *Bufotalins* gelang. Dasselbe kristallisiert prächtig, ist farblos, optisch aktiv, von neutraler Reaktion und hat die Zusammensetzung $C_{16}H_{24}O_4$. Seiner chemischen Natur nach ist es wahrscheinlich ein Dioxylacton, das drei Ringbindungen enthält. Auffallend ist die Ähnlichkeit des *Bufotalins* mit der Chol-

säure; beide Körper zeigen die Liebermannsche Cholesterinreaktion und geben gleichartige Abbauprodukte. Es wurde noch eine ganze Reihe von Derivaten des Bufotalins hergestellt, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll. Auch von einer großen tropischen Kröte (*Bufo aqua*) konnte der Giftstoff, das Bufagin, in kristallisierter Form gewonnen werden. Das Bufagin ist mit dem Bufotalin nicht identisch. Im Sekrete von *Bufo aqua* wurde übrigens neben dem Bufagin noch die erstaunliche Menge von 7 % Adrenalin gefunden. Von der Umständlichkeit und Schwierigkeit derartiger Untersuchungen kann man sich einen Begriff machen, wenn man bedenkt, daß 2000 Krötenhäute extrahiert werden mußten, um die nötige Menge Rückstand zu ergeben. Das Bufotalin gehört zu den wenigen tierischen Giften, in deren chemischen Aufbau wir einen Einblick gewonnen haben. O. F.

Über die Unterschiede in der Geschwindigkeit der Darmbewegungen bei verschiedenen Tierarten sprach auf dem letzten internationalen Physiologenkongreß E. Laqueur (Groningen). Bekanntlich sind kleine Tierarten, um nur bei den Säugern zu bleiben, meist lebhafter als größere. Sie bewegen sich schneller, sie haben dementsprechend auch ein relativ stärkeres Nahrungsbedürfnis und vor allem auch ein häufigeres Verlangen nach Nahrung. Es war anzunehmen, daß bei den kleineren Tierarten dann auch der Nahrungstransport durch den Verdauungskanal ein rascherer ist, also die Darmbewegungen schnellere sind. Nimmt man einzelne Stückchen aus dem Darm frisch getöteter Tiere heraus, bringt sie in mit Sauerstoff gesättigte Salzlösungen an einen Schreibapparat, wie dies der Utrechter Pharmakologe Magnus zuerst angegeben, so schreiben die Darmstücke stundenlang ihre Bewegungen auf. Vergleicht man Darmstücke verschiedener Tiere, so zeigt sich, was auch schon der einfache Augenschein nach Öffnen des Bauches lehrt, daß die Därme kleinerer Tierarten sich schneller bewegen, so z. B. bei der Maus 40 mal, bei der Ratte 32 mal, beim Kaninchen 14, beim Hund 10, beim Schwein 5 mal in der Minute. Sehr gut läßt sich das mit Hilfe des Kinetographen zeigen. Man sah drei mit je einem Zeiger verbundene Darmstückchen von Hund, Kaninchen und Maus sich in demselben Glas mit ganz verschiedener Geschwindigkeit bewegen. — Auch beim Menschen konnten einzelne Darmstücke, wie sie bei Operationen manchmal entnommen werden müssen, beobachtet werden. Sie wurden direkt nach der Herausnahme in eine warme Lösung, die sich in einer sog. Thermosflasche gut auf Temperatur hielt, von der chirurgischen Klinik nach dem Laboratorium gebracht. Die Stücke schrieben dann noch mehrere Stunden ihre Bewegungen auf. Dieses einfache Verfahren ist auch für verschiedene andere Fragen der menschlichen Physiologie gut zu verwenden.

Es ergab sich ferner, daß auch bei demselben Tier die Kraft und die Geschwindigkeit der Bewegungen in den verschiedenen Abschnitten, des Dünndarms z. B., nicht die gleiche ist, und es ist interessant, den verschiedenen anatomischen Bau mit der Verschiedenheit der Funktion zu vergleichen.

Die Frequenz hängt nicht, was man vermuten könnte, von der absoluten Größe der Tiere ab, sondern von der Tierart. So haben junge Tiere annähernd dieselbe Geschwindigkeit wie erwachsene, und auch inner-

halb derselben Tierart haben verschieden große Spezies (Hunde) die gleiche Frequenz. Das bedeutet also: der Rhythmus ist den Tieren angeboren und für jede Art konstant. E. L.

Untersuchungen über die Entdeckung des sogenannten Drummondlichtes (Niemann im Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik, März 1914) haben ergeben, daß Drummond nicht als der eigentliche Erfinder des Kalklichtes gelten kann. Das glänzend weiße Licht, das ein in der Knallgasflamme glühendes Stück Kalk, Magnesia oder Zirkon ausstrahlt, ist in der ganzen Welt als Drummondlicht bekannt. Dazu hat offenbar der Abdruck eines Briefes in den Abhandlungen der Royal Society in London beigetragen, in dem Thomas Drummond — er war damals Leutnant der Royal Engineers — geradezu als Entdecker genannt wird. Er hatte eine Lampe konstruiert, in der eine mit Sauerstoff gespeiste Alkoholflamme gegen eine kleine Kalkkugel gerichtet war und hatte sie — zuerst am 9. November 1825 in der Nähe von Belfast — bei der Landesvermessung in Irland angewendet, wo die Arbeiten durch die in jener Gegend häufigen Nebel oft verzögert wurden. Neu war an der Lampe nur die Anordnung der einzelnen Teile. Die Leuchtkraft des glühenden Kalkes war seit langem bekannt (durch die von Berzelius 1821 beschriebenen Lötrohrversuche an verschiedenen Erden), und auch die Alkohol-Sauerstoff-Flamme wurde bereits seit Jahren benutzt, „a source of heat free from danger“, wie Drummond sie nennt, im Gegensatz zu dem gefährlichen Knallgas. Erst bei seinem 1829 konstruierten Brenner, der für Leuchfeuer bestimmt war, verwendete er Knallgas. — Aber schon lange vorher, im Jahre 1822, hatte ein ehemaliger Wundarzt namens Gurney in London Vorträge über Chemie gehalten und dabei ein von ihm erfundenes Sicherheitsknallgasgebläse vorgeführt. (Die größere Sicherheit gegenüber dem früheren Knallgasgebläse lag darin, daß man das Gasgemisch unter höherem Druck ausströmen ließ, um ein Zurückschlagen der Flamme zu verhüten.) Während man mit dem früher üblichen Apparate nur eine Flamme von $\frac{3}{4}$ Zoll erhalten konnte, erzielte Gurney eine Flamme bis zu 14 Zoll, in der z. B. eine starke Stahlfeile in wenigen Sekunden schmolz. In der Flamme dieses Gebläses leuchtete natürlich auch der Kalk intensiver als vor dem einfachen Lötrohr oder in der Alkohol-Sauerstoff-Flamme. Gurney wies daher auch auf die Bedeutung des Kalklichtes für Beleuchtungszwecke hin, und in seinem 1823 erschienenen „course of lectures on the elements of chemical science“ sagt er ausdrücklich: „Das Kalklicht ist dem Tageslicht in seiner Erscheinung nicht unähnlich, jedes andere künstliche Licht wird von ihm in den Schatten gestellt“ usw. Will man daher das Kalklicht nach seinem ursprünglichen Entdecker benennen, so ist allein die Bezeichnung Gurneylicht gerechtfertigt. Die Erscheinung war zwar schon vor 1822, als Gurney sein Sicherheitsknallgasgebläse vorführte, verschiedentlich beobachtet worden, aber Gurney war der erste, der mit Hilfe seines verbesserten Knallgasgebläses — drei Jahre vor Drummond — eine starke Wirkung erzielen konnte, und er war zweifellos auch der erste, der auf die Möglichkeit einer praktischen Verwertung hinwies. B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
JUN 1 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 20.

15. Mai 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Nichteuklidische Geometrie und Atommechanik.
Von *Dr. Hans Goldschmidt, Wien.* S. 477.

Aus den Verhandlungen der deutschen Tropen-
medizinischen Gesellschaft vom 7.—9. April 1914.
Von *Prof. Dr. Carl Menze, Cassel.* S. 482.

Zehnter Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesell-
schaft. Von *Dr. Joseph Ziegler, Berlin.* S. 486.

Radium enthaltende Erzlagerstätten in Colorado
und Utah (V.St.A.) Von *Dr. Karl L. Henning,*
Denver. S. 490.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zu dem Aufsatz von *Professor Dr. A. Pütter:*
Der angebliche Farbensinn der Insekten. Von
Dr. K. v. Frisch, München. S. 493.

Zu dem Aufsatz von *Professor Dr. Georg Schöne:*
Beobachtungen über das Wachstum der Haare.
Von *Dr. Moritz Schein, Budapest.* S. 494.

Besprechungen. S. 494.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 499.

Verlag von Wilhelm Engelmann in Leipzig und Berlin

Gibt es denkende Tiere? Eine Entgegnung auf Kralls „Denkende Tiere“

von **Dr. Stefan v. Máday**

Mit 6 Figuren im Text. XVI u. 461 Seiten. gr. 8

Geheftet M. 9.60, in Leinen gebunden M. 10.40

Die Technik der Vorzeit, der geschichtlichen Zeit und der Naturvölker

Ein Handbuch für Techniker,
Archäologen und Historiker, Museen und Sammler, Kunsthändler und
Antiquare, Schriftsteller und Künstler

von **Franz M. Feldhaus**

1400 Spalten Lexikon-Oktav

Mit 873 Abbildungen. Geheftet M. 30.—, elegant gebunden M. 32.50

... Wir glauben uns keiner Übertreibung schuldig zu machen, wenn wir von diesem Werke
sagen, daß es berufen scheint, für eine künftige Geschichte der Technik das zu werden, was
die Arbeiten der Brüder Grimm für die deutsche historische Sprachwissenschaft geworden
sind: ein gediegener Grundstock, auf dem sich gut weiterbauen läßt.

Frankfurter Zeitung, 20. April 1914

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

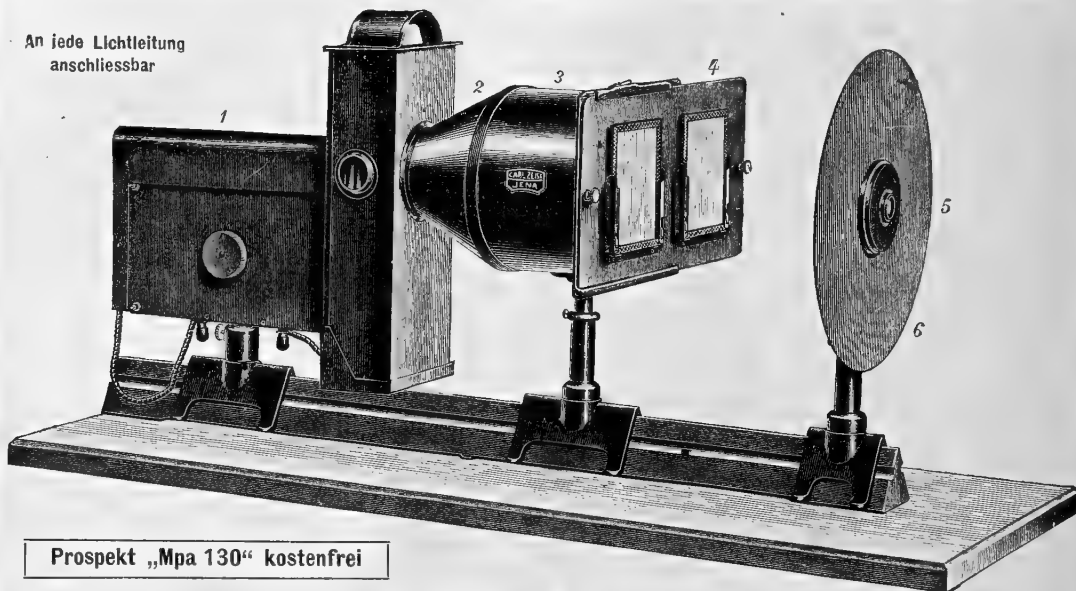
Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT
FÜR DIAPOSITIVE
Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.
Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megalo*c (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig u. Berlin: Seite I — Gustav Fischer, Jena: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II

Nichteuklidische Geometrie und Atommechanik.

(Ein Bericht über die Arbeiten von A. Byk.)

Von Dr. Hans Goldschmidt, Wien.

I. Geometrischer Teil.

Hermann von Helmholtz hat in seinem bekannten Vortrag¹⁾ vor dem Heidelberger Dozentenverein wohl zum ersten Male weitere naturwissenschaftliche Kreise darauf hingewiesen, daß die Axiome der Geometrie nicht aprioristische *Denknotwendigkeiten* darstellen, sondern vielmehr *Arbeitshypothesen*, die nur durch die Erfahrung erwiesen oder widerlegt werden können. Die axiomatische Aussage zum Beispiel, daß zu einer Geraden von einem außerhalb ihrer gelegenen Punkt nur *eine* Parallele konstruierbar sei, oder der hiermit inhaltlich gleiche Lehrsatz von der Konstanz der Dreieckswinkelsumme im Betrage von 2 Rechten²⁾ sind nicht Postulate unseres logischen Denkens, sondern Charakteristika des *Raumes*, in dem die genannten Gebilde (Parallelen, Dreiecke) liegen. Sache des *Experiments* (des möglichst genauen *Ausmessens* der Winkelsumme z. B.) ist es, zu entscheiden, ob unser Raum wirklich die Eigenschaften besitzt, die ihm durch die *Euklidischen* Axiome aufgeprägt werden; ob er also, wie man zu sagen pflegt, ein „*Euklidischer* (E-) Raum“ ist.

Die Erfahrung hat nun für die Geltung der Euklidischen Postulate entschieden. Desungeachtet sind aber selbstverständlich Räume mathematisch möglich und geistig vorstellbar, die aus dem Euklidischen durch Aufhebung solcher axiomatischer Beschränkungen hervorgehen. Ihre Geometrie läßt sich in strenger Konsequenz entwickeln, was zuerst (1829) durch N. J. Lobatschewskiy geschehen ist, und zwar für solche Räume, in denen das *Parallelenaxiom* nicht gilt, in denen also die Winkelsumme eines Dreieckes stets kleiner oder stets größer als 2 Rechte ist. Und wenn auch heute die „Euklidische Natur“ unseres Raumes experimentell für Bereiche sichergestellt ist, die selbst in astronomischen Einheiten gemessen, als groß bezeichnet werden müssen³⁾, so bleibt den-

¹⁾ „Über den Ursprung und die Bedeutung der geometrischen Axiome“ (1870), in den „Vorträgen und Reden“ 2. Band (4. Auflage), 1896, Seite 3.

²⁾ Über die anderen Euklidischen Axiome siehe v. Helmholtz, l. c. Seite 5.

³⁾ Nach Schwarzschild ist die Einheitsstrecke unseres Raumes mindestens gleich $4 \cdot 10^6$ Erdbahnradien. (Über den Begriff „Einheitsstrecke“ siehe weiter unten.)

noch — wie wir alsbald sehen werden — die Möglichkeit offen, daß „*nicht Euklidische*“ (n.-E.-) Räume auch in unserer Welt vorkommen und hier physikalisch eine vielleicht nicht unbedeutsame Rolle spielen.

Wir wenden uns daher vorerst der Betrachtung solcher n.-E. Räume zu, indem wir uns deren Geometrie nach Helmholtz' Vorgange dadurch zu veranschaulichen suchen, daß wir eine Dimension tiefer steigen. Das heißt: wir denken uns zweidimensionale, flächenhaft gebaute, verstandesbegabte Wesen, die auf der Oberfläche irgendeines unserer festen Körper lebend nur Längen- und Breitenausdehnungen wahrnehmen sollen, denen aber die Empfindung der 3. Raumdimension vollkommen mangelt. Leben diese Wesen auf einer *Ebene*, so werden sie die Euklidische Planimetrie entwickeln; ihre Dreiecke (die für sie allerdings *allseitig* umschlossene Gebilde sein würden, analog unseren Tetraëdern) würden, wo immer und in welcher Größe auch konstruiert, stets als Winkelsumme 2 Rechte ergeben, und das Parallelenaxiom wäre in Geltung. Aber dies ist, wie wir sofort sehen, nur ein Fall von unendlich vielen gleichberechtigten. Denn prinzipiell kann die „*Lebelfläche*“ unserer Wesen jede beliebige positive oder negative Krümmung haben, wobei wir mit *Gauß* als *Maß der Krümmung* den reziproken Wert des Produktes der Hauptkrümmungsradien definieren ($\frac{1}{\varrho_1 \cdot \varrho_2}$). Das geometrische Mittel der Hauptkrümmungsradien aber $\sqrt{\varrho_1 \cdot \varrho_2}$ wollen wir im folgenden als „*Einheitsstrecke*“ bezeichnen.

Es empfiehlt sich hier jedoch, eine Beschränkung festzusetzen. Wollen wir nämlich, daß die Planimetrie unserer zweidimensionalen Lebewesen nicht von dem *Orte* abhängt, an dem sie ihre Gebilde konstruieren, und daß *Kongruenz* möglich und durch Zueinanderbewegen und Decken der betrachteten Figuren erweislich sei, so muß das Krümmungsmaß unserer Fläche überall einen *konstanten* Wert besitzen. Sphärische Dreiecke lassen sich auf einer *Kugeloberfläche* ohne jede Deformation verschieben und ihre Winkelsumme ist *örtlich* konstant. Aber ein Häubchen, das dem stumpfen Ende eines Eies angepaßt ist, müßte sich deformieren, um das spitze Ende faltenlos zu umschließen, und ein Blatt Papier müßte elastisch dehnbar sein, um sich einer Kugelfläche anschmiegen zu können. — Wir beschränken also unsere Betrachtungen auf Flächen mit konstanter Krümmung.

Das einfachste und anschaulichste Beispiel hierfür ist die *Kugelfläche*, auf der ja die Krüm-

mung überall einen konstanten und *positiven* Wert hat, und wo die Einheitsstrecke direkt mit dem Radius zusammenfällt. Für unsere zweidimensionalen Kugelbewohner werden die *geradesten* („geodätischen“) Linien die Meridiankreise der Kugel sein, und sie werden deren „wirkliche“ Krümmung *direkt* nicht merken, weil ja die Ebene dieser Krümmung die als unerkennbar vorausgesetzte dritte Raumdimension enthält. Nehmen wir ferner unsere Geometrie treibenden Wesen sehr *klein* an gegenüber dem Ausmaß ihrer Lebefläche, so werden diese Wesen, solange sie Figuren *ihrer* Größenordnung untersuchen, auch das Parallelenaxiom und den Satz von der 2 R-Konstanz der Dreieckswinkelsumme als Ausdruck ihrer geometrischen Erfahrungen bezeichnen. Aber mit wachsender Größe ihrer Konstruktionen werden sich ihnen beide Axiome als Grenzesetze für das unendlich Kleine herausstellen, sie werden lernen, daß ihre Geraden in sich zurücklaufen, daß auch die anscheinend parallelen sich in zwei Punkten schneiden, und daß ein mit dem Flächeninhalte ihrer Dreiecke wachsender „sphärischer Exzeß“ über 180° auftritt¹⁾. Aus allen diesen Beobachtungen werden sie *indirekt* auch auf die Krümmung ihre Lebefläche schließen, werden deren Einheitsstrecke bestimmen lernen²⁾ und haben hierdurch dann eine „absolute Länge“ ermittelt, auf welche sie all ihre Größen beziehen können, und die, örtlich und zeitlich invariant, aus jeder sorgfältigen Dreiecksausmessung reproduzierbar ist.

Analog zu seinem zweidimensionalen Abbild verhält sich der sphärische *Raum*. Auch hier Auftreten einer Einheitsstrecke, in sich zurücklaufende geradeste Linien und sphärischer Exzeß bei Dreiecken. Aber für den *Raum* entspricht dem Begriff der Krümmung keine einfache sinnliche Anschauung mehr.

Der Kugel als Fläche konstanter *positiver* Krümmung steht die *Pseudosphäre* als Fläche konstanter *negativer* Krümmung gleichberechtigt gegenüber. Da für negatives Krümmungsmaß $\left(\frac{1}{\varrho_1 \cdot \varrho_2} < 0\right)$ ein Hauptkrümmungsradius positiv, der andere negativ sein muß, so enthält diese Fläche (die in unserem Raum nur in begrenzten Stücken darstellbar ist) *einen* Querschnitt von der Form eines Kreises, den dazu senkrechten aber in der Form einer zweiachsigen, ungeschlossenen, hyperbelähnlichen Kurve. Dies ergibt im ganzen etwa die Form der bekannten, nach der Mitte zu eingeschnürten Serviettenringe. Dem negativen Krümmungsmaß entsprechend treten bei der Pseudosphäre Hyperbelfunktionen³⁾ statt der tri-

gonometrischen auf, und die Dreieckswinkelsumme zeigt statt des Exzesses einen „Defekt“, wiederum mit dem Dreiecksinhalt (relativ zur Einheitsstrecke) ansteigend. Aber zum Unterschied von der Kugel ist die Pseudosphäre unendlich ausgedehnt, so daß die geradesten Linien hier *nicht* in sich selbst zurücklaufen. Und wenn vom Punkt zur „Geraden“ auf der *Kugel* keine Parallelenkonstruktion möglich war, und auf der *Ebene* nur *eine*, so existiert auf der Pseudosphäre ein ganzes Bündel von Parallelen verschiedener „Neigung“, das von 2 Grenzgeraden eingeschlossen wird. — Analoges gilt für die dreidimensionale Verallgemeinerung, den pseudosphärischen oder hyperbolischen¹⁾ *Raum*.

Wir kehren nun wieder zum Helmholtzschen Flächengleichnis zurück, versetzen unsere zweidimensional aperizipierenden Lebewesen diesmal auf eine *Ebene*²⁾ und fragen uns, ob und inwiefern Vorgänge auf solchen Flächen zum Gegenstand der Erfahrung für jene Wesen werden können.

Vor allem ist klar, daß all ihre Sinneseindrücke nur aus ihrer Ebene stammen können. Denn jede Wahrnehmung aus einer anderen Richtung brächte ihnen die voraussetzungsgemäß ausgeschlossene Kenntnis der dritten Raumdimension. Soll also irgendeine gekrümmte Fläche, z. B. eine Kugel, überhaupt für unsere Wesen in Erscheinung treten *können*, so muß sie mit der Ebene zumindestens ein Element gemeinsam haben, sie also berühren oder schneiden. Die Schnittlinie — in unserem Falle ein Kreis — gehört beiden Gebilden an, von ihr aus können also — eventuell unter Komponentenbildung — Wirkungen von der Kugelfläche auf die Ebene übergreifen. Der Schnittkreis besitzt *zwei* Radien: einen *Euklidischen* in der Ebene ($\varrho = AC$, Fig. 1) und einen

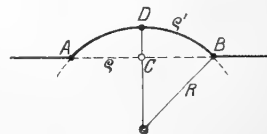


Fig. 1.

sphärischen ($\varrho' = BD$) als Kreis der Kugel. Man ersieht leicht, daß zwischen beiden Radien die Beziehung besteht

$$\varrho = R \sin \left(\frac{\varrho'}{R} \right),$$

wenn R den Kugelhalbmesser (die „Einheitsstrecke“ der gekrümmten Fläche) bedeutet.

riodisch. Vielmehr wächst mit zunehmendem Argument der Sin von 0 bis ∞ , der Cos von 1 bis ∞ und die Tg von 0 bis 1. Im 2. Teil dieses Berichtes wird von folgenden einfachen Beziehungen Gebrauch gemacht

werden: $\text{Cos}^2(a) = 1 + \text{Sin}^2(a)$ und $d \text{Tg}(a) = \frac{da}{\text{Cos}^2(a)}$

¹⁾ Diese Bezeichnung wegen des Auftretens der Hyperbelfunktionen.

²⁾ In Analogie zu unserem „ebenen“ Euklidischen Raum.

¹⁾ Darum gibt es auch keine „ähnlichen“ Dreiecke auf der Kugel.

²⁾ Eben als Verhältniszahl zwischen Flächeninhalt und Exzeß, multipliziert mit einer einfachen Zahlenkonstante.

³⁾ Diese sollen im folgenden mit Sin , Cos , Tg statt \sin , \cos , \tan bezeichnet werden. Zum Unterschied von den Kreisfunktionen sind die hyperbolischen nicht pe-

Um *physikalisch* in Erscheinung treten zu können, muß nun offenbar der Schnittkreis in wahrnehmbarer Weise von den übrigen Teilen der Ebene unterschieden sein, etwa dadurch, daß er die Grenze eines von ihm umschlossenen Kraftfeldes bildet¹⁾. Aber selbst wenn es unseren zweidimensionalen Wesen gelänge, in das Innere des Kreises zu dringen, würden sie niemals durch Experimente entscheiden können, ob die Wirkungen, die sie vorfinden, ihre Ursachen in der Ebene oder auf der Kugeloberfläche haben. Denn sie müssen in ihrer *Ebene* bleiben (das Besteigen der Kugelkalotte setzte ja einen dreidimensionalen Raum voraus!) und können nur in dieser Ebene liegende Kräfte oder Kraftkomponenten beobachten und messen. Ein direktes *Erleben* und ein direkter *Nachweis* von Vorgängen auf der Kugeloberfläche ist also unmöglich. Wohl aber kann sich der Fall ereignen, daß sie im Innern des Kreises Kraftfelder vorfinden, die sich wesentlich einfacher *beschreiben* lassen, wenn sie dieselben gedanklich und hypothetisch auf die Kugeloberfläche verlegen, d. h. also, wenn sie ihrer Mechanik statt der ebenen die sphärische Planimetrie zugrundelegen. Diese größere Einfachheit wäre mathematisch plausibel infolge des Auftretens einer neuen unabhängigen Veränderlichen, der Einheitsstrecke *R*. Und im Sinne Machscher Denkökonomie wäre dann ein solcher Übergang von einer speziellen Geometrie zu einer allgemeineren unbedenklich zu empfehlen.

Wir sind nunmehr auch instand gesetzt, die geometrischen Bedingungen für das Vorkommen n.-E. Räume zu diskutieren. Solche „gekrümmte Räume“ müßten, um sich überhaupt bemerkbar zu machen, erstens wieder ein Kraftfeld enthalten, und zweitens sich mit unserem ebenen Raum schneiden. Diese Schnittfläche würde eine *Kugel* sein, und zwar sowohl für den sphärischen als für den hyperbolischen Raum²⁾. Es liegt jedoch für uns außerhalb jeder Möglichkeit, die nicht-Euklidische Natur irgendeines Raumteils festzustellen, und zwar einfach deshalb, weil jedes Verlassen unseres ebenen Raumes und jedes Eindringen in einen gekrümmten ein Schritt in eine vierdimensionale Mannigfaltigkeit wäre. Als Grenzfläche zwischen E. und n.-E. Raum müßte darum unserer Schnittkugel die Eigenschaft der Undurchdringlichkeit zukommen, eine Eigen-

schaft, die bekanntermaßen den elementaren Bausteinen der Materie allgemein beigelegt wird. —

II. Physikalischer Teil.

Wir kommen nun zu unserem eigentlichen Thema: dem Bericht über die Arbeiten von A. Byk, *Zur Theorie der elektrischen und chemischen Atomkräfte*¹⁾.

Bekanntermaßen stellt das Newtonsche Gravitationsgesetz die geniale Zusammenfassung der 3 (damals bereits bekannten, jedoch *empirisch* gefundenen und kausal nicht miteinander verknüpften) Keplerschen Gesetze dar. Es genügt den Forderungen *Keplers*, geht inhaltlich weit über sie hinaus und beschreibt alle Wirkungen der himmlischen Schwere genau und eindeutig, ohne ein hypothetisches Element über die *Natur* der Gravitation zu enthalten. Diesen Weg der Forschung hat *Mach* nachdrücklich als den für das wissenschaftliche Denken ökonomischsten und aussichtsreichsten empfohlen. Für ein Eindringen in die Mechanik der Atome, insbesondere aber für eine Untersuchung über die Wirkungsweise jener Kraft, welche die Elektronen im Atom festhält und sie um Anziehungszentren schwingen bzw. kreisen läßt, wird es daher von vornherein zweckmäßig erscheinen, diesen Weg einzuschlagen²⁾.

Byk hat dies aus den hier skizzierten Gründen auch getan und kehrt ganz bewußt zur Newtonschen *Fragestellung* zurück, anstatt — wie das sonst vielfach geschehen — ein dem Newtonschen möglichst analoges *Gesetz* zum Ausgangspunkt zu nehmen. Und so sucht er zuerst einmal die aus dem Tatsachenmaterial der Physik hervorgehenden *Bedingungen* auf, denen ein atomares Kraftgesetz genügen muß, und formuliert dieselben folgendermaßen:

1. Die Bewegungen der Elektronen im Atom sind, solange das Elektron sich nicht vom Atom ablöst, *periodisch* und tragen für *kleine* Elongationen — wie Dispersion und Absorption zeigen — den Charakter *harmonischer* Schwingungen, d. h. die Frequenz ist von der Amplitude unabhängig.

2. Die Arbeit, welche zur Ablösung eines Elektrons verbraucht wird, hat eine *endliche* Größe. (Photoeffekt.)

3. Der Betrag dieser Arbeit, wie überhaupt die Größe jeder Energieaufnahme oder -abgabe seitens des Elektrons im Atom steht in naher Beziehung zu einer universellen Konstanten von der Dimension Energie \times Zeit, dem Planckschen Wirkungsquantum h . Dies zeigen die Einsteinsche Theorie des Photoeffekts, die Ergebnisse der modernen Photochemie, die Sommerfeldschen Arbeiten über Röntgenstrahlen und die Strahlungstheorie.

¹⁾ Verh. d. Deutsch. Phys. Gesellschaft S. 524 (1913), Ann. d. Phys. 42 (1913) S. 1417.

²⁾ Wenigstens, soweit man überhaupt *Zentralkräfte* voraussetzt.

¹⁾ Dies schließt Massenbelegung natürlich als Spezialfall mit ein. Kraftfeld wie Masse können im ebenen Innern des Kreises, oder auf der von ihm umschlossenen Kugelkalotte gelegen sein.

²⁾ Diese *Schnittkugel* hat — wie vorher der *Schnittkreis* — wiederum 2 Radien, einen Euklidischen ρ und einen nicht-Euklidischen ρ' , zwischen welchen für den sphärischen Raum die Beziehung $\rho = R \sin\left(\frac{\rho'}{R}\right)$ besteht, während für den hyperbolischen Raum die entsprechende Gleichung

$$\rho = R \sinh\left(\frac{\rho'}{R}\right) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (1)$$

lautet. *R* ist hier wieder die Einheitsstrecke.

Welches Kraftgesetz genügt nun diesen 3 Forderungen?

Bedingung 1 verlangt *periodische* Bewegungen, und zwar bei *beliebigen Anfangsbedingungen*, da ja trotz der fortwährenden un stetigen Änderungen bei den Zusammenstößen der Atome untereinander die Bewegung periodisch bleiben soll. *Bertrand* hat aber gezeigt, daß die beiden einzigen Kräfte, die dieser Forderung genügen, die Newtonsche $\left(-\frac{c}{r^2}\right)$ und die elastische $(-c \cdot r)$ sind. Die elastische scheidet jedoch aus, weil ihr Potential $\left(\frac{c}{2} r^2\right)$ für $r = \infty$ über alle Maßen wächst, also entgegen Forderung 2 keine endliche Ablösungsarbeit für das Elektron ergibt. Das Newtonsche Potential $\left(\frac{C}{R}\right)$ genügt zwar der Bedingung einer endlichen Dissoziationsarbeit, gibt aber wiederum für kleine Elongationen keine *harmonischen* Schwingungen, weil nach dem 3. Keplerischen Gesetz die Umlaufs- bzw. Schwingungszeit stets mit der $3/2$ ten Potenz des Radius vector *variiert*. Also selbst *ohne* Berücksichtigung der Forderung 3 scheint ein Kraftgesetz von den verlangten Eigenschaften nicht angebar zu sein. —

Diese Schlußfolgerung erweist sich jedoch als unvollständig und nicht durchgreifend. Denn unsere Kinematik, die dem *Bertrandschen* Beweis ja zugrunde liegt, ist auf der Gültigkeit der geometrischen Axiome aufgebaut, wie dies z. B. jede vectorielle Zusammensetzung von Bewegungen sofort zeigt. Daß die Euklidische Geometrie nur einen Spezialfall darstellt, wurde in Teil I auseinandergesetzt. Wenn wir aber für den Raum, in dem die Elektronen ihre periodischen Bewegungen ausführen, *nicht-Euklidische* Geometrie zulassen, wenn wir also (und hierfür liegt ein Gegen Grund nicht vor) mit der Möglichkeit rechnen, daß der *Raum innerhalb der Atome* im Gegensatz zum Vakuum konstantes positives oder negatives Krümmungsmaß besitzt, so muß zuerst einmal unter Zugrundelegung solch einer *allgemeineren Geometrie* untersucht werden, ob sich nicht doch ein Kraftgesetz angeben läßt, das den oben angeführten 3 Forderungen genügt.

Ein später zu erweisendes Ergebnis der Bykschen Hypothese mag hier als Forderung vorweggenommen werden. Soll die n.-E. Natur des Atominnenraumes merkbar in Erscheinung treten, so darf die Einheitsstrecke R dieses Raumes die Größenordnung des Atomradius nicht erheblich übersteigen. Denn für Bereiche eines n.-E. Raumes, die *klein* sind gegen dessen Einheitsstrecke, gilt, wie bereits betont, die gewöhnliche Geometrie und daher auch die gewöhnliche Kinematik.

Zur Auswahl stehen nun: sphärischer und hyperbolischer *Raum*, Newtonsches und elastisches *Kraftgesetz*.

Von den Kraftgesetzen ist das Newtonsche (Coulombsche) das nächstliegende, weil ja die Elektronen im ebenen Raum (im Vakuum) seiner

Herrschaft unterworfen sind. Verallgemeinert man das Newtonsche Potential für den Raum positiver Krümmung, so erhält man $\frac{c}{\text{tg}(r)}$, für den

Raum negativer Krümmung $\frac{c}{\mathfrak{Tg}(r)}$. Mittels einer einfachen Überlegung folgt aus diesen Formeln, daß in einem n.-E. Raum das Newtonsche Potential annähernd proportional der Einheitsstrecke zu- oder abnimmt. Ist also R für die Atome wirklich von der Größenordnung des Atomhalbmessers, also sehr klein, so muß auch der Wert des Newtonschen Potentials verschwindend sein. Denn andernfalls wäre die Anziehung der beiden Elektrizitäten im *ebenen* Raum unendlich groß.

Bleibt das *elastische* Potential. Dasselbe lautet für einen *sphärischen* Raum $k \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\varrho'}{R}\right)$, wo R wieder die Einheitsstrecke, ϱ' die (n.-E.) Entfernung des angezogenen Aufpunktes (Elektron) vom Anziehungs-(Atom-)Zentrum bedeutet. Auch dieses Potential ist zur Darstellung der *Atomkräfte* unbrauchbar, denn tg wird für $\frac{\varrho'}{R} = \frac{\pi}{2}$ unendlich und schlägt dann ins Negative um (Abstoßung!). Ein Elektron, was sich also einmal in der Anziehungssphäre innerhalb des Atoms befindet, wäre durch keine endliche Arbeit mehr abzulösen. Somit Widerspruch gegen Bedingung 2.

Die letzte Möglichkeit jedoch: *elastisches* Potential im *negativ* gekrümmten Raum befriedigt alle Forderungen. Denn dieses Potential ergibt sich zu

$$V = k_1 \mathfrak{Tg}^2\left(\frac{\varrho'}{R}\right) \dots \dots \dots (2)$$

und die *hyperbolische* Tangente strebt zum Unterschied von der trigonometrischen für wachsendes Argument dem Grenzwert 1 zu. Also Ablösungsarbeit endlich. Für *abnehmendes* Argument aber wird sie dem Argument selbst gleich, $V = k_1 \frac{\varrho'^2}{R^2}$.

das heißt: für Entfernungen, die klein sind gegenüber der Einheitsstrecke (also für Elektronen, die nahe dem Atomzentrum mit sehr kleinen Amplituden schwingen) gilt das gewöhnliche elastische Potential und die Schwingungen sind daher harmonische. Da für diese Schwingungen außerdem — eben wegen der Kleinheit ihrer Amplituden — Euklidische Kinematik gilt, so finden wir durch Gleichsetzung von Zentripetal- und Zentrifugalkraft die Frequenz ν_0 für sehr kleine Elongationen zu

$$\nu_0 = \frac{1}{\pi \cdot R} \sqrt{\frac{k_1}{2m}} \dots \dots \dots (3)$$

wo m die Masse des schwingenden Elektrons bedeutet.

Forderung 1 und 2 sind somit erfüllt. Wie aber steht es mit Forderung 3, die die Brücke zur Quantentheorie schlagen soll?

Um dies zu prüfen, müssen wir einen Augenblick lang zur Newtonschen Gravitationstheorie zurückkehren und uns die Tatsache ins Gedächtnis zurückrufen, daß alle Körper gleich schnell fallen, daß also beim Newtonschen Potential $\left(V = \frac{k}{r}\right)$ die Größe k eine *universelle* Konstante ist. Denn nur unter dieser Bedingung gilt für alle Körper das III. Keplersche Gesetz, das wir für Kreisbahnen um ein festes Anziehungszentrum von der Masse 1 schreiben können: $\omega^2 r^3 = k$, wenn ω die Winkelgeschwindigkeit, r den Bahnradius und k eben jene universelle Gravitationskonstante bedeutet.

Wir machen nun für unsere unter dem Einfluß der hyperbolisch-elastischen Kraft kreisenden Elektronen die gleiche Voraussetzung, nämlich daß auch hier die Konstante des „III. Keplerschen Gesetzes“ (d. h. der Beziehung zwischen Winkelgeschwindigkeit und Abstand vom Anziehungszentrum) universell sein, also für alle Atome und alle Krümmungsmaße des n.-E. Atominnenraumes denselben Wert haben soll.

Das Analogon zum III. Keplerschen Gesetz lautet für unseren Fall:

$$\omega^2 \cdot R^4 \cdot \mathfrak{G}0^4 \left(\frac{\varrho'}{R}\right) = \frac{2 k_1 R^2}{m} \quad . . . \quad (4)$$

Die rechte Seite dieser Gleichung soll also universell konstant sein. Nun berechnet sich aber R^2 aus (3) zu

$$R^2 = \frac{1}{\pi^2 \nu_0^2} \cdot \frac{k_1}{2m} \quad \quad (5)$$

Somit wird die rechte Seite von (4) gleich $\frac{k_1^2}{\pi^2 \nu_0^2 m^2}$. Die Größen m als Masse des Elektrons und π als gegebene Zahl sind von selbst konstant, also reduziert sich (4) auf die Forderung $\frac{k_1}{\nu_0} =$ konst. k_1 ist von der Dimension einer Energie — wie aus der Potentialgleichung (2) unmittelbar hervorgeht —, ν_0 ist eine reziproke Zeit, unsere Konstante hat also dieselbe Dimension wie das Plancksche Wirkungsquantum h . Es ergibt mithin unsere Forderung, die dem Postulat der Unabhängigkeit des III. Keplerschen Gesetzes von der Natur der angezogenen Massen analog ist, das Auftreten einer universellen Konstanten von der Dimension, Energie \times Zeit, in voller Übereinstimmung mit der Quantentheorie, jedoch ohne deren Diskontinuitätsannahmen. Wir wollen daher setzen

$$\frac{k_1}{\nu_0} = h \quad \quad (6)$$

eine Annahme, die durch die Übereinstimmung ihrer Konsequenzen mit der Erfahrung im folgenden plausibel gemacht werden soll.

Beziehung (6) setzt uns nun instand, die Einheitsstrecken der n.-E. Atomräume zu ermitteln. Denn substituieren wir in (5) k_1 durch $h\nu_0$,

so stehen rechts nur experimentelle Daten, da m , die Elektronenmasse, bekannt und ν_0 aus der Dispersion bzw. dem selektiven Photoeffekt zu ermitteln ist. Wir erhalten so für R Werte, die zwischen $1,24$ und $2,42 \cdot 10^{-8}$ cm liegen. Die kleinste bisher ermittelte Einheitsstrecke hat Kohlenstoff mit $1,24 \cdot 10^{-8}$ cm.

Das Krümmungsmaß unseres hyperbolischen Atominnenraumes wäre somit gefunden. Wo liegt nun aber dessen Grenze gegenüber dem gewöhnlichen Raum, oder anders gesprochen, wie groß ist der von außen betrachtete, Euklidische Radius ϱ unserer Atomkugel?¹⁾

Um diese Frage zu beantworten, müssen wir bedenken, daß unsere hyperbolisch-elastische Kraft, die ein Elektron nach dem Atominnern zu ziehen strebt, nichts anderes darstellt als ein *elektrisches Feld*, welches letzteres wiederum — der Anziehung wegen, die es auf ein Elektron ausübt — einer positiven Elektrizitätsmenge äquivalent sein muß. Nach außen hin wirkt die Elektrizitätsmenge nun nach dem Coulombschen Gesetz. An der *Atomoberfläche*, dort also, wo E. und n.-E. Raum ineinander übergehen, müssen nach dem Prinzip der Stetigkeit Coulombsche und hyperbolisch-elastische Kraft einander gleich sein. Die Coulombsche Kraft ist gleich $\frac{e \cdot \varepsilon}{\varrho^2}$, wenn e die

Ladung des *Elektrons*, ε die Atomladung bedeutet. Die hyperbolisch-elastische Kraft finden wir durch Differentiierung der Potentialgleichung (2) nach ϱ' . Wir erhalten so

$$\frac{e \varepsilon}{\varrho^2} = \frac{2 k_1' \mathfrak{T}g\left(\frac{\varrho'}{R}\right)}{R \cdot \mathfrak{G}0^2\left(\frac{\varrho'}{R}\right)},$$

wobei nach der im Teil I erwähnten Beziehung (1)

$\varrho = R \cdot \mathfrak{S}in\left(\frac{\varrho'}{R}\right)$ ist. Führen wir diese Beziehung ein und beachten, daß nach (6) $k_1 = h\nu_0$ ist und ν_0 mit k_1 , R und m nach (3) zusammenhängt, so erhalten wir

$$e \varepsilon = \frac{h^2}{\pi^2 m R} \mathfrak{T}g^3\left(\frac{\varrho'}{R}\right)$$

Für *einwertige* Ionen muß aber wegen der Äquivalenz der beiden Elektrizitäten $e = \varepsilon$ sein, und so erhalten wir schließlich

$$e^2 = \frac{h^2}{\pi^2 m R} \mathfrak{T}g^3\left(\frac{\varrho'}{R}\right) \quad \quad (7)$$

Der *Maximalwert* für die hyperbolische Tangente ist 1. Für diesen Fall ist e ausgedrückt durch $\frac{h}{\pi} \sqrt{\frac{1}{m R}}$. Setzt man die Zahlenwerte für Wirkungsquantum und Elektronenmasse hier ein und nimmt den Mittelwert der Einheitsstrecke zu $2 \cdot 10^{-8}$ cm an, so erhält man für $e = 4,7 \cdot 10^{-10}$ e. st. E., in guter Übereinstimmung mit dem strahlungstheoretischen Wert von *Planck*.

¹⁾ Die Atome sind als Kugeln angenommen, weil ja die Kugel die einzig mögliche Grenzfäche zwischen E. und n.-E. Raum ist.

Macht man in (6) mittels der Beziehung (1) wieder den Übergang zum *Euklidischen* Atomradius ϱ , so erhält man hierdurch für die Atomradien, z. B. für die der Alkalimetalle, Werte von $2,0$ bis $3,26 \cdot 10^{-8}$ cm. *Die Atomradien ergeben sich also als etwas größer als die Einheitsstrecken.*

Es mag hier noch auf eine andere wichtige Eigenschaft der hyperbolisch-elastischen *Kraft* hingewiesen werden. Wie man nämlich durch zweimaliges Differentiieren der *Potentialgleichung* (1) nach ϱ' sofort ersehen kann, besitzt die hyperbolisch-elastische *Kraft* ein *Maximum*, und zwar für den Wert $\frac{\varrho'}{R} = 0,658$.¹⁾ Bringt man

daher in das Innere eines Atoms einen sehr kleinen elektrischen Dipol (auf dessen beide Ladungen ja unsere hyperbolisch-elastische *Kraft entgegen-*gesetzt wirkt, den sie also nur mit ihrem örtlichen Differential vorwärts treiben kann), so kommt dieser Dipol an der Stelle des Kraftmaximums²⁾ zur Ruhe (Indifferenzzone). Nun enthalten nach *Debye* die Atome solche Dipole, deren Länge ungefähr von der Größenordnung $1 \cdot 10^{-9}$ cm ist. Chemische Verbindungen *nichtpolaren* Charakters — vor allem also die organischen Verbindungen, deren Stereochemie ja direkt auf eine fixe Raumordnung der Atome im Molekül hinweist, dann aber auch die „Radikale“ der anorganischen Chemie (NH_4) und Komplexverbindungen nach Art der Wernerschen Platinaminchloride — werden somit derart konstituiert sein, daß im Molekül die Dipole jedes einzelnen Atoms die „Indifferenzzone“ in den Kraftfeldern der anderen Atome aufzusuchen streben. Für den einfachen Fall des Moleküls CH_4 z. B. wird die stabile Anordnung der H-Atome dann erreicht sein, wenn ihre Dipole in der Entfernung $\varrho' = 0,658 R$ vom Zentrum des Kohlenstoffatoms liegen. Dabei durchdringen sich natürlich H- und C-Atome zum Teil; dies stellt jedoch keine Inkonsistenz der hier skizzierten Anschauung dar, weil *Byk* ja die Atome nur als *Kraftfelder* im nicht-Euklidischen Raume ansieht.

Berechnet man die Arbeit, die nötig ist, die Dipole eines Atoms aus der Indifferenzzone eines anderen bis in die Entfernung ∞ zu bringen, so stellt diese Arbeit offenbar die Dissoziationswärme dieser (zweiatomigen) Verbindung dar. Hierzu muß jedoch eine Annahme über die *Zahl* der Dipole im Atom gemacht werden, und *Byk* setzt diese Zahl probeweise der Maximalvalenz des betreffenden Atoms gleich. Unter dieser Voraussetzung erhält er für die Dissoziationswärmen zweiatomiger Moleküle (Cl_2 , Br_2 , J_2 , S_2 , P_2) mit der Erfahrung gut übereinstimmende Werte. Ebenso läßt sich aus der Lage der Indifferenzzone im Atom ($\varrho' = 0,658 R$) eine untere Grenze

für den Molekulardurchmesser von Verbindungen errechnen. *Byk* findet für HCl 1,8, für H_2S 2,2, für SO_2 $1,7 \cdot 10^{-8}$ cm. Aus diesen Werten scheint hervorzugehen, daß in den dreiatomigen Verbindungen SO_2 und SH_2 die Atome in der Molekel nicht auf einer Geraden liegen, sondern daß die Verbindungslinien des S- mit den beiden H- oder O-Atomen einen Winkel $< 180^\circ$ miteinander einschließen. Ein Ergebnis, das übrigens auch durch die spezifischen Wärmen dieser Gase nahegelegt wird.

Zum Schluß mag noch ganz kurz bemerkt werden, daß die Byksche Hypothese auch das lichtelektrische Gesetz *Einsteins* plausibel macht und das Elektron als Raum konstanter *positiver Krümmung* aufzufassen gestattet.

Allem Anschein nach hat man es in den Arbeiten *Byks* mit einem originellen und bisher ergebnisreichen Grundgedanken zu tun, dessen weitere und schärfere Prüfung in der Anwendung auf die Strahlungstheorie und — nach *Bohrs* Beispiel — auf die Gesetzmäßigkeiten der Linienspektren gelegen sein dürfte.

Aus den Verhandlungen der deutschen Tropenmedizinischen Gesellschaft vom 7. bis 9. April 1914.

Von Prof. Dr. Carl Mense, Cassel.

Die Deutsche Tropenmedizinische Gesellschaft hat es sich zur Aufgabe gestellt, durch Vorträge, Demonstrationen und sonstige Veranstaltungen sowie besonders durch persönlichen Verkehr und Gedankenaustausch zwischen den Mitgliedern die gesamte Tropenmedizin und Tropenhygiene zu fördern. Gegründet im Jahre 1908, kann sie auf ein stetes Wachstum ihrer Mitgliederzahl, welche durch die Neuaufnahmen auf ihrer letzten Tagung bis auf 247 gestiegen ist, zurückblicken.

Mit der zunehmenden Teilnahme des deutschen Volkes an der Entwicklung seiner Kolonien, mit der fortschreitenden Erkenntnis der Wichtigkeit der privaten und öffentlichen Gesundheitspflege für die Ausnutzung unserer überseeischen Besitzungen, aber auch mit der erfreulichen Besserung der Gesundheitsverhältnisse in den Tropen ist auch die Wertschätzung der Tropenmedizin gestiegen.

Als der Verfasser dieser Zeilen 1887 nach Westafrika ging, lehnten Versicherungsgesellschaften die Lebensversicherung für solche Reisen ab. Krank und siech, gelbäugig und hohlwangig kam nur ein Teil der Reisenden, Beamten, Offiziere und Kaufleute aus den neuen Kolonien wieder zurück, während ein hoher Bruchteil alljährlich unter Palmen zur letzten Ruhe gebettet werden mußte. Jetzt kehrt so mancher aus Ost- und Westafrika wieder, frisch und gebräunt, als habe er eine Erholungsreise zur See hinter sich. Die

¹⁾ Entsprechend der Maximumsbedingung

$$\ln^2 \left(\frac{\varrho'}{R} \right) = \frac{1}{2}.$$

²⁾ Wo also dieses Differential Null ist.

gefürchtetste Tropenkrankheit, die Malaria, hat einen großen Teil ihrer Schrecken verloren. Die neueste Statistik der Basler Mission von *Fisch* z. B. zeigt, daß von 1886—92 25,7 %, von 1892 bis 1897 fast 10 %, von 1897—1902 3,4 %, von 1902 bis 1907 4 %, von 1907—1913 1,2 % an Malaria oder Schwarzwasserfieber starben. Bei den Europäern jedoch, welche sich einer regelmäßigen Chininprophylaxe unterzogen, ist die Mortalität an dieser Krankheit auf Null gesunken! (Beiheft 5, 1914, des Archivs für Schiffs- und Tropenhygiene.) An den durch diese Zahlen beleuchteten Fortschritten haben die Mitglieder der Deutschen Tropenmedizinischen Gesellschaft keinen geringen Anteil.

Ihre satzungsgemäß abwechselnd in Berlin und Hamburg stattfindenden Tagungen bringen aber nicht nur Berichte über befriedigende Erfolge auf dem Arbeitsgebiete der Gesellschaft, sondern auch über neue und ernste Aufgaben.

Ihre diesjährige Zusammenkunft fand vom 7. bis 9. April im Königlichen Institute für Infektionskrankheiten zu Berlin statt, welches den Namen ihres unvergeßlichen einstigen Mitbegründers und Ehrenmitgliedes *Robert Koch* trägt.

Als schwere Volksseuche herrscht noch in allen Tropenländern die *Dysenterie* oder Ruhr. Ihr galten die ersten Vorträge am Vormittag des 7. April.

Die Fortschritte der Wissenschaft in den letzten Jahren haben gezeigt, daß es sich bei der Ruhr nicht um eine einheitliche Krankheit handelt, sondern um ähnliche Krankheitsbilder verschiedener Ursache. Abgesehen von selteneren Formen sind die Erreger dieses im Dickdarm schwere Zerstörungen und dementsprechend sehr ernste Krankheitserscheinungen hervorrufenden Leidens entweder Urtierchen (Protozoen), nämlich Amöben, oder zum Pflanzenreich gehörige Spaltpilze, Bazillen.

Professor *Hartmann* (Berlin) faßte im ersten Vortrage die neuesten Ergebnisse über die *Ätiologie der Amöbendysenterie*, an denen er selbst großen Anteil hat, zusammen. Neben der im Darm lebenden *Entamoeba coli*, welche ein harmloser Schmarotzer ist, hat *Schaudinn* bei Ruhrkrankheiten die *Entamoeba histolytica* entdeckt und als den Krankheitserreger bezeichnet. *Viereck* und *Hartmann* fanden dann eine von ihnen als *Entamoeba tetragena* bezeichnete Form, die durch weitere Forschungen besonders von *Hartmann*, *Ornstein*, *Darling*, *Akashi*, *Kuenen* und *Swellengrebel* als identisch mit ersterer erkannt worden ist. Es gibt somit nur eine Ruhramöbe, von welcher die von *Schaudinn* als *E. histolytica* beschriebene Form nur ein Entwicklungsstadium darstellt, ebenso wie die *E. minuta* von *Kuenen* und *Swellengrebel*. Verbreitet wird die Amöbenruhr vorwiegend durch Parasitenträger, d. h. durch Menschen, welche die Amöben im Darm beherbergen, ohne darunter zu leiden, oder durch Ausscheidung im Minutastadium, in welchem die Amöben kleiner werden, Zystenbildung zeigen und latent, d. h.

ohne Krankheitserscheinungen zu machen, im Darm verkommen können.

Von der Amöbendysenterie ist die bazilläre Dysenterie, welche Stabsarzt Dr. *Rodenwaldt* behandelte, scharf zu trennen. Ihre Erreger sind Spaltpilze von Stäbchenform, die in verschiedenen, nicht immer deutlich voneinander trennbaren Abarten auftreten. Bakteriologisch, kulturell und experimentell verhalten sich die einzelnen Typen recht verschieden. Fest steht zurzeit jedoch, daß ein nach den Entdeckern *Kruse* und *Shiga* benannter Typus am giftigsten ist, während andere als *Flexner*-, *Strong*- und *Y*-Bazillus benannte Varietäten giftarm sind.

An den Tropenarzt ist zwecks weiterer Aufklärung über die Verbreitung der verschiedenen Ruhrformen die Forderung zu stellen, daß er nicht nur die Amöben- und Bazillenruhr, sondern auch die einzelnen Typen der letzteren nach Möglichkeit auseinanderhält, sowie darauf achtet, ob Bazillen und Amöben gleichzeitig vorliegen, was nach neueren Berichten nicht ganz selten vorkommt.

Der folgende Vortrag von Generalarzt Prof. *Ruge* wurde von Dr. *Härpfer* verlesen, da der Referent seinen bisherigen Wohnsitz Kiel mit Jerusalem vertauscht hat, wo er in der Leitung der Malariabekämpfung an die Stelle von Prof. *Mühlens* getreten ist. Die Mitteilungen geben eine Übersicht über die heutige Behandlung der Ruhr. Der erfreulichste Fortschritt ist in der Therapie der Amöbendysenterie zu verzeichnen, wo die von *Rogers* eingeführten Injektionen von salzsaurem Emetin von geradezu glänzendem Erfolge sind.

Wie gefährlich aber die Arbeit des Ruhrforschers ist, zeigten die von Dr. *Löhlein* aus dem Krankenhause Westend bei Berlin berichteten Fälle zweier Assistenten, welche sich bei der Untersuchung von Eiter aus einem Leberabszeß, welcher eine häufige Folgekrankheit der Amöbenruhr, dagegen nicht der Bazillenruhr ist, infizierten und an typischer Dysenterie erkrankten, trotzdem sie keine Vorsichtsmaßregel bewußt außer acht gelassen hatten.

Der Meinungs austausch in der Besprechung dieser Vorträge war erklärlicherweise recht lebhaft.

Eine Demonstration von Dr. *Olpp*, dem Direktor des Instituts für ärztliche Mission in Tübingen, ergänzte die Ruhrverhandlungen in recht willkommener Weise, denn der Vortragende zeigte, wie man durch die von *Canthie* herrührende Untersuchungsmethode mit gleichzeitiger Anwendung von Stethoskop (Doppelhörrohr) und Stimmgabel die einzelnen Organe voneinander abgrenzen und z. B. feststellen kann, ob eine Dämpfung in der rechten Seite des Brustkorbes, wie sie bei Leberabszeß nach Ruhr häufig vorkommt, von der Leberschwellung oder von einer Eiterung in der Brusthöhle herrührt. Der Ton der auf das Organ gesetzten schwingenden

Stimmgabel kann durch das Hörrohr deutlich vernommen werden, wenn beide Instrumente auf demselben Organ stehen, verschwindet aber, sowie die tastend weitergesetzte Gabel die Grenzen des betreffenden Organs überschreitet.

Der junge, neu in den Lehrkörper des Instituts für Schiffs- und Tropenkrankheiten zu Hamburg aufgenommene Entomologe Dr. E. Martini sprach an demselben Tage noch über *einige Aufgaben der medizinischen Entomologie*. Er verwies auf die Bedeutung der Fliegen für die Verschleppung von Infektionskrankheiten. Amöben mit ihren widerstandsfähigen Dauerzysten können auf die verschiedenste Weise in der Außenwelt verbreitet werden, die hinfälligen, Austrocknung nicht vertragenden Bazillen dagegen können durch die Entleerungen eines Kranken aufsuchenden Fliegen nur dadurch verschleppt werden, daß der Fuß dieser Insekten auf der Unterseite stets feucht ist. Bei der Pest können die abweichenden Lebensgewohnheiten der verschiedenen die Pestbazillen verbreitenden Floharten epidemiologisch von Bedeutung werden.

Der Überträger der die Schlafkrankheit hervorruhenden Trypanosomen sind bekanntlich Tsetse- oder Zungenfliegen. Die wechselnden äußeren Einflüsse, wie Luftwärme und Luftfeuchtigkeit, scheinen ihre Körpersäfte zu beeinflussen und für das Gedeihen dieser Schmarotzer bald mehr, bald weniger geeignet zu machen. Es ist aber noch eine Aufgabe der Forschung, festzustellen, ob nicht bei *Glossina palpalis* oder morsitans eine gewisse Rassenbildung eintritt, die ebenfalls in dieser Hinsicht von Bedeutung ist, wie *Roubaud* vermutet.

Stechmücken übertragen außer Malaria und Blutfadenwürmern auch das in Süd- und Mittelamerika und einigen Gebieten von Westafrika heimische gelbe Fieber. Vielleicht begünstigt die Eröffnung des Panamakanals die Verschleppung der mörderischen Seuche nach Ostasien. Bis jetzt ist nur *Culex fasciatus*, auch *Stegomyia fasciata* oder *Calopus* genannt, als der Wirt des Krankheitsgiftes bekannt. Die Artabgrenzung bei den Stechmücken ist aber in einer völligen Umwälzung begriffen, die Gelbfiebermücke wird jetzt zu der Gattung *Aedes* gerechnet und noch andere Moskitos sind als Krankheitsvermittler verdächtig. So harren noch verschiedene überaus wichtige Probleme der Lösung.

Auf das große gemeinsame Gebiet von Entomologie und Medizin führte seine Zuhörer ebenfalls Dr. Gläser, welcher im eigenen Körper die Wanderungen von Larven der Rinderdasselfliege (*Hypoderma bovis* und *lineatum*) seit etwa dreiviertel Jahren beobachtet und nicht nur beschreiben, sondern seinen Zuhörern fühlbar veranschaulichen konnte. Der Redner ist so das Opfer seiner Untersuchungen an Rindern geworden und hat die durch die Fortbewegung der Larven an den verschiedensten Körperstellen

hervorgerufenen Schwellungen oft schmerzhaft empfunden.

Dem arbeitsreichen ersten Tage folgten nicht minder anregende Sitzungen am 8. April.

Professor Gabbi, ein aus Rom herbeigeeilter italienischer Gast, lieferte zwei Beiträge zur Kenntnis der *Leishmaniosis*, die im Mittelmeer und in Indien auch unter dem Namen Kála-Azar, d. h. schwarze Krankheit, bekannt und gefürchtet ist und als deren Verbreiter Hunde in Betracht kommen, welche die *Leishmania* genannten, zu den Flagellaten oder Geißlingen gehörigen Erreger wahrscheinlich durch Berührung mit Schnauze und Zunge auf den Menschen, besonders Kinder übertragen. Gabbi hat indische Hunde mit dem Krankheitsgifte der Mittelmeer-Kála-Azar künstlich infizieren können und schließt aus seinen Versuchen sowie aus klinischen, pathologisch-anatomischen und biologischen Gründen auf die nicht unbestrittene Identität der Krankheitserreger in den beiden Gebieten. Allerdings gibt er zu, daß die indischen Hunde für das Gift wenig empfindlich sind und nicht spontan erkranken wie die italienischen.

Das Auftreten der Krankheit nach den Jahreszeiten spricht, wie Gabbi ferner ausführte, gegen die Annahme einer Verbreitung durch Stechmücken. Die Fälle häufen sich besonders im Frühling, die Ansteckung müßte also im Winter erfolgen, zu einer Zeit, wo das blutsaugende Insekt in Italien fehlt.

Eine andere Leishmaniose, welche durch die dem Kála-Azar-Erreger formverwandte *Leishmania tropica* hervorgerufen wird und als *endemische Beulenkrankheit*, Orient-Beule, Biskra-Beule, Yemen-Geschwür usw. in den verschiedensten warmen Ländern bekannt ist, hat Dr. Gonder, vom Ehrlich'schen Institut zu Frankfurt, auf Mäuse übertragen. Er konnte die durch die von der Haut aus tiefer greifenden, bis zu schweren Verstümmelungen der Gliedmaßen führenden krankhaften Veränderungen in Lichtbildern und an lebenden Tieren veranschaulichen.

Eine in ihrem Wesen noch nicht völlig geklärte amerikanische Hautkrankheit, die *Veruga peruana*, welche in ihrem fieberhaften Stadium als Carrion'sche Krankheit allein oder als Mischinfektion in den Anden beobachtet worden ist, behandelten Dr. Rocha Lima und Mayer vom Hamburger Institut. Die Vortragenden haben mikroskopisch Zelleinschlüsse nachgewiesen, welche diesem Leiden einen Platz unter den Chlamydozoen-Krankheiten verschaffen würden.

Gonder führte dann in seinem weiteren Berichte über *Versuche*, die er mit *Spirochaete gallinarum* bei verschiedenen Vögeln angestellt hat, auf das schwierige Gebiet der Immunitätsfragen.

Größere Schmarotzer behandelte dann Stabsarzt Dr. Rodenwaldt. Er schilderte die *Verbreitung der tropischen Helminthen in Togo* und zeigte an der Hand von Karten, daß die Verbrei-

tung der verschiedenen im Menschen schmarotzenden Würmer von den meteorologischen und geologischen Verhältnissen zweifellos abhängig ist.

Wie genügsam in bezug auf Wasser und Pflanzenwuchs andere Parasiten sind, ergab der durch Lichtbilder besonders interessante Vortrag von Dr. Trommsdorff über die in Südwestafrika vorkommenden Zecken, die bekanntlich nicht nur als lästige Blutsauger, sondern auch als Vermittler verschiedener Krankheiten Menschen und Vieh bedrohen. Selbst in einzelnen Dornbüschen und Bäumen inmitten weiter Sandsteppen lauern diese größten aller Milben auf ihre Opfer.

Der Nachmittag des zweiten Sitzungstages gehörte den geschäftlichen Arbeiten, die Schlußsitzung am 9. April dagegen wieder einem sehr wichtigen Gegenstande, den verschiedenen Trypanosen.

Prof. Dr. Ziemann, früher Medizinalreferent von Kamerun, hat *Trypanosoma gambiense*, den Erreger der Schlafkrankheit, in einem im einzelnen mitgeteilten Verfahren auf einem geeigneten Nährboden nicht nur bis zu zwanzig Tagen lebend erhalten, sondern auch zur Vermehrung bringen können. Dasselbe gelang ihm mit dem im Rattenblut lebenden *Trypanosoma lewisi*. Mit beiden hat Ziemann vielversprechende Immunisierungsversuche angestellt.

Auch die folgenden Redner Prof. Klaus Schilling (Berlin) und Prof. Knuth (Berlin) und Dr. Ritz haben an derselben Aufgabe gearbeitet, deren Lösung Afrika von der Schlafkrankheit und verheerenden Tierseuchen befreien würde und teilen Einzelheiten über ihre Versuche mit. Bei Nagana der Pferde scheint eine auf Morgenroths Vorschlag von Knuth durchgeführte Behandlung mit einer Verbindung von Salvarsan, Äthylhydrokuprein und salizylsaurem Natron Erfolg zu versprechen.

Aus eigener Anschauung konnte dann Oberstabsarzt Dr. Kuhn über die Schlafkrankheit in Westafrika, besonders in dem vielbesprochenen Neukamerun, ein wahrheitsgetreues Bild der Lage geben.

Zu den kleineren Schlafkrankheitsherden in der Kameruner Kolonie sind nun durch die Neuerwerbung neue schwerverseuchte Gebiete in seiner südlichen Hälfte hinzugekommen, welche gleich den angrenzenden belgischen und französischen Besitzungen im Kongobecken so stark von der mörderischen bis jetzt nur selten heilbaren Krankheit heimgesucht sind, daß in manchen Dörfern mehr als die Hälfte der untersuchten Eingeborenen den verhängnisvollen positiven Blutbefund an Trypanosomen zeigte. Kuhn verbreitete sich nach einer anschaulichen Schilderung der dortigen Zustände über die Mittel zur Bekämpfung der fürchterlichen Volksgeißel, die neben medikamentöser Behandlung mit Arsenikpräparaten, besonders Atoxyl, in Absperrungen, Verkehrsüberwachung und Abholzungen zu bestehen haben, und

hält die Bekämpfung nicht für ganz aussichtslos, falls große Mittel und eine große Zahl von Ärzten und Hilfskräften zur Verfügung gestellt werden.

Auch diesem Vortrag, welcher auch die nicht-medizinischen an der Entwicklung der Kolonie teilnehmenden Kreise interessiert, folgte eine lebhafte Besprechung. Ziemann konnte ebenfalls auf Grund langjähriger Beobachtungen an Ort und Stelle sprechen. Er sah durch die Ausführungen Kuhns seine schlimmsten Befürchtungen erfüllt und betonte die unbedingte Notwendigkeit, die noch nicht verseuchten Teile Afrikas, besonders Kameruns, zu schützen. Die Angaben Kuhns und französischer Kolonialärzte, daß zur Ausbreitung der Schlafkrankheit nicht gerade ein massenhaftes Vorkommen der als Überträger anzusehenden Tsetsefliegen (*Glossina palpalis*) erforderlich sei, bestätigt auch er. Es kommt als Ansteckungsweg auch der geschlechtliche Verkehr zweifellos in Betracht.

Duala war ja früher auch ein verrufenes Malarianest gewesen, obschon dort die das Fieber verbreitenden Anopheles-Mücken nicht sehr zahlreich zu finden sind, sondern gesucht werden müssen.

Prof. Mense sieht die Lage in Neukamerun, am Sanga, Ubangi und mittleren Kongo als trostlos an. Vor dreißig Jahren war er dort der einzige Arzt in einem Gebiete von der Ausdehnung Mitteleuropas und hat machtlos dem Umsichgreifen der mörderischen Krankheit zusehen müssen. Als das schlimmste Übel bezeichnet er Versuche, die Verhältnisse zu beschönigen oder zu verheimlichen. Die deutsche Tropenmedizinische Gesellschaft ist die richtige Stelle, um die reine Wahrheit zu sagen und der Vortragende hat das in erfreulicher Weise getan. Geheimnisse aber hat er nicht verraten, denn schon ehe von einer Abtretung Neukameruns die Rede war, haben die dort tätigen französischen Kolonialärzte den Todeszug der Seuche am Sanga usw. geschildert. Die Ausbreitung mußte ja eintreten, nachdem der früheren Verkehrslosigkeit, welche auf der Feindschaft der einzelnen Stämme, ja selbst Dörfer beruhte, durch die Entdeckung und Handelszüge der eindringenden Weißen und durch die Jagd nach dem Elfenbein und Kautschuk ein Ende gemacht wurde, verseuchte und unberührte Völkerschaften miteinander in Berührung kamen und selbst kleinere Wasserläufe zu Verkehrsstraßen wurden.

Jetzt kann, wie Mense meint, mit den verfügbaren oder erreichbaren Mitteln eine völlige Sanierung nicht mehr erreicht werden. Es wird nichts anderes übrig bleiben, als die schlimmsten Krankheitsherde für jeden Verkehr zu sperren, nur Ärzte und ihre Hilfskräfte hineinzulassen, die nach Kräften gegen die Seuchen ankämpfen werden, aber in der Hauptsache sie nur austoben lassen können, bis die letzten Überlebenden in Krankenlagern gesammelt werden können. Auch die Wildausrottung verspricht keinen Erfolg,

denn Fehlen oder Seltenheit der Antilopen, Büffel usw. schließt die Ausbreitung der Schlafkrankheit nicht aus, wie die Erfahrungen am unteren Kongo zeigen. Dieser auch in der Tagespresse lebhaft erörterten Frage galt der letzte Vortrag von Dr. Salomon (Wien) über *Trypanosomiasis und Wildausrottung*, welcher hervorhob, daß nach den neuesten Arbeiten von Taute und Kleine das Wild nicht in dem von englischen Forschern angenommenen Maße zur Verbreitung der menschlichen Trypanose beiträgt. Antilopen können vielleicht der Träger von *Trypanosoma rhodesiense*, welches im Süden von Ostafrika der Erreger der Schlafkrankheit ist, sein, aber der eigentliche Sendbote der Krankheit ist der Mensch. In Südafrika ist aber zurzeit noch eine erfolversprechende Prophylaxe der Krankheit möglich, ohne daß man zu der aussichtslosen und nationalökonomisch wie kulturell verwerflichen Maßregel einer Vernichtung des Wildbestandes zu greifen brauchte. Der Redner hatte in diesem Sinne den Beifall der Versammlung, welche in der Erwartung eines Wiedersehens in Hamburg im Jahre 1915 hochbefriedigt auseinander ging.

Zehnter Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesellschaft.

Von Dr. Joseph Ziegler, Berlin.

Vom 19. bis 21. April fand in Berlin der 10. Kongreß der Deutschen Röntgen-Gesellschaft statt. Die Gesellschaft ist in den zehn Jahren ihres Bestehens auf rund 800 Mitglieder angewachsen, und 734 Teilnehmer waren zur Stelle, als der Vorsitzende Prof. Dr. Levy-Dorn, Berlin, den Jubiläumskongreß eröffnete.

Der Erfolg der Röntgenologie ist teuer erkaufte. Der Ansprache des Vorsitzenden war zu entnehmen, daß auch im letzten Jahre wieder eine Reihe unserer besten Männer Opfer ihres Berufs geworden sind. Die Zahl der durch die Röntgenstrahlen Verstümmelten, wenn nicht gar Getöteten, wird also noch immer vermehrt. Wir hören weiter vom Vorsitzenden, daß die Röntgenologie sich die ihr gebührende Stellung als vollgültige ärztliche Spezialwissenschaft erst zu erkämpfen hatte und noch zu erkämpfen hat, endlich noch, daß die Gesellschaft über ein eigenes Röntgenmuseum in der Kaiser-Wilhelm-Akademie zu Berlin verfügt. — Die Bedeutung, die auch von seiten der Behörden und gelehrten Körperschaften der Röntgenologie beigemessen wird, kam wieder darin zum Ausdruck, daß der Vorsitzende eine größere Anzahl von deren Vertretern begrüßen konnte. Zum dritten Ehrenmitglied der Deutschen Röntgen-Gesellschaft wurde der jetzt 90 jährige Prof. Hittorf in Münster gewählt, der Entdecker der Kathodenstrahlen, deren Existenz die der Röntgenstrahlen bedingt.

Anfänglich hauptsächlich für die *Diagnostik*, erst der Knochenerkrankungen, dann auch der inneren Organerkrankungen verwendet, haben die Röntgenstrahlen namentlich in den letzten Jahren eine stetig wachsende Bedeutung auch in der *Behandlung* der verschiedensten Leiden erlangt. Ein Referat über die biologischen Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf normales tierisches und menschliches Gewebe, das Prof. Dr. Krause, Bonn, erstattete, entsprach daher einem Bedürfnis. Der Vortragende gab eine Übersicht über den heutigen Stand dieser Frage auf Grund des Studiums von 400 Einzelarbeiten und auf Grund eigener Untersuchungen. Krause stellte zunächst fest, daß die Wirkung auf Bakterien und Protozoen eine ganz minimale ist. Hier und da mitgeteilte gegenteilige Erfahrungen sind nach ihm darauf zurückzuführen, daß bei ungenauer Versuchsanordnung die Wirkung der gleichzeitig mit den Röntgenstrahlen auftretenden elektromagnetischen, kalorischen und ultravioletten Strahlung, der primären Faktoren, wie er sie nannte, nicht genügend ausgeschaltet wurde. Man muß also die Hoffnung aufgeben, innerhalb der Gewebe die Krankheitserreger durch Röntgenstrahlen direkt abtöten zu können. Dagegen können kleinere Warmblüter sicher abgetötet werden. Vielleicht gelingt es auch auf diese Weise eine biologische Dosis für die Messung der Intensität der Röntgenstrahlen zu erhalten; eine eigentliche Meßmethode fehlt bisher noch.

Sowohl beim Menschen wie beim Tier wurde ferner auch schon bei kleinen Dosen eine ausgesprochene Einwirkung der Röntgenstrahlen auf die weißen Blutkörperchen, die Lymphocyten, festgestellt, die in einer zunächst schon wenige Stunden nach der Bestrahlung auftretenden Vermehrung, dann aber in starker Verminderung derselben zum Ausdruck kommt. Wir ziehen bekanntlich mit gutem Erfolg Nutzen aus dieser Tatsache bei der Behandlung von Drüsen- und Milzgeschwülsten aller Art und bei der Leukämie. Das Auge reagiert auf genügend hohe Dosen mit einem Bindehautkatarrh, Hornhautentzündung und Zerfall von Ganglienzellen der Netzhaut; bei jungen Tieren wurde auch Star erzeugt. Auf das Nervensystem ausgewachsener Tiere haben selbst die größten Dosen keine Einwirkung. Schon lange bekannt sind die Schädigungen der Haut infolge zu großer Röntgenstrahlenmengen, die sich zunächst in einer akuten Entzündung der Haut äußern. Als Nachwirkung dieser Schädigungen kennen wir die Atrophie der Haut mit Gefäßneubildungen, Atrophie der Haare und Nägel, Verhornungsprozesse usw. Auch über 60 Fälle von Röntgenkrebs der Haut sind beobachtet worden, die Opfer waren fast durchweg Ärzte und Techniker. Erwähnt seien endlich noch die Wachstumsschädigungen kleinerer Tiere auch schon durch geringe Dosen, ferner die Beeinflussung menschlicher Föten durch Röntgenstrahlen.

Vortragender stellt daher die Forderung auf, daß man Kinder unter 3 Jahren vor länger dauernder Bestrahlung zu schützen habe, da sonst Wachstumsschädigungen der Knochen auftreten können. Überhaupt ist die Einwirkung der Strahlen um so größer, je jünger die Zellen sind, je lebhafter ihre Vermehrung vor sich geht. Was die Ursache der Schädigungen anbetrifft, so scheint es sich um eine direkte Beeinflussung der Zellen selbst zu handeln. Eine große Rolle dürfte nach den neueren Untersuchungen dabei auch der Eisengehalt der Gewebe spielen.

Die Ausführungen des Vortragenden wurden ergänzt durch die Korreferenten *Reifferscheid-Bonn*, *Simmonds-Hamburg*, *Körnicker-Bonn-Poppelsdorf*.

Reifferscheid berichtet über die Einwirkung der Strahlen auf tierische und menschliche Eierstöcke, die er in zahlreichen eigenen Versuchen studiert hat. Ganz zweifellos konnte ein schädigender Einfluß der Strahlen auf die Eifollikel bei Kaninchen, Meerschweinchen, Mäusen sowie auch Affen und Hunden festgestellt werden; und zwar sieht man schon wenige Stunden nach der Bestrahlung die Zerstörung der reifenden und reifen Eier einsetzen. Diese Erfahrung konnte auch an Frauen, deren Eierstöcke mikroskopisch untersucht wurden, bestätigt werden. Einmal so geschädigte Eizellen können sich nicht mehr regenerieren, wohl aber nicht geschädigte weniger reife Zellen später noch herausreifen. Ein prinzipieller Unterschied besteht zwischen den Ovarien der Frau und den Hoden des Mannes: die Ovarien bilden bekanntlich nach der Geburt keine Eier mehr neu, eine Regeneration der zerstörten Zellen ist hier also nicht möglich, im Hoden dagegen werden immer neue Samenzellen produziert, somit kann hier eine Regeneration stattfinden. Eine Abtötung sämtlicher Eizellen, also die Sterilisierung, hat keine erheblichen Ausfallerscheinungen von seiten der sogen. sekundären Geschlechtscharaktere zur Folge, da diejenigen Teile der Eierstöcke, die infolge ihrer inneren Sekretion diese bedingen, längere Zeit widerstandsfähig bleiben.

Speziell über die biologischen Einwirkungen der Röntgenstrahlen auf die männlichen Keimdrüsen gab uns *Simmonds-Hamburg* eine Übersicht. Ein Unterschied gegenüber den weiblichen Keimdrüsen bezüglich der Regeneration wurde schon erwähnt. Die Röntgenstrahlen wirken zerstörend auf die das Sperma produzierenden Zellen, doch tritt dieser Effekt erst nach einer Latenzzeit von über 3 Wochen ein. Der Grad der Zerstörung hängt abgesehen von der Intensität der Strahlen in hohem Maße von der individuellen Disposition ab, ja selbst innerhalb ein und desselben Hodens können einzelne Inseln von Samenkanälchen von der Zerstörung verschont bleiben, während die benachbarten zerstört sind. Von diesen stehengebliebenen Samenkanälchen

kann dann nach Aufhören der Schädlichkeit die Regeneration wieder einsetzen, wie auch beim Menschen wiederholt beobachtet werden konnte, daß die verloren gegangene Zeugungsfähigkeit sich wieder einstellte. An mikroskopischen Schnitten konnte weiter festgestellt werden, daß die zwischen den zerstörten Samenkanälchen gelegenen Leidighen Zellen nicht ebenfalls zugrunde gehen, sondern im Gegenteil stärker zu wachsen scheinen. Da aber auf diesen Zellen die innere Sekretion der Drüse beruht, gehen mit der Zerstörung der Samenkanälchen nicht auch die sekundären Geschlechtscharaktere verloren. So sehen wir denn auch durch Röntgenstrahlen sterilisierte Rehböcke ihr Geweih behalten, während kastrierte es abwerfen.

Hauptsächlich auf Anregung von Medizinern sind auch die Wirkungen der Röntgenstrahlen auf Pflanzen studiert worden. *Körnicker-Bonn-Poppelsdorf*, der darüber berichtete, hat selbst an Tausenden von Pflanzen in systematischer Weise hierüber Versuche angestellt. Er konnte namentlich an jungen Zellen, an Samen und keimenden Pflanzen mit schwächeren Strahlendosen eine das Wachstum beschleunigende, mit starken Dosen eine erst einige Zeit nach der Bestrahlung auftretende hemmende Wirkung feststellen. Doch ist die Wachstumssteigerung nicht so groß, daß darauf etwa eine praktische Röntgenkultur der Pflanzen aufgebaut werden könnte, um so weniger, als die folgende Generation bereits wieder normales Wachstum zeigte.

Unter den an den beiden folgenden Verhandlungstagen gehaltenen Vorträgen — es waren annähernd 90 — standen hinsichtlich der Diagnostik der inneren Krankheiten auch diesmal wie bereits in den letzten Jahren die Magen-Darm-Erkrankungen im Vordergrund des Interesses. Seitdem man gelernt hat, diese Organe mit einer schattengebenden, ungiftigen Substanz, der sogen. Kontrastmahlzeit, zu füllen, ist die Röntgendiagnostik speziell der Erkrankungen des Magens von Jahr zu Jahr gefördert worden, so daß kein Magenspezialist sie heute noch entbehren kann. Je häufiger nun die am Lebenden erhobenen Befunde durch eine eventuelle Operation oder Sektion kontrolliert werden können, um so sicherer lernt man die der Methode noch anhaftenden Fehlerquellen vermeiden. So haben auf der diesjährigen Tagung *Levy-Dorn* und *Ziegler*, Berlin, auf Grund eines Materials von annähernd 100 Fällen, die sämtlich zur Operation bzw. Sektion gekommen sind, eine kritische Würdigung der krankhaften Veränderungen des radiologischen Magenbildes geben und dabei eine ganze Reihe neuer Beobachtungen machen können. *Grunmach-Berlin*, wies auf abnorme Kontraktionszustände am Magen hin. Auch die Wiener Schule, der von jeher ein großes Verdienst um den Ausbau der Magenradiologie gebührt, hat durch ihre Vertreter *Haudek* und *Schwarz-Wien* uns neue Aufschlüsse über die Austreibungszeiten des Magens sowie über den röntgenologischen Nachweis von Magensäure ge-

geben. Ein besonders schwieriges Gebiet für die Röntgendiagnostik stellen auch heute noch die Dünndarmerkrankungen dar. Daß man aber auch hier einen großen Schritt weiter gekommen ist, zeigen uns die Untersuchungen von *Holzknacht*, Wien und *Lippmann-Chicago*, die durch ein besonderes Verfahren eine dauernde Füllung des Zwölffingerdarms mit der Kontrastmahlzeit erzielt haben, sowie von *David-Halle* und *Gödel-Frankfurt a. M.* An wohl gelungenen Bildern des gesunden und des kranken Wurmfortsatzes zeigte *Max Cohn-Berlin*, wie auch dieser Abschnitt der Röntgendiagnostik sich mehr zu erschließen scheint. Große Fortschritte sind ferner in der Erkennung von Erkrankungen des Dickdarms gemacht worden, so daß dies Gebiet, wie *Schwarz* mit Recht hervorhob, der Magendiagnostik nicht mehr viel nachsteht. Das Hauptverdienst hierfür gebührt *Hänisch-Hamburg*, der durch seine Methode der Durchleuchtung während des Einlaufs der schattengebenden Substanz mit nachfolgender Momentaufnahme eine ganze Reihe der verschiedensten Erkrankungen des Dickdarms diagnostizieren konnte.

Auch die Diagnose einiger Erkrankungen des Brustraums konnte weitergefördert werden. Zunächst lernen wir durch *Hessel-Bad Kreuznach* eine neue Methode zur Darstellung der Speiseröhre kennen. Auch die geringen Erweiterungen der Brustschlagader, wie sie als Folgezustand namentlich der Syphilis eine immer größere Bedeutung erlangen, können nach einer von *Ziegler-Berlin* angegebenen Untersuchungsmethode vor dem Leuchtschirm unter Anwendung der schrägen Durchleuchtungsrichtung besser erkannt werden. Endlich lernen wir durch *Immelmann-Berlin* die unterscheidenden Merkmale einer vergrößerten Thymusdrüse gegenüber anderen Geschwülsten selbst kennen.

Eine besondere Domäne der Röntgendiagnostik bildeten naturgemäß von jeher die Knochenerkrankungen. *Grob-Affeltern* konnte durch die experimentelle Erzeugung von Vorderarmbrüchen Rückschlüsse auf den Entstehungsmechanismus der auf den Röntgenbildern erkennbaren Bruchformen ziehen. *Gräßner-Cöln* und *Altschut-Prag* machen aufmerksam auf die viel häufiger, als man annahm, vorkommende und röntgenologisch leicht festzustellende Spaltbildung am Kreuzbein und den untersten Lendenwirbeln, die namentlich bei Personen mit Ernährungsstörungen, Anomalien der unteren Extremitäten, bei Frauen mit Scheidenvorfall, und vor allem bei Bettnässern gefunden wurden. *Köhler-Wiesbaden* führt eine Reihe neuer Fälle der von ihm zuerst beschriebenen Erkrankung des Kahnbeins vor als Beweis dafür, daß es sich dabei um eine Entwicklungsstörung handelt. *Kreiß-Dresden* zeigt, wie man die Röntgenographie für die bis auf den Millimeter genaue Beckenmessung der Schwangeren, die ja für den Geburtshelfer besonders wichtig ist, nutzbar machen kann. Auch die Physiologie der Sprachlaute kann nach den Unter-

suchungen von *Scheier-Berlin* durch Anwendung der Röntgenstrahlen gefördert werden. Zu weit würde es führen, alle die zum Teil recht interessanten und seltenen Demonstrationen aus den verschiedensten Erkrankungsgebieten im einzelnen hier aufzuführen.

Einen breiten Raum nahm auf dem diesjährigen Kongreß die Behandlung der Geschwülste mit Röntgenstrahlen ein. Die fast von allen Seiten zugegebene günstige Einwirkung der Strahlen ist bekanntlich eine Folge der verschiedenen Empfindlichkeit der Zellen, die darin zum Ausdruck kommt, daß die hochempfindlichen, wuchernden Geschwulstzellen schon bei Dosen zugrunde gehen, die die übrigen Körperzellen nur wenig beeinflussen. Die Verschiedenheit der Reaktion an gesunden und kranken Zellen wurde uns von *Heinke-Leipzig* auf Grund zahlreicher eigener Versuche vor Augen geführt. Eine große Rolle bei allen Bestrahlungen von tieferliegenden Geschwülsten spielen die sogen. Filter, Metallscheiben, die zwischen die Röntgenröhre und die Haut gebracht werden und den Zweck haben, aus dem die Röntgenröhre verlassenden Strahlungsmisch nur die penetrationsfähigen (harten) Strahlen durchzulassen, die weniger durchdringungsfähigen (weichen) und für die Haut schädlichen aber zu absorbieren. Die Wahl des Metalles hat sowohl bei der Röntgen- wie bei der Radium- und Mesothoriumbestrahlung eine große Bedeutung und war Gegenstand einer Reihe von Vorträgen. Die Ansichten darüber sind noch geteilt. Eine günstige Beeinflussung der bösartigen Geschwülste durch Röntgenstrahlen wurde allseitig anerkannt, wie den Ausführungen von *Grunmach*, *Heßmanns*, *Krause*, Berlin, *Gauß*, Freiburg u. a. zu entnehmen war; wie weit die Aussicht auf eine Dauerheilung besteht, das zu beurteilen, ist die Beobachtungszeit noch zu kurz. Es wurde daher von den meisten, ähnlich wie auf dem letzten Chirurgenkongreß, der Ansicht Ausdruck gegeben, daß man solche Geschwülste, die mit Aussicht auf Dauerheilung operiert werden können, auch heute noch dem Messer des Chirurgen überweisen müsse und nur inoperable bestrahlen dürfe, während *Gauß* auch noch operable bestrahlt haben will. Übereinstimmend wurde aber gefordert, daß im Anschluß an eine Operation solcher Geschwülste stets die Strahlenbehandlung einzusetzen habe, um ein eventuelles Wiederwachsen der Geschwulst möglichst zu verhüten, also eine prophylaktische Bestrahlung. Auch kann in vielen Fällen, wie *Wichmann-Hamburg* zeigte, die Röntgenbehandlung mit der Radium- und Mesothoriumbestrahlung kombiniert werden.

Die schon seit langem erfolgreiche Anwendung der Röntgenstrahlen bei der Behandlung von Hautkrankheiten erfährt eine weitere Bereicherung durch die von *H. E. Schmidt* mitgeteilte günstige Beeinflussung der Furunkulose. Insbesondere geht daraus hervor, daß an solchen Stellen, an welchen durch die Bestrahlung ein Furunkel zum Ver-

schwinden gebracht wurde, nie wieder ein neuer auftrat.

Auch die Erfolge bei der Behandlung der Lungentuberkulose mit Röntgenstrahlen scheinen sich zu mehren, wie *Manfred Fraenkel*-Berlin zeigte. Wenn auch die Beurteilung eines Erfolges der Strahlenbehandlung hier auf große Schwierigkeiten stößt, so scheint eine Beeinflussung doch stattzufinden; und zwar dürfte es sich dabei weniger um eine direkte Abtötung der Tuberkelbazillen als um eine Schädigung des kranken Gewebes handeln, wodurch den Bazillen der Nährboden entzogen und so indirekt ihr Absterben herbeigeführt wird. *W. Friedlaender*, Berlin, sah günstige Einwirkung der Strahlen auf Nebenhodentuberkulose. *Eckstein*, Berlin, hat in einigen Fällen die schon lange bekannte schmerzlinde Wirkung der Röntgenstrahlen bei Fraktur-schmerz und spastischen Zuständen mit Erfolg benutzt.

Die großartigen Erfolge der Röntgenologie sind nur möglich geworden durch die geradezu rapide Entwicklung der Technik, die selbst dem Fachmann die Übersicht schwer macht. Ein Rundgang durch die mit dem Kongreß verbundene Ausstellung lehrt, wie rastlos auf diesem Gebiete gearbeitet wird. Diagnostik und Therapie ziehen in gleicher Weise ihren Nutzen daraus, wie aus den zahlreichen Vorträgen und Demonstrationen hervor-ging.

Was die Diagnostik betrifft, so war eine Crux für jeden Röntgenologen bisher die Durchleuchtung der Abdominalorgane, also vorzugsweise des Magen-Darms, namentlich bei dicken Personen wegen der sogen. Sekundärstrahlen. Dies sind Röntgenstrahlen, welche erst sekundär beim Durchgang der von der Röhre ausgesendeten primären Röntgenstrahlen durch den Körper an allen Punkten desselben entstehen und zur Verschleierung des Bildes führen. Sind diese Sekundärstrahlen, die übrigens in der Therapie eine immer größere Rolle spielen, auch nicht entfernt so intensiv wie die primären, so haben sie doch eben bei dicken Personen das Bild erheblich gestört und die Beobachtung erschwert, wenn nicht unmöglich gemacht. *Holz-knecht* hat daher zu ihrer Beseitigung und um gleichzeitig damit eine Kompression ausüben zu können, zwischen Körper und Leuchtschirm die sogen. Vorderblende eingeschaltet, die indessen immer nur einen kleinen Bezirk zu übersehen gestattet. Erst *Bucky*, Berlin, ist es gelungen seine schon auf dem vorjährigen Kongreß demonstrierte Wabenblende soweit zu vervollkommen, daß die Dicke des Patienten keine Rolle mehr spielt und man ein klares Übersichtsbild über das ganze Abdomen erhält. Die mit dieser Blende erzielten ausgezeichneten Erfolge konnten von *Braun*, Solingen, *Menzel*, Halle, *Frick* und *Ziegler*, Berlin, bestätigt werden. Erwähnt sei auch das Hohlkompressorium *Silberbergs* als Hilfsinstrument zur Magenuntersuchung.

Für die Bestrahlung tiefliegender Teile spielt,

wie schon hervorgehoben, die Härte der Strahlen, also ihre Penetrationskraft, eine sehr wichtige Rolle, und zahlreiche Versuche sind unternommen worden, die Härte der Röhre zu steigern. So will *Dessauer*, Frankfurt a. M., einen der Härte der Radiumstrahlen ähnlichen Härtegrad der Röntgenstrahlen erzielt haben. Weitere Ergebnisse darüber sind noch abzuwarten. Ein großer Fortschritt wäre es, wenn sich die noch im Versuchsstadium befindliche von *Levy-Dorn* dem Kongreß demonstrierte (von der A. E. G. gelieferte) *Coolidge*-Röhre der General Electric Company bewähren sollte. Diese Röhre unterscheidet sich von den bisher üblichen vor allem dadurch, daß die Röntgenstrahlen in ihr durch die von einem glühenden Wolframdraht ausgehenden Elektronen erzeugt werden, und ihre Luftleere die erreichbar höchste ist, der Härtegrad der Röhre kann durch den Heizstrom innerhalb weiter Grenzen momentan variiert werden. Die bisher vorliegenden Versuche lauten durchaus günstig.

Eine große Rolle namentlich in der Therapie spielt die Messung der Intensität der Röntgenstrahlen, d. h. die Feststellung derjenigen Dosis, die nicht ohne Gefahr einer Verbrennung der Haut überschritten werden darf, der sog. Erythemdosis. Es hat sich herausgestellt, daß die bisher üblichen Dosimeter, die *Sabourand*-Pastille, die auf der Braunfärbung des Bariumplatincyankürs, und des *Kienböck*-Streifens, der auf der Schwärzung photographischen Papiers durch die Röntgenstrahlen beruht, keine übereinstimmenden Angaben machen. Insbesondere zeigten die Versuche *Levy-Dorns*, *Heßmanns*, *Nemennows*, Petersburg, u. a., daß bei den verschiedenen Härtegraden sich ganz differente Werte ergeben. Es sind daher von verschiedenen Seiten physikalische Dosimeter konstruiert worden. Wie weit diese zuverlässiger sind, muß die Zukunft lehren. Jedenfalls wurde auf Antrag *Levy-Dorns* die ganze Frage der noch in Fluß befindlichen Dosimetrie der Röntgenstrahlen einem Ausschuß zur Bearbeitung übergeben.

Sehr bemerkenswert sind die Angaben *Walters*, Hamburg, über den Absorptionsgrad der einzelnen in Anwendung kommenden Schutzstoffe. Aus seinen Angaben geht hervor, daß neben dem bisher üblichen Blei dem Zinn eine besondere Bedeutung als Schutzmaterial zukommt. Von *Walter* hören wir auch, daß bezüglich des Preisverhältnisses zwischen Radium und Mesothorium der Preis des letzteren, wenn man die Haltbarkeit der beiden Präparate vergleicht, $\frac{1}{7}$ des Radiumpreises betragen müßte, ein frisches Präparat vorausgesetzt.

Auf eine Reihe weiterer technischer Einzelheiten, die nur den Fachmann interessieren, kann hier nicht eingegangen werden.

Auf Antrag *Albers-Schönbergs*, Hamburg, wurde von der Deutschen Röntgengesellschaft ein Sonderausschuß für Strahlentherapie gegründet, und zwar soll dabei auch der mit der Röntgen-therapie in engstem Zusammenhang stehenden,

schnell emporgewachsenen und in steter Weiterentwicklung begriffenen Therapie mit radioaktiven Substanzen eine dauernde Förderungsstätte geschaffen werden.

Radium enthaltende Erzlagerstätten in Colorado und Utah (V. St. A.).

Von Dr. Karl L. Henning, Denver, Colo.

Als im Jahre 1858 in Gilpin County, Colo., gold- und silberhaltige Erze erschürft wurden, deren Abbau in kurzer Zeit eine derartige Bedeutung gewann, daß die in dem genannten Distrikt entstehenden mining camps Central City und Black Hawk in wenigen Jahren eine Bevölkerung von je 3000 Einwohnern ernähren konnten, ahnte wohl niemand, daß mehr als 50 Jahre später die während der letzten Jahre fast auf dem Aussterbetat stehenden Orte plötzlich wieder aufleben würden, und zwar auf Grund der begreiflichen Erregung, die die Tatsache des Vorkommens von Pechblende in der Nähe von Central City hervorrief. Wohl hatte man schon in den sogenannten Gründerjahren dieses wertvolle Erz gefunden, allein es wurde einfach auf die Abfallhalde geworfen, da man weder seinen Wert zu schätzen wußte, noch auch eine Ahnung davon hatte, was Pechblende überhaupt war. Es darf daher auch nicht wundernehmen, daß im 3. Band (Mining industry, 1870) des großen Werkes der Exploration of the 40th Parallel, Pechblende nicht erwähnt wird, trotzdem alle Erzvorkommen darin ausführlich geschildert werden und der wertvolle, allerdings sehr selten gewordene Band auch heute noch als grundlegendes Werk zur Geschichte des Bergbaus im Westen der Vereinigten Staaten dienen kann.

Durch die Tatsache nun, daß die Pechblende ein radioaktives Erz ist, sind auch die Lagerstätten in Gilpin County wieder in den Vordergrund des Interesses getreten und fünf Gruben, die Kirk-, Wood-, German-, Belcher- und Calhoun, sämtlich etwa 2 Meilen von Central City an oder nahe dem Quartz Hill, 3000 m über dem Meeresspiegel gelegen, sind als deren Hauptproduzenten zu betrachten. Allerdings sind augenblicklich nur zwei, die Belcher- und die German-Grube, in Betrieb. Ihre Ausbeute betrug vom Herbst 1911 bis Januar 1913 240 Pfund hochwertigen Erzes mit einem Gehalt von mehr als 70 % U_3O_8 , 20 Pfund Erz mit einem Gehalt von 20 %, 5 t Erz mit 2,6 % und 1 t Erz mit 2 %. Die vereinigten Gruben führen den Namen The German and Belcher Mines Co. und gehören dem Millionär Alfred J. Dupont in Wilmington, Del.

Der Schacht der German-Grube ist bis auf 200 Meter getrieben, ist aber in einer Teufe von 150 Metern blockiert. Der Gang fällt südlich und ist wie in der Kirkgrube nahezu seiger; die Belcher

Grube liegt in demselben Erzgang wie die German, mehrere Hundert Meter östlich. Der Schacht ist 70 m tief, mit Abbaustrecken in 40 und 60 m Teufe.

Das Nebengestein dieser Gruben ist ähnlich dem in der Kirk, Gneis und Glimmerschiefer. Intrusiver Andesit und Granit und schmale Gangträger von Pechblende zeigen öfters den Weg zu reichen, in Nestern auftretenden Erzkörpern. Neben Pechblende enthält das Erz Eisen und Kupferkies, neben gold- und silberhaltigen Blei- und Zinksulfiden.

Die anderen Gruben weisen hinsichtlich der Position und dem Erzbestand ähnliche Verhältnisse wie die German und Belcher auf.

Andere Vorkommen von Pechblende, die aber bis dato sehr wenig erforscht sind, wurden aus folgenden Stellen bekannt: Midletown, Conn., Glastonburg, Branchville, Conn., Marietta, S. C., im Baringer-Hill-Distrikt, Llano County, Tex., in den Black Hills, S. Dak., sowie in Mitchell County, N. C.

Wichtiger aber als die Pechblendevorkommen sind die Radium enthaltenden Carnotit-Lagerstätten in Colorado und Utah.

Carnotit, ein im Jahre 1899 von E. Cumenge und C. Friedel in jurassischem Sandstein in Montrose County, Colo., entdecktes Mineral von vorläufig noch unbestimmter Formel, bildet einen kanariengelben, ockerigen Anflug auf genanntem Sandstein, färbt an der Hand leicht ab, ist geruch- und geschmacklos und erhielt seinen Namen zu Ehren Adolph Carnots. Genauer wurde über das Mineral erst durch die Untersuchungen von Hillebrand und Ransome (1900) bekannt, die es als eine Mischung von Uranium und Vanadin enthaltende Calcium- und Baryumverbindungen bezeichneten. Enge verbunden damit ist eine amorphe Substanz — ein Silikat oder eine Mischung von Silikaten —, die Vanadin (dreiwertig) enthält, das wahrscheinlich an die Stelle von Aluminium getreten ist.

Die Carnotitlagerstätten sind während der letzten beiden Jahre von Rich. B. Moore und Karl L. Kithil, beide vom Bureau of Mines, eingehend studiert worden; hierüber liegt ein zusammenfassender Bericht vor, dem das Nachstehende zugrunde gelegt ist¹⁾.

Die Vorkommen von Carnotitlagerstätten in Colorado und Utah sind ausschließlich auf das Gebiet westlich von der Colorado Front Range (Continental Divide) beschränkt und in folgenden Distrikten nachgewiesen:

1. Coal Creek, 14 Meilen nordöstlich von Meeker, dem County-Sitz von Rio Blanco County. Der Carnotit findet sich hier in den unteren Schichten einer Serie massiver Sandsteine jurassischen Alters, auf denen konglomeratische Sandsteine der Dakotaformation (Untere Kreide) auf-

¹⁾ A preliminary report on Uranium and Vanadium by Rich. Moore and Karl L. Kithil. (Bureau of Mines. Bulletin 70, 1913), 101 S., 2 Fig., 4 Taf.

setzen. Ferner bildet der Carnotit Inkrustationen auf verkieselten Hölzern und anderen Petrefakten.

2. *Skull Creek* in Routt County, 65 Meilen westlich von Meeker und 42 Meilen östlich von Jensen, Utah. — Rote Tone und Schiefer unterliegen hier dem Carnotit, dessen geologische Position mit dem Vorkommen im Coal-Creek-Distrikt übereinstimmt.

3. *Green River, Utah*, 10—12 Meilen von dem Orte gleichen Namens. — Der Erzdistrikt liegt in der zwischen dem Green River und dem Wasatch-Plateau gelegenen Aufwölbung, dem sog. San Raphael Swell¹⁾, die hier mehrere Hundert Meter über die Ebene emporragt. San Raphael River durchschneidet in östlicher Richtung den nördlichen Teil der „swell“, fließt hierauf südlich durch das die „swell“ von den „Riffen“ („reefs“) trennende Tal, um sich sodann östlich zu wenden und in den Green River zu münden. Die Riffe (Randschwellen) fallen durchschnittlich in einem

steinen, sowie als Inkrustierung an fossilen und verkieselten Hölzern.

Bei den Orten Lorimer und Forsman finden sich die wichtigsten Carnotitvorkommen. Auch an dem 45 Meilen südlich von Green River gelegenen Table Mountain ist Carnotit in uranium- und vanadinhaltigem Sandstein gefunden worden.

4. *Thompsons-Distrikt, Utah*. — Ungefähr 16 Meilen südöstlich von Thompsons, einer Station an der Denver & Rio Grande R. R., in Grand County, Utah, ist Carnotit gefunden worden; die Lagerstätten werden hier von der Vanadium Ores Mining & Milling Co. betrieben. Die Vorkommen bilden das Verbindungsglied zwischen jenen der San Raphael Swell im Westen und jener von Richardson im Südosten.

5. *Paradox-Valley-Distrikt*. — Das Paradox Valley liegt am Westende des Hochplateaus, das westlich von Norwood nach dem Ostfuß der La Sal Mountains abfällt. Der Dolores River be-

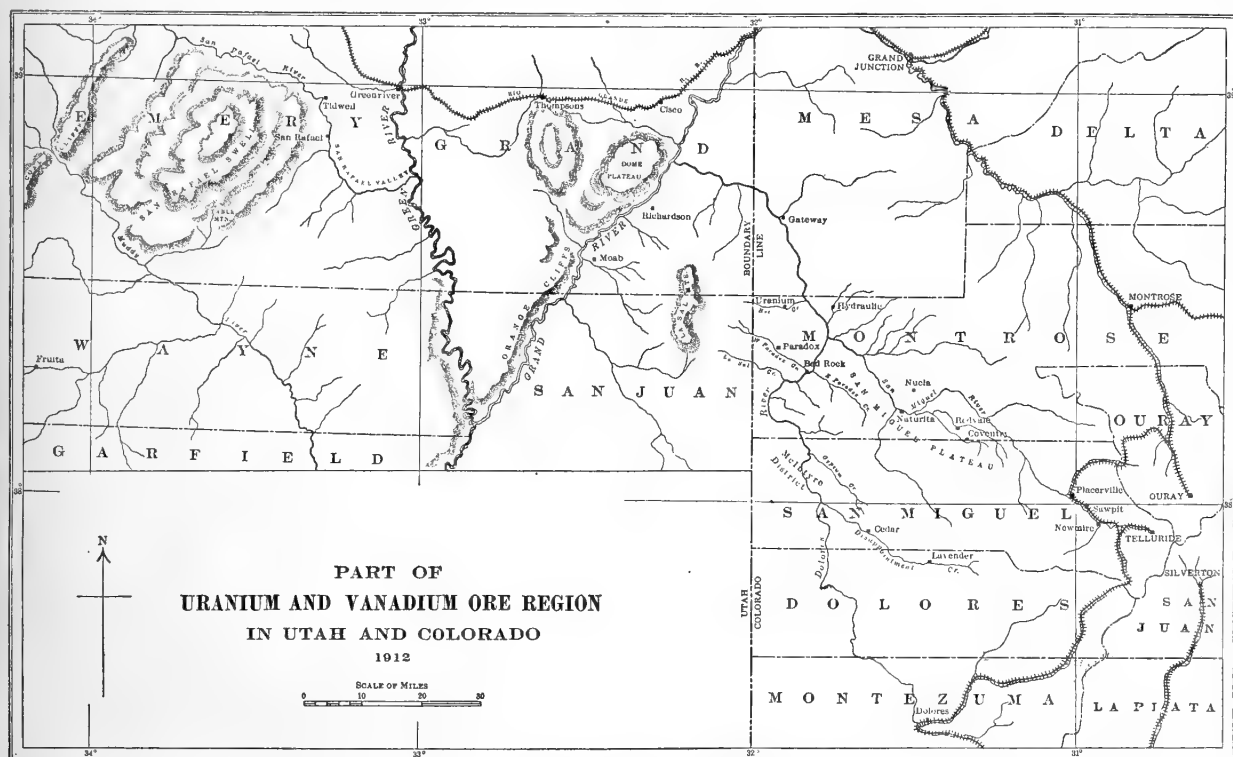


Fig. 1.

Winkel von 30° und werden senkrecht zur Richtung des Tales geschnitten, das die „Riffe“ von den „Swell“ durch eine Serie nahezu paralleler Rinnale (gulleys) trennt.

Die meisten Carnotitlagerstätten sind in den Rinnalen, die die „Riffe“ durchschneiden, aufgeschlossen; das Mineral findet sich auch hier in den von Konglomerat überlagerten Sand-

tritt das Tal im Süden und durchfließt es in nord-östlicher Richtung, anstatt dem Tale in seiner ganzen Länge und in seinem natürlichen Gefälle zu folgen; daher der Name „Paradox“.

Die Carnotitlagerstätten sind auf ein bestimmtes Areal beschränkt, dessen östliche Grenze durch eine Linie bezeichnet werden kann, die von einem Punkt etwas östlich von der Vereinigung des Dolores River mit dem Disappointment Creek, im Süden durch einen Punkt 6 Meilen westlich von Naturita und von da genau nördlich bis zum San Miguel River verläuft. Die westliche Grenze wird von den La Sal Mountains gebildet, die sich nörd-

1) Für eine ausführlichere Beschreibung des San Raphael Swell sowohl als auch der Plateaulandschaft überhaupt vgl. die klassische Darstellung in *Dutton, Geology of the High Plateaus of Utah*, 1880. Mit Atlas.

lich bis jenseits des Ortes Uranium und Gateway erstrecken. Westlich von den La Sal Mountains sind die Moablagerstätten in Utah und nördlich von diesen die Richardson- und Thompsonslagerstätten hervorzuheben; im Staate Colorado weiter jene des Long Park, 56 Meilen von Placerville, Colo., Club Ranch, 7 Meilen von Long Park, Saucer Basin, East Paradox Valley, Bull Cañon (südlich vom Paradox Valley), der McIntyre-Distrikt, südlich von Bull Cañon und bei Hydraulic, Colo. Sämtlichen letztgenannten Lagerstätten ist das Vorkommen des Carnotits in Sandsteinen gemeinsam; in vielen Lagerstätten ist aber das Mineral so geringwertig, daß eine lohnende Ausbeute wohl kaum in Frage kommen dürfte.

Die hier beigegebene Kartenskizze (Fig. 1) zeigt die hauptsächlichsten Carnotitvorkommen.

Bezüglich der Genesis dieses eigenartigen Minerals sind die Akten vorläufig noch nicht geschlossen. Die Verfasser des Bulletins Nr. 70 erwähnen zunächst die diesbezüglichen Untersuchungen von *Hillebrand* und *Ransome*¹⁾, aus denen hervorgeht, daß die Erze nach dem Orte ihres gegenwärtigen Vorkommens in irgend einer Weise hintransportiert wurden, daß die Vanadin- und Uraniumverbindungen nicht das ursprüngliche Bindemittel der Quarzkörner gewesen sein können, sondern die chemischen Verbindungen vielmehr aller Wahrscheinlichkeit nach den Kalzit verdrängten, der die Matrix der gewöhnlich hellfarbigen Sandsteine bildet, in denen das Erz auftritt. *Hillebrand* und *Ransome* sind der Ansicht, daß der Carnotit aus der lokalen Konzentration eines bereits im Sandstein vorhandenen Materials sich bildete und daß seine Ausscheidung als Carnotit unter Bedingungen erfolgte, die mit seinem Vorkommen an der Oberfläche und wahrscheinlich auch mit der Wirkung eines halb wüstenhaften Klimas in Beziehung stehen.

Die Verfasser weisen weiter darauf hin, daß *Hillebrand*²⁾ schon vor längerer Zeit auf das Vorkommen von Vanadin in Sandsteinen, Kalksteinen und eruptiven Gesteinen aufmerksam gemacht hat. So enthalten die Roscoelit führenden Sandsteine in der Nähe von Newmire, Colo., im Durchschnitt $1\frac{1}{2}\%$ V_2O_5 und stellenweise sogar $2\frac{1}{2}\%$. In den silber- und vanadinhaltigen Sandsteinen in Eagle County, Colo., enthält das Erz ebenfalls bis zu $2\frac{1}{2}\%$ V_2O_5 , aus welchen Tatsachen der Schluß berechtigt ist, daß das Vanadin in den Carnotitlagerstätten konzentriert wurde, wie denn überhaupt alle Vanadinminerale mit Carnotit vergesellschaftet sind.

Hinsichtlich der Genesis des im Carnotit enthaltenen Uraniums sind *Moore* und *Kithil* der Ansicht, daß das Metall aus dem Sandstein kam, der

entweder oberhalb oder unterhalb des Erzkörpers lagerte. Das Metall wurde aus diesen Sandsteinen ausgelaugt und mit dem Vanadin angereichert. In einigen Fällen war das Erz von einem undurchdringlichen blauen Ton unterlagert, der einen Faktor bei der Anreicherung der Uraniumverbindungen gebildet haben mag.

Wichtig erscheint den Verfassern das Vorkommen des Carnotits in sog. *bug holes*, Nestern, die hochwertige Erzkörper enthalten. Viele dieser Nester sind 30–40 Fuß lang und 2–5 Zoll im Durchmesser; die Wände sind gewöhnlich mit Quarz oder Gips inkrustiert. Fast stets münden sie in abwärts gehender Richtung in die oberen Teile eines Erzkörpers; einige wenige münden in den unteren Teil einer Lagerstätte und brechen im Erz ab. Sie enthalten hochwertiges Erz, gewöhnlich Carnotit neben Vanadinverbindungen. Das andere Ende dieser „bug holes“ mündet in eine trichterförmige Masse weichen Sandsteins, der stark mit Erz durchsättigt ist, das in das Nebengestein übergeht. Nach Ansicht *Moore*s und *Kithil*s stellen diese Nester Kanäle dar, durch die die erzhaltigen Lösungen wanderten. Wie weit diese Lösungen transportiert wurden und woher sie kamen, läßt sich zurzeit noch nicht sagen.

Über die Radioaktivität der auf den Vanadin-erzen aufsitzenden Sandsteine geben die Verfasser folgende Daten:

1. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Wilson-Grube, Saucer Basin: 1 g enthält $3,7 \times 10^{-12}$ g Radium;

2. Sandstein, 2 Fuß über dem Erz, Long Park: 1 g enthält $261,5 \times 10^{-12}$ g Radium;

3. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Skull Creek: 1 g enthält $262,8 \times 10^{-12}$ g Radium;

4. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Black Foxclain, Bull Cañon: 1 g enthält $9,4 \times 10^{-12}$ g Radium;

5. Sandstein vom Sandsteingerölle, ebenda: 1 g enthält $105,4 \times 10^{-12}$ g Radium;

6. Sandstein, 3 Fuß über dem Erz, Telluride Nr. 8 Grube, Thompsons: 1 g enthält $2,9 \times 10^{-12}$ g Radium;

7. Sandstein, 1 Fuß über dem Erz, ebenda: 1 g enthält $23,5 \times 10^{-12}$ g Radium.

Die größten und wertvollsten Vanadinlagerstätten, die bisher in den Vereinigten Staaten entdeckt wurden, die jedoch keinen oder nur Spuren von Carnotit enthalten, finden sich im westlichen Colorado im Gebiet der gewaltigen Kette der San Juan Mountains, in San Miguel County bei Placerville und Newmire. Schon seit 1899 bekannt, sind die Lagerstätten in der letzten Zeit naturgemäß in den Vordergrund des Interesses getreten. Vanadinhaltige Erze finden sich hier in jurassischen und triassischen Sedimenten, bestehend aus einer Serie heller Sandsteine, zwischen denen eine dünne Kalksteinschicht lagert. Die Erze treten in der untersten Sandsteinschicht auf und konnte festgestellt werden, daß das hochwer-

¹⁾ On carnotite and associate vanadiferous minerals in western Colorado, U. S. Geol. Surv. Bull. 262 (1905), S. 17.

²⁾ Distribution and quantitative occurrence of vanadium and molybdenum in rocks of the United States. Am. Journ. Sci. ser. 4, vol. 6, 1898, S. 209–216.

tigste Erz der zwischen den Sandsteinen bestehenden Diskordanz folgt.

Bei Sawpit, zwischen Newmire und Placerville, zu beiden Seiten des Rio Grande River, im Cañon des Fall Creek, der sich unterhalb Sawpit in den Rio Grande ergießt, auf der Ostseite des Rio Grande, nördlich und südlich von Placerville und zu beiden Seiten des Leopard Creek, gleichfalls eines Nebenflusses des Rio Grande, sind kürzlich weitere Vanadinerzlagertstätten entdeckt worden.

In Huerfano County sind Vanadinerzlagertstätten im Culebrazweig der Sangre de Cristo-Kette nachgewiesen worden, endlich bei Cutter im Sierra County, New Mexico, und in Eagle County, Colo.

In Kalifornien hat man das Erz 5 Meilen von Kleinfelter Station nahe der östlichen Grenze von San Bernardino County gefunden.

Wie aus dem Vorstehenden ersichtlich, dürfte dem Staate Colorado die Palme für seine Carnotit-, Uranium- und Vanadinlagerstätten zuzusprechen sein. Der Zukunft freilich muß es überlassen werden zu entscheiden, ob in der Tat alle bisher entdeckten und zum Abbau in Angriff genommenen Erzlagertstätten auch wirklich gewinnbringende Resultate ergeben werden. Vorsicht und ruhige sachliche Beurteilung ist hier ganz besonders geboten, um so mehr als gerade die Carnotitlagertstätten nicht überall einen derartigen Wert in bezug auf ihren Radiumgehalt darstellen, daß auch nur die unbedeutendsten bergmännischen Vorarbeiten sich bezahlen würden. Die Verfasser des Bulletins weisen mit vollem Recht gerade auf diese Tatsache ganz besonders hin, da bereits eine Mining Company extravagante Ankündigungen über angeblich „reiche“ Fundstellen in die Presse lancierte, zum offenkundigen Zweck gewisse Leute, „die nie alle werden“, in ihre Netze zu ziehen. Ich möchte deshalb diese Skizze auch mit einer Warnung zur Vorsicht in deutschen Interessentenkreisen schließen. Diese Warnung dürfte um so mehr berechtigt sein, da im April d. J. eine sich „German Gold and Uranium Mining Company“ nennende Gesellschaft, deren Präsident ein gewisser *Hugh C. Brown* in Central City ist, einen Riesenschwindel durch den Verkauf wertloser Anteilscheine (shares) aus einem angeblich 1 Million Dollar betragenden, ausstehenden Kapital in die Wege geleitet hat. Der oben erwähnte *Alfred du Pont*, dessen Name von der erwähnten Gold Mining Company in ihren betrügerischen Machenschaften gebraucht wurde, hat bereits gegen *Brown* und einen gewissen *R. R. Wright* von Boyerstown, Pa., der den Vertrieb der Scheine übernommen hatte, Strafantrag gestellt und schwebt der Prozeß zurzeit vor einer Großjury in Philadelphia. Die Wochenschrift *Frank Leslie's Weekly* bemerkte zu der Sache kürzlich was folgt: „Ein besonders frecher Betrug, der von der Regierung verfolgt wird, ist der Gebrauch des Namens von *Alfred J. du Pont*, Vizepräsident der E. J. du Pont Powder Company, in

Verbindung mit dem Verkauf wertloser Aktien der German Gold and Mining Company, einer angeblich 1 Million Dollar werten Gesellschaft. Nach den Berichten der Postinspektoren, die den Fall untersuchten, reisten Agenten durch den Staat Delaware und erzählten den Farmern, daß Herr *du Pont* die Gesellschaft finanziere, und daß die Profite enorme seien. Ungeheure Mengen von Anteilscheinen wurden von Farmern, Arbeitern und Frauen gekauft, aber die Regierung konnte beweisen, daß die betreffende Gesellschaft ein handgreiflicher Schwindel war, und daß die Aktien nicht das Papier wert sind, auf dem sie gedruckt sind.“ — *Wright* hatte die Anteilscheine zu 1,50 bis 1,75 Dollar per Stück verkauft.

Anmerkung: Das Bulletin Nr. 70 des Bureau of Mines kann, gegen vorherige Einsendung der Portokosten, 30 Pfennig, unentgeltlich bezogen werden. Man adressiere: Director, Bureau of Mines, Washington, D. C., U. S. A.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zu dem Aufsatz von Professor Dr. A. Pütter: Der angebliche Farbensinn der Insekten.

In Heft 15 dieser Zeitschrift (S. 363) nimmt *Pütter* in einem Referate Stellung zu der zwischen *v. Heß* und mir schwebenden Polemik. Im Gegensatz zu *v. Heß*, der die Bienen für total farbenblind hält, habe ich gefunden, daß sie Farbensinn besitzen und daß ihr Farbensinn eine weitgehende Übereinstimmung mit dem Farbensinne eines „Rotgrün-Blinden“ (und zwar eines Protanopen) zeigt. *Pütter* meint nun, daß meine Resultate „auch bei Annahme einer Protanopie der Bienen nicht verständlich sind“, und daß meine „Versuchsanordnungen zu erheblichen Bedenken Anlaß geben“. Ich möchte mir hierzu einige kurze Bemerkungen gestatten.

I. Meine Resultate sollen deshalb *unverständlich* sein, weil die Bienen Blaugrün mit Grau verwechselten, während doch das Blaugrün „mit seiner Blaukomponente als Farbe hätte wirken müssen“.

Es genügt hier der Hinweis, daß das *gleiche* Blaugrün, welches vom Protanopen mit Grau verwechselt wird, auch von den Bienen mit Grau verwechselt wird. Ob ein Physiologe diese Farbe mit „Blaugrün“ oder mit „Grün“ bezeichnet, hängt wohl hauptsächlich von seiner Ansicht über die Theorien des Farbensinnes ab¹⁾.

II. Die Bedenken, die *Pütter* im Anschlusse an *v. Heß* gegen meine Versuchsanordnungen äußert, sind folgende:

1. Ich hätte meine Bienen nicht markiert, und so sei keine Gewähr dafür gegeben gewesen, daß die bei den Versuchen beobachteten Bienen mit den „dressierten“ Tieren identisch waren.

Ich brauche mich nicht auf Erörterungen darüber einzulassen, wie das *Gelingen* der Dressurversuche mit nicht dressierten Bienen zu erklären wäre. Denn tatsächlich *habe ich die Bienen markiert*. Die bei meinen Versuchen beobachteten Bienen waren fast ausschließlich dressierte Tiere. In meinen beiden Vorträgen

¹⁾ *Helmholtz* (Handbuch der physiol. Optik, 3. Aufl., Bd. 2, S. 122) sagt bei der Charakterisierung der Rotgrün-Blinden: „die grünblauen Töne nennen sie grau“.

habe ich dies, wie viele andere Details, unerwähnt gelassen.

2. „Es bleibt also zweifelhaft, ob die Bevorzugung bestimmter Farben des Versuchstisches überhaupt das Resultat einer Dressur war. Aber auch wenn dies stets, oder doch in einigen Fällen zutraf, dann ist der Beweis, daß es die *Farbe* der Felder gewesen sei, auf welche die Tiere dressiert wurden, nicht zwingend erbracht, denn es konnte auch der *Geruch* der Pigmentfarben sein, durch den sich die farbigen Felder von den grauen unterschieden.“

Ich wiederhole demgegenüber folgende Stelle aus meinem zweiten Vortrage¹⁾: „Das Blau wird mit gleicher Sicherheit aus der Grauserie herausgefunden, wenn man sämtliche Papiere mit einer großen Glasplatte bedeckt. Auch wenn man das blaue Papier in einem Glasröhrchen einschmilzt, lassen sich die Bienen ebenso leicht auf das Blau dressieren wie bei der erwähnten Versuchsanordnung.“

3. Meine Beobachtung, daß die auf Gelb dressierten Bienen auch einen gelben Bleistift lebhaft umschwärmten, sei wahrscheinlich nicht auf die gelbe Farbe des Bleistiftes, sondern auf anhaftende Honigspuren zurückzuführen.

Der Bleistift war nicht mit Honig beschmutzt. Auch wurde nicht nur der Bleistift, sondern es wurden die verschiedenartigsten gelben Gegenstände besucht. Und das Wesentliche ist, daß die auf Gelb dressierten Bienen *gelbe* Gegenstände besuchten, *blaue* Gegenstände unberücksichtigt ließen, die auf Blau dressierten Bienen aber blaue Gegenstände besuchten und die gelben nicht beachteten.

Was man aus den zahlreichen v. Heßschen Versuchen schließen kann, ist, daß die relativen *Helligkeitswerte* der Spektralfarben für die Bienen und für die anderen wirbellosen Tiere angenähert die gleichen sind wie für den total farbenblinden Menschen. Daß unter diesen Umständen die Spektralfarben für diese Tiere keinen *Farbwert* haben können, dafür ist v. Heß den Beweis bis heute schuldig geblieben. Die wahrscheinlichsten Ursachen für das Mißlingen der v. Heßschen Dressurversuche an Bienen werden in meiner (kürzlich abgeschlossenen) ausführlichen Abhandlung besprochen.

Meine Kritiker möchte ich bitten, zunächst das Erscheinen dieser Arbeit, auf die ich schon in meinem ersten Vortrage hingewiesen habe²⁾, abzuwarten. Es ist nicht üblich und war auch nicht möglich, in den Vorträgen die Versuche in solcher Ausführlichkeit zu schildern, wie es nötig ist, damit der Leser ein klares Urteil über ihren Wert gewinnen kann.

München, den 22. April 1914.

Dr. K. v. Frisch.

Da für die Grundfrage, ob eine Dressur der Bienen auf Farben möglich ist oder nicht, sich die experimentellen Resultate von Heß und v. Frisch schroff gegenüberstehen, so ist es wohl vorläufig in der Tat das beste, die weitere Diskussion zu verschieben, bis die ausführliche Publikation von Herrn K. v. Frisch vorliegt, und sich eventuell Herr v. Heß nochmals hierzu geäußert hat. Meinen in Heft 15 dargelegten Standpunkt kann ich vorläufig nicht aufgeben.

Bonn, den 23. April 1914. Prof. Dr. A. Pütter.

¹⁾ Verhandl. d. Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte, 1913.

²⁾ Über den Farbensinn der Bienen und die Blumenfarben (in: Münchn. medicin. Wochenschr. 1913, Nr. 1) Anm. 9.

Zu dem Aufsatz von Professor Dr. Georg Schöne: Beobachtungen über das Wachstum der Haare.

Durch vergleichende Messungen wachsender pigmentierter und grauer Haare meiner eben im Ergrauen begriffenen Kopfhaut sowie auch durch Beobachtung der Widerstandsfähigkeit pigmentierter und grauer Haare bei Alopecia areata konnte ich feststellen, daß die grauen Haare durchschnittlich rascher wachsen, eine größere Länge erreichen und widerstandsfähiger sind als ihre pigmentierten Nachbarn. Ich schloß aus diesen und anderen Beobachtungen, daß die ersten grauen Haare pigmentierte Vorgänger ersetzen, welche sich durch rasches Wachstum und größere Länge von ihren Nachbarn unterschieden hatten. Durch weitere klinische Beobachtungen, so insbesondere durch den rascheren Pigmentverlust der Nachfolger stärker pigmentierter Haare und der durch Ausreißen öfter entfernten Barthaare bei Frauen, sowie auch durch die Beobachtung vollkommen pigmentloser Barthaare im Bereiche eines ausgedehnten dunkel pigmentierten Muttermales der Gesichtshaut eines 34 jährigen Mannes, dessen Bart sonst durchwegs aus hellbraun pigmentierten Haaren bestand, wurde ich zu dem Schlusse geleitet, daß Pigmentverlust an denjenigen Haaren zuerst eintritt, deren Vorgänger — sei es aus welchem Grunde immer — mehr Pigment aufgebracht hatten. Die experimentellen Beobachtungen des Herrn Prof. Schöne (Heft 17, S. 388) bilden eine Bestätigung dieser Schlussfolgerung, denn die an den transplantierten Hautlappen beobachteten langen, blendendweißen Haare waren nach vorangegangenem Haarausfall aufgetreten, zeichneten sich überdies durch auffallend rasches Wachstum aus. Einen Pigmentverlust vorher pigmentierter Haare konnte auch ich am Menschen niemals beobachten.

Literatur:

Vergleichende Untersuchungen an pigmentierten und pigmentlosen Kopfharen. Pester medicin.-chirurg. Presse Nr. 32, 1908.

Der Pigmentschwund in Haut und Haaren, von Dr. Moritz Schein. Pester medicin.-chirurg. Presse Nr. 43 und 44, 1908.

Budapest, den 22. April 1914.

Dr. Moritz Schein.

Besprechungen.

Höfler, Aloys, *Didaktik der Himmelskunde und der Astronomischen Geographie*. Mit Beiträgen von W. Foerster (Berlin), K. Haas (Wien), M. Koppe (Berlin), S. Oppenheim (Wien), A. Schülke (Tilsit). Berlin und Leipzig, B. G. Teubner, 1913. XII, 414 S., 80 Fig. und 2 Tafeln im Text. Preis geh. M. 11,—, geb. M. 12,—.

Nachdem von den zehn, den realistischen Unterricht an höheren Schulen behandelnden, didaktischen Handbüchern, deren Herausgabe von den Herren Höfler (Wien) und Poske (Berlin) geplant ist, im Jahre 1910 die beiden die Didaktik des mathematischen und botanischen Unterrichts behandelnden Bände erschienen sind, liegt nun auch der als zweiter bezeichnete Band vor, der die Didaktik der Himmelskunde und der astronomischen Geographie zum Gegenstande hat, zwei Unterrichtsfächer also, welche bisher an den höheren Schulen eine ziemlich stiefmütter-

liche Behandlung erfahren. Daß sie nicht als eigenes, selbständiges Lehrfach im Schulunterricht gelten, will Verfasser nicht bemängeln, nach ihm sollen sie in den der Mathematik, Geographie und Physik zugeteilten Stunden gelehrt werden, hier aber würden sie vorzüglich geeignet sein, die induktive Methode der Wahrheitsergründung die Schüler kennen zu lehren, oder wie sich Verfasser ausdrückt, einen Wirklichkeitsunterricht an Stelle des auch bei der Lehre der Naturwissenschaften oft noch beliebten verbalen Unterrichts treten zu lassen.

Die Verteilung des astronomischen und astronomisch-geographischen Stoffes auf die 8 Jahrgänge der Schüler vom 11. bis 18. Lebensjahr soll nach dem Verfasser in der Weise geschehen, daß der Schüler des ersten Jahrganges sich über die scheinbare Bewegung der Sonne und die durch ihre Stellung bedingte verschiedene Erwärmung und Beleuchtung seines Standortes klar werden soll, während er im 2. Jahr die Änderung jener Erscheinung mit der Änderung des Standortes kennen lernen soll. Hierbei würden auch die Gestalt und Größe der Erde und das Gradnetz zu behandeln sein.

In den beiden folgenden Jahren soll die Astronomie und astronomische Geographie mit dem physikalischen Unterricht verbunden werden. Es ist der Mond, der Sternenhimmel, die Bewegung der Sonne im Tierkreis daranzunehmen, ferner aber ist von der scheinbaren Bewegung von Sonne und Mond zu deren wahrer Bewegung, also vom Ptolemäischen zum Kopernikanischen System überzugehen.

Im 5. und 6. Jahrgang würde den im 15. und 16. Lebensjahr stehenden Schülern Gelegenheit zu geben sein, durch mathematische, der Astronomie entlehnte Aufgaben ihre Kenntnisse in dieser Wissenschaft zu festigen und zu erweitern. So würden aus den siderischen Umlaufzeiten der Planeten ihre synodischen Umlaufzeiten zu berechnen sein, ferner aus den Höhen bei oberer und unterer Kulmination des Polarsternes die geographische Breite, die Kulminationshöhe eines Sternes von bekannter Deklination, die Blickweite bei bestimmter Höhe des Auges über dem Boden (ohne Berücksichtigung der Strahlenbrechung), die Länge des Kernschattens der Erde, sein Durchmesser in der Entfernung des Mondes von der Erde, die Dichtigkeit des kugelförmig angenommenen Nebelballes, welcher sich nach Laplace einst bis zur Entfernung des Neptun erstreckte, die Bestimmung der Schiefe der Ekliptik, die Morgen- und Abendweite eines Gestirnes von bekannter Deklination usw. Daß auch die Kartographie auf dieser Stufe behandelt werden soll, hat den Referenten etwas gewundert, da doch z. B. die Haupteigenschaften der stereographischen Projektion, die Abbildung von Kreisen auf der Kugel durch Kreise auf der Karte und die Winkeltreue, sich nicht ohne eingehendere stereometrische Kenntnisse und die Formeln für die Merkatorische Projektion sich nicht ohne Integralrechnung verstehen lassen, so daß die Ableitung der Formeln für die letztere Projektion wohl überhaupt meist wird weggelassen werden müssen.

Den im 17. und 18. Lebensjahr stehenden Schülern des 7. und 8. Jahrganges sollen endlich im Physikunterricht die Keplerschen Gesetze der Planetenbewegung und das Newtonsche Gravitationsgesetz, aus welchem sie fließen, bekanntgemacht werden. Wie Verfasser sagt, hat er mit einigen erlesenen Schülern im wahlfreien Unterricht der Differential- und Integral-

rechnung die Ableitung der Keplerschen Gesetze aus dem Gravitationsgesetz durchgeführt.

Dem Werk sind noch 4 Anhänge beigegeben, nämlich auf 18 Seiten einige Kapitel aus *Whewells* Geschichte der induktiven Wissenschaften mit einer Beigabe von W. Foerster, ferner auf 22 Seiten der Wiederabdruck zweier Gymnasialprogramme des Verfassers über Schulversuche und über astronomische Beobachtungen von Schülern, drittens auf 9 Seiten eine Blütenlese falscher oder wenigstens verkehrt ausgedrückter Sätze in astronomischen und physikalischen Schulbüchern und viertens auf 19 Seiten Literaturangaben aus der Zeitschrift „Himmel und Erde“ und aus der „Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht“.

Einiges für das Werk und seinen Verfasser Charakteristische sei noch mitgeteilt. Den Lehrern gibt Verfasser den Rat, sich durch den angeblichen Fortschritt der letzten vier Jahrzehnte von der Naturwissenschaft zur Naturphilosophie nicht bange machen zu lassen, denn „daß und warum es diese neben jener nicht mehr geben kann und sollte“ hat er, wie er wenigstens selbst sagt, in einer früheren Abhandlung nachgewiesen. Ostwald ist nach ihm ein Naturphilosoph, „wie man etwa Natursänger ist“. Die Auffassung der Mechanik vom Standpunkt der Relativitätslehre wird als „Mode“ bezeichnet. Überhaupt ist der Verfasser auf „solche Umsturzbestrebungen auf naturwissenschaftlichem wie philosophischem Gebiet“ schlecht zu sprechen. Als ob die Wissenschaft da aufhörte, wo der Schulmann mit seinem Elementarunterricht nicht mehr mitkommen kann!

Erwähnt werden muß auch der an vielen Stellen schwerfällige und undurchsichtige Satzbau. Störend wirken schon die häufigen in Parenthese eingefügten Bemerkungen, durch die der Satz stets eine häßliche Unterbrechung erfährt. Jedenfalls sollte man damit sehr sparsam umgehen. Auf Seite 291 sind in dem Infinitivsatz, „einer so mächtigen Mode beweisen zu wollen“, zwischen „Mode“ und „beweisen“ eine ganze Anzahl von Nebensätzen und Parenthesen eingeschaltet, die zusammen nicht weniger als 10 Zeilen in Anspruch nehmen! Dergleichen sollte man dem Leser nicht zumuten!

Otto Knopf, Jena.

Newcomb-Engelmans Populäre Astronomie. 5. Auflage. In Gemeinschaft mit den Herren Professor Eberhard, Professor Ladendorff, Geh. Rat Schwarzschild herausgegeben von Professor Dr. P. Kempf, Hauptobservator am Astrophysikalischen Observatorium zu Potsdam. Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1914. XII, 835 S., 228 Abbildungen im Text und 27 Tafeln. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 15,60.

Es ist ein sehr erfreuliches Zeichen für das Interesse, welches das Publikum der Astronomie entgegenbringt, daß *Newcomb-Engelmans Populäre Astronomie*, deren 4. Auflage erst im Jahre 1911 erschien, jetzt wieder neu aufgelegt werden mußte. Allerdings gehört *Newcomb-Engelmann* zu den bedeutendsten populären Werken über das Gesamtgebiet der Astronomie.

Im wesentlichen ist der Text natürlich derselbe geblieben, es sind auch in den drei Jahren, welche zwischen den beiden Auflagen liegen, keine neuen Monde oder besonders interessante Kometen entdeckt worden, aber einige Stellen fand sich der Herausgeber doch zu ändern veranlaßt. Es ist gelegentlich eine neue Figur hinzugekommen, es ist das Verzeichnis der größten Spiegelfernrohre vervollständigt, es sind *Bottlingers* Untersuchungen über die Absorption der Gravitation

erwähnt, welche bei Mondfinsternissen vielleicht eintritt, wenn die von der Sonne zum Mond gehenden Gravitationsstrahlen die Erde durchdringen, die Nebel sind ausführlicher behandelt, insbesondere auch die neuerdings vorgeschlagene Einteilung derselben auf Grund der photographischen und spektroskopischen Ergebnisse angeführt, am meisten aber ist wohl das Kapitel „Kosmogonie“ umgestaltet worden. Hier wird die vortreffliche Idee *Arrhenius'* von einem zyklischen Weltgeschehen vorgetragen, die sich allerdings nicht mit dem Clausiusschen Satz von der Zunahme der Entropie verträgt, welcher Satz freilich auch, wie *Arrhenius* zeigt, nicht auf allgemeine Gültigkeit Anspruch machen kann. Betreffs der von *Chamberlin* und *Moulton* aufgestellten Planetesimalhypothese war in der 4. Auflage gesagt, daß die Entwicklung des Planetensystems aus dem Chaos auf Grund jener Hypothese unseren neueren Anschauungen entspreche, in der 5. Auflage ist dieses Urteil jedoch weggelassen, und zwar mit Recht, denn abgesehen davon, daß das Wort Chaos, wenn wir *Arrhenius* beipflichten, auf frühere Zustände der Welt, auch wenn sie noch so sehr von den heutigen abweichen, so wenig paßt wie auf den jetzigen Zustand, so birgt die Planetesimalhypothese doch nicht minder große Schwierigkeiten als etwa die Laplacesche Nebularhypothese.

Daß die biographischen Skizzen in der Neuauflage nicht weggelassen sind, so verführerisch dieser Gedanke auch für den Herausgeber war, da er hierdurch eine Vermehrung des Umfanges des Werkes hätte vermeiden können, das werden ihm die Leser gewiß danken.

Otto Knopf, Jena.

de Krudy, E., Einführung in die praktische Astronomie und Astrophysik für Amateur-Astronomen. Leipzig, E. H. Mayer, 1913. VIII, 85 S. Preis brosch. M. 3,50, geb. M. 4,—.

Der Verfasser, Direktor der Flammion-Sternwarte zu Basel, will den Amateur der Astronomie in die Beobachtungstechnik einführen. Nur ein zweizölliges Fernrohr, also ein solches von 54 mm Objektivöffnung, wird als zu Gebote stehend vorausgesetzt. Ist es von größeren Dimensionen und nicht mit der gewöhnlichen Höhen- und Azimutbewegung versehen, sondern parallaktisch montiert und vielleicht sogar mit einem Uhrwerk ausgestattet, so ist das natürlich um so besser. Aber immer wieder betont Verfasser, wie man auch mit den einfachsten Mitteln sich eine hohe wissenschaftliche Freude verschaffen, ja sogar wissenschaftlich wertvolle Beobachtungen anstellen kann. Vorkenntnisse werden nicht vorausgesetzt, wohl aber ist es gut, wenn der Leser außer dieser Anleitung zum Beobachten noch ein populäres Werk über Astronomie zur Hand hat.

Das Büchelchen zerfällt in zwei Teile, von denen der erste auf 61 Seiten die visuellen Beobachtungen, der zweite auf 24 Seiten die spektralanalytischen und photographischen Arbeiten behandelt.

Zunächst gibt Verfasser eine, wenn auch kurze, Beschreibung der Einrichtung eines Fernrohrs, erteilt weiterhin dem Leser auch einige nützliche Winke, so in betreff der Aufstellung eines Arbeitsplanes für die einzelnen Monate und der Führung eines Beobachtungsjournals. Dann werden die verschiedenen Beobachtungsobjekte der Reihe nach besprochen, die Sonne, wobei unter anderem auch die Auffindung ihrer Pole und ihres Äquators gelehrt wird, der Mond, die Planeten, die Kometen, Fixsterne, Doppelsterne, Sternhaufen und Nebel. Zur Auffindung der helleren Dop-

pelsterne, Sternhaufen und Nebel sind Verzeichnisse ihrer Positionen beigegeben.

Sollen spektralanalytische Beobachtungen angestellt werden, so sind natürlich ein Sonnenspektroskop und ein Sternspektroskop nötig. Hier wie bei den photographischen Aufnahmen muß der Amateur sich besonders mit Geduld und Ausdauer wappnen, wenn er etwas erreichen will. Für die photographischen Aufnahmen gibt Verfasser folgende vier Methoden an: 1. die Anwendung der gewöhnlichen Kamera, z. B. bei Mondaufnahmen; 2. Daueraufnahmen, z. B. von Sternhaufen und Nebeln; am besten bedient man sich hier natürlich einer parallaktisch montierten, durch Uhrwerk bewegten Kamera, mit Aufwand von größerer Mühe kann man jedoch, wie die beigegebenen Aufnahmen zeigen, auch etwas zustande bringen, wenn man das als Leitfernrohr dienende azimutal aufgestellte Fernrohr, auf dem die Kamera befestigt ist, mit der Hand dem Gestirn möglichst ruhig nachführt; 3. Aufnahmen in der Brennebene eines Refraktors, der in diesem Fall aber schon größere Dimensionen haben muß, oder besser in der Brennebene eines Reflektors, des Lieblingsinstrumentes der englischen Amateure; 4. Aufnahme eines im Fernrohr erzeugten Bildes durch die am Okularende angebrachte Kamera, mit Anwendung eines Momentverschlusses; sie empfiehlt sich für Sonne und Mond.

Wenn der Referent einige Kleinigkeiten, die ihm beim Lesen des Buches aufgefallen sind, erwähnen dürfte, so würden das folgende sein.

Die untersten Zeilen auf Seite 15 geben, wenn auch vielleicht das Richtige gemeint ist, doch leicht zu Mißverständnissen Anlaß. Wenn es in Greenwich 12 h 13 m 10 s mittl. Zt. ist, so ist es in Basel, dessen Längenunterschied gegen Greenwich 30 m 20 s beträgt, 12 h 43 m 30 s mittl. Baseler Zeit, und wenn es in Greenwich 12 h 13 m 10 s Sternzeit ist, so ist es in Basel 12 h 43 m 30 s Sternzeit; es ist aber nicht nötig, wie es nach dem dort Gesagten scheinen möchte, den Längenunterschied in Sternzeit zu verwandeln. Nicht recht klar sind auch die Worte: „Wir wissen, daß die Differenz zwischen einer Sonnenstunde und Sternstunde 10 Sekunden beträgt, d. h. die Sternstunde ist um 10 Sekunden länger.“ Vielleicht liegt ein Druckfehler vor; sicher hat Verfasser sagen wollen, daß 1 Stunde mittl. Sonnenzeit gleich 1 h 0 m 10 s Sternzeit ist. — Von den Jupitermonden (S. 43) ist nicht der fünfte und sechste 1892 von *Barnard*, sondern nur der fünfte 1892 von *Barnard* und der sechste 1905 von *Perrine* entdeckt.

Gewidmet ist das Werkchen *Camille Flammarion*, „dem großen Förderer der astronomischen Wissenschaft, dem erfolgreichen Verbreiter der populären Himmelskunde auf dem ganzen Erdenrunde, dem genialen Entdecker und Begründer der Lehre von der Bewohnbarkeit der Welten und des universellen Lebens im Weltall“.

Otto Knopf, Jena.

Lecointe, G., Annuaire de l'Observatoire royal de Belgique pour 1914. Bruxelles, Hayez, 1913. 512 S.

Die Kgl. Belgische Sternwarte zu Uccle bei Brüssel, eines der reichst dotierten Institute dieser Art in Europa, gibt außer den mannigfachen Publikationen astronomischen, meteorologischen und erdmagnetischen Inhalts, welche sie alljährlich erscheinen läßt, seit ihrer Gründung, also von Anfang der dreißiger Jahre des vorigen Jahrhunderts an, ein Jahrbuch heraus, welches von 1900 ab in zwei Bänden, einem astronomischen und einem meteorologischen, erscheint. Das astronomische Jahrbuch 1914, welches uns vorliegt, bringt zunächst

natürlich die kalendarischen Angaben, darunter auch die Beziehung der verschiedenen Kalender aufeinander, die Örter von Sonne, Mond, Planeten und den hellsten Sternen an der Himmelskugel, ein Verzeichnis der periodischen Kometen, die Angaben über Sonnen- und Mondfinsternisse, über den am 7. November d. J. stattfindenden Vorübergang des Merkur vor der Sonnenscheibe, über Bedeckungen von Sternen durch den Mond, über die Erscheinungen der Jupitertrabanten usw. Von besonderem Interesse sind für den Astronomen und Geodäten die zahlreichen Angaben der zurzeit als die besten anzunehmenden Werte für die Bahnen der Sonne und des Mondes, für die Dimensionen der Erde, für die Richtung und Stärke der erdmagnetischen Kraft. Durch vortreffliche Erläuterungen wird auch dem Laien das Verständnis für die numerischen astronomischen und geodätischen Werte, unter anderem auch für die Entstehung der Gezeiten und für die drahtlose Übermittlung der vom Eiffelturm ausgehenden Zeitsignale eröffnet. Einen wertvollen Abschnitt bildet endlich der 172 Seiten einnehmende Artikel des verdienstvollen Astronomen *Stroobant* über die Fortschritte der Astronomie im Jahre 1911.

Otto Knopf, Jena.

Le Chatelier, Henri, Vom Kohlenstoff. Vorlesungen über die Grundlagen der reinen und angewandten Chemie. Übersetzt von *Hermann Barschall*. Mit einem Vorwort von *F. Habcr*. Halle (Saale), Wilhelm Knapp, 1913. XIV, 324 S. und 52 Abbildungen im Text. Preis M. 18,—.

Als Nachfolger von *Moissan* hält *H. Le Chatelier* seit dem Jahre 1907 an der Sorbonne in Paris die Vorlesung über allgemeine Chemie, die den Studierenden die Grundlagen dieser Wissenschaft übermitteln soll. Die ersten Abschnitte dieser Vorlesungen erschienen 1908 unter dem Titel „*Leçons sur le carbone, la combustion, les lois chimiques*“ im Druck; sie werden jetzt einem größeren deutschen Leserkreise durch die Übersetzung von *H. Barschall* zugänglich gemacht.

Le Chatelier ist weit über die Grenzen seines Vaterlandes bekannt als Forscher, der die verschiedenartigsten Probleme der reinen und angewandten Chemie mit reichem Erfolge bearbeitet hat. Man darf deswegen auch von seiner Vorlesung persönliche Eigenart erwarten, und in der Tat weicht sie von dem Gewohnten so sehr ab, daß jeder, der an der Entwicklung des chemischen Unterrichts teilnimmt, sich mit dieser Auffassung in irgend einer Weise auseinandersetzen muß.

„Der Unterricht in der anorganischen Chemie ist seit 75 Jahren vollständig stehen geblieben“, sagt *Le Chatelier* in der Einleitung zu diesen Vorlesungen, und es sei deswegen an der Zeit, ihn gründlich umzugestalten; an Stelle der unübersehbaren Reihen experimentell ermittelter Tatsachen müsse man den Lernenden allgemeine Gesetze geben, die in die verwirrende Mannigfaltigkeit der Erscheinungen Ordnung bringen; insbesondere müsse die chemische Mechanik das tragende Gerüst des ganzen Lehrgebäudes sein, und ferner sei es notwendig, die technischen Probleme ausführlicher und gleichfalls im Anschluß an die allgemeinen Gesetze zu behandeln.

Die Berechtigung dieser Forderungen wird bei uns heute kaum noch bestritten werden. Ich bin sogar überzeugt — und die Lehrbuchliteratur berechtigt dazu —, daß diese Grundsätze in mehr oder weniger weitem Umfange vielfach bereits seit längerer Zeit befolgt werden. In Frankreich scheint allerdings *Le*

Chatelier zuerst den Unterricht auf diesen Weg gewiesen zu haben.

Wenn auch die grundlegenden Anschauungen von *Le Chateliers* Vorlesungen uns im wesentlichen durchaus vertraut sind, so muß doch die Art, wie er sein Ziel zu erreichen sucht, überraschen. Die eingehende Besprechung eines überaus wichtigen und in vielen Beziehungen gut untersuchten Elementes — des *Kohlenstoffs* — gibt zahlreiche Anknüpfungspunkte zur Erörterung allgemeiner Lehren und Gesetzmäßigkeiten, sowie technisch wichtiger Probleme. — An die Beschreibung der verschiedenen Kohlenstoffformen schließt sich naturgemäß die Lehre von der Allotropie an; die physikalischen Eigenschaften geben Gelegenheit, über „meßbare Größen“, das thermochemische Grundgesetz, die Grundzüge der Kristallographie, das Gesetz von *Dulong* und *Petit* usw. zu sprechen. Beim Acetylen werden organische Synthese sowie die Stabilitätsverhältnisse endothermer Verbindungen erörtert. Die ziemlich ausführliche Schilderung der Brennstoffe führt zu Betrachtungen über Verbrennungstemperaturen, Theorie des Heizens und dessen Wirtschaftlichkeit. Bei den Metallkarbiden werden in erster Linie die *technisch* bedeutungsvollen Verfahren hervorgehoben. Am Kohlendioxyd erläutert *Le Chatelier* das Gesetz von *Henry*, die Dissoziation und die Massenwirkung in gasförmigen Systemen, und die Metallkarbonate liefern Anknüpfungspunkte zur Behandlung der Gashydrate, der Säuren im allgemeinen, der Regel von *Trouton-de Forcrand-Nernst*, sowie ferner der Massenwirkung in Lösung, des Prinzips von *Berthelot* und dessen weiterer Entwicklung. Beim Kohlenoxyd endlich stehen im Mittelpunkt des Interesses die eigentümlichen Dissoziationsverhältnisse dieses Gases, seine Rolle im Hochofen, die Gleichgewichte von Kohlenstoff und Sauerstoff einerseits, von Kohlenstoff und Wasserdampf andererseits, sowie ferner die Metallkarbonyle und die Giftwirkung von Kohlenoxyd; auch ist hier das Kohlensuboxyd nicht vergessen. Ein besonders wohl gelungenes Kapitel ist der Verbrennung von Gasgemischen gewidmet, in dem natürlich von der Entzündungstemperatur, der Entflammung durch Druck, Explosionsgrenzen, Schlagwettern, Explosionswelle usw. die Rede ist.

Nachdem *Le Chatelier* so im engsten Anschluß an die Chemie des Kohlenstoffs eine große Anzahl allgemeiner Gesichtspunkte gewonnen hat, werden im zweiten Teil dieser Vorlesungen die wichtigsten Gesetze in mehr systematischer Weise unter Verzicht auf das „Leitelement“ Kohlenstoff erörtert, wobei besonders auch die geschichtliche Entstehung der Theorien Berücksichtigung findet. Die Entwicklung unserer Kenntnisse vom Verbrennungsvorgang und die Lehren *Carnots* bilden die Einleitung zu einem kurzen Abriss der Thermodynamik, dessen Ziel die zusammenhängende Besprechung der chemischen Mechanik, der Lehre vom chemischen Gleichgewicht in homogenen und heterogenen Systemen (Phasenregel, Reaktionsisotherme, Reaktionsisochore) ist; diese Kapitel betrachtet *Le Chatelier* augenscheinlich als Kernpunkt der Lehren der allgemeinen Chemie.

Erst nachdem alle Fragen über die „Bedingungen, unter denen die chemischen Reaktionen eintreten“, abgehandelt sind, werden auch die „Eigenschaften der Materie und die Gewichtsmengen der in Reaktion tretenden Stoffe“ besprochen; also die Formarten, die Lösungen, die Gesetze der chemischen Verbindungsverhältnisse, Atom- und Molargewicht sowie die damit zusammenhängenden Gesetze, und im Schlußkapitel

endlich behandelt *Le Chatelier* die Methoden zur Molekulargewichtsbestimmung ausführlich, wobei die Grundlagen der Meßtechnik gebührende Berücksichtigung finden.

Man sieht, *Le Chatelier* ist bei der Umgestaltung des Lehrgebäudes mit einiger Gründlichkeit zu Werke gegangen, so daß von dem überlieferten System fast nichts übrig geblieben ist. Es wäre deswegen verfehlt, im einzelnen vergleichen und abwägen zu wollen. Das geht auch schon deswegen nicht, weil diese Vorlesung offenbar unter durchaus anderen Voraussetzungen aufgebaut ist als die in Deutschland übliche Einführungsvorlesung. Diese geht davon aus, daß die Hörer mit den chemischen Begriffen ganz unbekannt sind, was ja allerdings heute in den meisten Fällen nicht mehr zutrifft; *Le Chatelier* setzt eine auf der Schule erworbene Grundlage chemischer Kenntnisse voraus, ohne die allerdings seine Vorlesung nicht verständlich wäre. Berücksichtigt man dies, so wird die gewählte Behandlungsweise nicht mehr so sehr befremden; denn mancherlei Einschränkungen, die im gebräuchlichen Lehrgang erforderlich sind, um nicht mit fremden Begriffen zu arbeiten, fallen hier fort.

Wenn *F. Haber* in dem Vorwort zu diesem Werke sagt: „An eine Umgestaltung unserer Einführungsvorlesung nach dem Vorbilde, welches hier gegeben ist, wird man in Deutschland wenigstens nicht leicht herangehen,“ so wird man ihm nur zustimmen können. Die Behandlung der allgemeinen Gesetzmäßigkeiten ist auch im Rahmen des älteren Systemes erfolgreich durchführbar; aber man kann nicht übersehen, welche praktischen Ergebnisse die neue Methode zeitigt. Jedenfalls wird dies Werk des originellen Chemikers den Unterrichtenden vielfach Anregungen geben können; den Studierenden bietet es Gelegenheit, ihre Kenntnisse der allgemeinen Chemie zu befestigen und zu vertiefen, indem es deren Lehren in neuer Beleuchtung zeigt und sonst kaum betonte Zusammenhänge aufdeckt.

Die Übersetzung von *H. Barschall* ist sehr gelungen, und wenn nicht gelegentlich die Geschichtsauffassung oder eine temperamentvolle Bemerkung des Verfassers an dessen Heimat erinnert, so würde man glauben, ein Original vor sich zu haben. *J. Koppcl, Pankow.*

Küster, F. W., und A. Thiel, Lehrbuch der allgemeinen, physikalischen und theoretischen Chemie in elementarer Darstellung für Chemiker, Mediziner, Botaniker, Geologen und Mineralogen. I. Band. Stöchiometrie und chemische Mechanik. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1913. 747 S., 147 Abbildungen und 2 Tafeln. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 19,50.

Zwischen der Chemie und der physikalischen Chemie besteht noch heute eine unnatürliche Kluft, welche wohl dadurch entstanden ist, daß Fernerstehende der plötzlich einsetzenden raschen Entwicklung der physikalischen Chemie nicht zu folgen vermochten.

Tatsächlich werden selbst jene Gebiete der physikalischen Chemie, welche für ausgesprochen chemische oder naturwissenschaftliche Fragen von Bedeutung sind, von vielen Angehörigen dieser Fächer ignoriert und nur ein kleiner Bruchteil der Studenten der Chemie pflegt ein Lehrbuch der physikalischen Chemie durchzuarbeiten.

Ein Hauptgrund für dieses Verhalten ist darin zu suchen, daß sich die meisten dieser Bücher der „höheren Mathematik“ bedienen. Da diese für eine wissenschaftliche Beherrschung der physikalischen Chemie uner-

läßlich ist, bestände der einzige natürliche Ausweg darin, wenigstens den Studenten der Chemie die Elemente der Differential- und Integralrechnung als Nebenfach vorzuschreiben. Das ist zwar an den technischen Hochschulen längst geschehen, an den Universitäten aber anscheinend nicht zu erreichen, obwohl das Verbandsexamen die Möglichkeit gäbe, auch ohne umständlichen gesetzlichen Apparat Abhilfe zu schaffen.

Da aber vorläufig mit einer Reform hier nicht zu rechnen ist, sind Darstellungen, welche sich mit elementaren Mitteln begnügen, unentbehrlich. Solche hat es zwar schon seit längerer Zeit gegeben, sie haben aber tatsächlich nicht vermocht, den großen Kreis derer, für welche die Kenntnis der physikalischen Chemie von Nutzen wäre, zu gewinnen.

Das kann offenbar nicht, oder nicht allein, an der Schwierigkeit des Gegenstandes liegen, denn die Physik selbst stellt ja nicht geringere Anforderungen an das Verständnis. Abgesehen davon jedoch, daß die Physik meist Examensfach ist und schon auf den Schulen getrieben wird, hat sich hier im Laufe der Zeit eine besondere Art der Darstellung ausgebildet, welche in den Lehrbüchern der „Experimentalphysik“ ihren Ausdruck findet.

Eine solche Darstellung der physikalischen Chemie hat bisher gefehlt. Die elementaren Bücher über diesen Gegenstand unterschieden sich zum Teil von den „höheren“ nur dadurch, daß man die Begründung der einzelnen Beziehungen oder gar viele von diesen selbst fortließ. Hieran war hauptsächlich das Bestreben schuld, das Buch nicht zu umfangreich werden zu lassen. Wie aber die erwähnten elementaren Darstellungen der Physik zeigen, ist gerade die ausführliche Behandlung der experimentellen Tatsachen wenn nicht der einzige, so doch der leichteste und sicherste Weg, den Leser in elementarer Weise mit den Beziehungen und Gesetzmäßigkeiten vertraut zu machen.

Von diesem Standpunkte aus ist augenscheinlich das vorliegende Buch geschrieben. Die Aufgabe, deren Schwierigkeiten hier angedeutet wurden, erscheint im großen und ganzen vorzüglich gelöst. Die Darstellung ist klar und einfach und, was das Entscheidende ist, die Auswahl des Stoffes erscheint nirgends durch die gewählten Hilfsmittel begrenzt. Fast nirgends wird der Leser den unbehaglichen Eindruck erhalten, auf die Kenntnis wesentlicher Dinge verzichten zu müssen, „weil sie sich nicht elementar darstellen lassen“.

Nur in einem Punkt muß bei einer Neubearbeitung hierin noch weiter gegangen werden: Die Besprechung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik darf man in einem solchen Buch nicht vermissen; daß sie elementar möglich ist, haben u. a. *Clausius* und *Maxwell* gezeigt. Keinesfalls ist es aber zulässig, Beziehungen, die sich aus dem zweiten Hauptsatz ergeben, als Folgerungen des ersten hinzustellen, wie dies z. B. Seite 193 geschieht, wo die Tatsache, daß fester Stoff und Schmelze beim Schmelzpunkt gleichen Dampfdruck zeigen, darauf zurückgeführt wird, daß ein anderes Verhalten „ein Verstoß gegen den Satz von der Erhaltung der Energie wäre“. Dies wirkt um so störender, als der Leser aus der ganzen Form der Darstellung, welche immer wieder an dieses Ergebnis anknüpft, den Eindruck gewinnen muß, daß die Gleichgewichtslehre auf dem ersten Hauptsatz beruht.

Als ein besonderer Vorzug müssen die reichlichen Literaturanmerkungen angesehen werden. Leider ist aber ein großer Teil des Buches, das, ursprünglich von *F. W. Küster* bearbeitet, in Lieferungen erschien (als

ein Teil des Handbuches der anorganischen Chemie von *Gmelin-Kraut*), bereits acht Jahre alt, was sich doch in einzelnen Kapiteln (z. B. Tautomerie, flüssige Kristalle, Kolloide) unangenehm bemerkbar macht. *A. Thiel* hat die Fertigstellung des Buches übernommen, das letzte Viertel des vorliegenden Bandes geschrieben und beabsichtigt, das Werk binnen kurzem durch einen kürzeren zweiten Band zum Abschluß zu bringen.

Was oben über die Vorzüge der Darstellung gesagt wurde, gilt auch für den von dem zweiten Verfasser herrührenden Teil des Buches, nur hat man hier stellenweise den Eindruck, als ob der Rahmen nun noch weiter gespannt werden sollte. Dinge, wie die vollständige Einteilung der heterogenen Gleichgewichte oder das zum Schluß gegebene Raumdigramm des Zweistoffsystems dürften für die meisten Leser dieses Buches entbehrlich sein. Doch ist das schließlich Ansichtssache, und der Leser kann diese Dinge zunächst überschlagen.

Das Buch kann Naturwissenschaftlern aller Richtungen dringend empfohlen werden. Es ist ganz besonders geeignet, das Interesse für physikalisch-chemische Fragen in weitere Kreise zu tragen.

H. von Halban, Würzburg.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Die Beziehung zwischen dem **Potentialabfall** in **Neonröhren** und ihrem **Durchmesser** hat *Georges Claude* untersucht. Er fand bei einer Röhre von 5,6 Durchmesser eine Spannungsdifferenz von 890 Volt auf eine Rohrlänge von einem Meter. Bei einer 21 mm weiten Röhre betrug diese Differenz nur 252 Volt und bei einer Röhre von 67 mm Durchmesser nur 63 Volt. Dabei machte der Druck in diesen Röhren etwas mehr als 2 mm aus. Für sehr weite Röhren muß der Spannungsabfall gleich Null oder doch sehr gering werden. Die Beobachtung macht die Erscheinung der **Nordlichter** verständlich, die elektrische Entladungen von sehr großem Querschnitt darstellen und daher trotz ihrer ungeheuren Länge zu ihrer Entstehung keiner unendlich großen Potentialdifferenzen bedürfen, deren Auftreten schwer zu begreifen wäre. (*C. R.* 158, 479, 1914.)

Von *Rayleigh* ist darauf hingewiesen worden, daß die zur Herstellung einer gut spiegelnden Fläche erforderliche Feinheit der Politur abhängig ist von der Wellenlänge des zu reflektierenden Lichtes. Hierdurch veranlaßt, hat *Th. J. Meyer* die **Reflexion langwelliger Wärmestrahlen an rauen Flächen und Gittern** untersucht. Nickelplatten, die mit Schmirgelpapier gerieben waren, zeigten für gewöhnliches Licht von $0,6 \mu$ Wellenlänge ein verschwindend geringes Reflexionsvermögen. Für Wärmestrahlen von $8,7 \mu$ Länge näherte sich ihr Reflexionsvermögen aber dem von blanken Nickelplatten und 24μ langen Wellen gegenüber verhielten sie sich wie glatte Spiegel. Für die Untersuchungen im langwelligeren Spektralgebiete wurden Nickelplatten mit dem Sandstrahlgebläse behandelt. Bei diesen Platten betrug unter verschiedenen Einfallswinkeln die Reflexion für $\lambda = 8,85 \mu$ 1 bis 20 %, für $\lambda = 24 \mu$ 16 bis 54 %, für $\lambda = 52 \mu$ 64 bis 85 %, für $\lambda = 110 \mu$ 94 bis 95 %

und für $\lambda = 300 \mu$ 97 %. Ebenso wurde bei geritzten Gittern für die langwelligen Strahlen ein hohes Reflexionsvermögen gefunden. (*Ber. d. d. phys. Ges.* 16, 126, 1914.)

Die aus dem **Sagnac-Effekt** (Heft 15 S. 379 dieser Zeitschrift) gezogene Folgerung für die **Existenz des Äthers** zweifelt *Hans Witte* hinsichtlich ihrer Gültigkeit an. Die beim Sagnac-Effekt auftretende Streifenverschiebung ist durch die Rotation des Interferenzsystems bedingt, da durch diese die Gesamtlichtwege in der einen oder der anderen Richtung verlängert oder verkürzt werden. Der Effekt ist daher durchaus in Übereinstimmung mit dem Relativitätsprinzip, nach welchem es ein mit dem vermeintlich existierenden Äther verbundenes Bezugssystem (Inertialsystem) nicht gibt. Er beweist deswegen die Existenz des Äthers nicht. (*Ber. d. d. phys. Ges.* 16, 142, 1914.)

Die vor Jahren von *Wiedemann* und *Ebert* beobachtete Tatsache, daß bei elektrischen Entladungen im luftverdünnten Raume die Kathode eine starke Erwärmung erfährt, hat *H. Greinacher* zur Konstruktion einer neuen **Kathoden-Glühlampe** Veranlassung gegeben. In eine evakuierte Glaskugel von 14 cm Durchmesser führt er an zwei diametral gegenüberliegenden Punkten Elektroden ein und läßt diese im Innern der Kugel in zwei Nernststiften endigen. Die Zuführungsdrähte innerhalb der Kugel werden dabei durch zwei dickwandige Röhren aus gegossenem billigen Quarze geschützt. Wird eine solche Kugel bei einem Vakuum von einigen Millimetern Quecksilber mit Wechselstrom von etwa 1000 Volt betrieben, so leuchten beide Nernststifte auf, da sie abwechselnd als Kathode dienen. Zunächst geht von der Basis der Stifte blaue Glimmentladung aus, die rasch bis zur Spitze vorschreitet, so daß die Stifte ganz von blauem Glimmlichte umgeben sind. Die Stifte selbst erwärmen sich dann von der Basis her und geraten schnell in helle Weißglut, so daß dies Anbrennen der Lampe nur wenige Sekunden erfordert. Eine solche Lampe, die bei 820 Volt eine Stromstärke von 0,11 Ampere, also 90 Watt, benötigte, gab eine Helligkeit von ungefähr 50 Kerzen. Verbesserungen dieser Lampe sind aber vielleicht noch zu erzielen durch Regulierung des Vakuums, durch geeignete Form und Wahl des Elektrodenmaterials und durch passende Wahl der Gasfüllung. Wahrscheinlich gemacht wird dies durch die Tatsache, daß z. B. bei Heliumfüllung und einer Kaliumkathode die Glimmentladung bereits bei 100 Volt eintritt. (*E. T. Z.* 35, 259, 1914.)

Einen **Radiumblitzableiter** bringt *B. Szilard* in Vorschlag. Bei den gewöhnlichen Blitzableitern findet ein merkliches Durchströmen der Elektrizität nur bei Eintritt von Blitzschlägen statt, und um diese hervorzurufen, sind sehr feine und zahlreiche Spitzen erforderlich. Auch muß die Potentialdifferenz zwischen dem Blitzableiter und der Luftschicht darüber größer sein als gegenüber irgend einem in der Nähe befindlichen Leiter, damit die Entladung gerade durch den Blitzableiter erfolge. Wird aber durch eine radioaktive Substanz die Luftschicht über dem Blitzableiter leitend gemacht, so wird an dieser Stelle die Entladung erzwungen, da das Entladungspotential hier herabgedrückt wird. Die Entladung tritt dann leichter ein und fällt weniger heftig aus. Ein Versuchsblitzableiter dieser Art wurde hergestellt, indem auf ein $3\frac{1}{2}$ m hohes Messingrohrgestänge ein Ring von kleinen

Spitzen und darunter eine Kupferscheibe von 250 mm Durchmesser angebracht wurde. Die Kupferscheibe trug einen 28 mm breiten Kreisring, der von 2 mg Radiumbromid gebildet war. Damit dieser dem Regen und dem Temperaturwechsel widerstehen kann, muß er entweder elektrolytisch niedergeschlagen oder mittels einer Emaille aufgetragen werden. Dieser Versuchsblitzableiter zeigte sich sowohl im Laboratorium sowie auch im Freien bei verhältnismäßig ruhiger Luft wirksam. Wurde in einer Entfernung von 4 bis 5 m eine kleine elektrostatistische Maschine von 5 cm Funkenlänge in Tätigkeit gesetzt, so zeigte ein an das Gestänge des Blitzableiters angelegtes Elektrometer Ausschläge von 350 Volt. (C. R. 158, 695, 1914.)

Unsere Kenntnisse, von den merkwürdigen Eigenschaften, welche die Stoffe bei den allertiefsten Temperaturen annehmen, sind durch eine in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführte Arbeit von W. Meißner über die **thermische und elektrische Leitfähigkeit von Kupfer zwischen 20 und 373 abs.** von neuem bereichert worden. Nach den Gesetzen von Wiedemann-Franz und Lorenz soll der Quotient aus der thermischen Leitfähigkeit λ durch die elektrische Leitfähigkeit κ dividiert durch die absolute Temperatur T , also $\frac{\lambda}{\kappa T}$ eine absolute Konstante sein. Zwischen 0 und 100° C. ist dieses beim Kupfer auch nahezu der Fall, in tieferen Temperaturen wird diese Größe aber immer kleiner, so daß sie bei 20° abs. nur den siebenten Teil des Wertes bei 0° C. ausmacht. Beim absoluten Nullpunkt oder vielleicht schon vorher wird sie augenscheinlich zu Null. Ebenso ist der thermische Widerstand des Kupfers $\frac{1}{\lambda}$ zwischen 0 und 100° C. angenähert konstant und sinkt in tieferen Temperaturen bei 20° abs. auf $\frac{1}{4}$ des Wertes bei 0° C. Wahrscheinlich verschwindet er in der Nähe des absoluten Nullpunktes ebenso wie der elektrische Widerstand. (Ber. d. d. phys. Ges. 16, 262, 1914.)

Ein Verfahren, **Grammophonplatten** auf physikalisch-chemischem Wege zu **vergrößern** oder zu **verkleinern**, hat G. A. Le Roy ausgearbeitet. Bisher wurden mechanische Vorrichtungen für diesen Zweck verwandt (Pantographen). Diese veranlassen aber in den neu gebildeten Platten störende Nebengeräusche, deren Auftreten bei der Anwendung des physikalisch-chemischen Verfahrens vermieden wird. Bei diesem wird von der Anschwellung Gebrauch gemacht, welche eine Gelatinemasse beim Einbringen in wässrige Lösungen sowie vulkanisierter Kautschuk beim Eintauchen in Schwefelkohlenstoff oder Chloroform erfährt. Umgekehrt kann eine Verkleinerung der ursprünglichen Grammophonplatte erzielt werden, indem man eine Nachbildung von ihr aus stark verdünnter Gelatine herstellt und diese durch Wasserentziehung einschrumpfen läßt. Zur Ausführung des Verfahrens stellt man zuerst von ursprünglichen Platten auf galvanoplastischem Wege eine Matrice in Kupfer her und benutzt diese für eine Nachbildung aus möglichst konzentrierter Gelatinelösung (30–50 % trockener Gelatine). Dann taucht man die Nachbildung in kaltes oder schwach angewärmtes Wasser, das rein von Zusätzen sein kann, oder auch 2 bis 5 % an Salzstoffen, wie Alaun, gelöst enthalten kann und nach Bedarf mit Essigsäure angesäuert ist. Nach Durchführung der

Anschwellung wird das Modell durch Eintauchen in Formalinlösung unlöslich gemacht. Man läßt es abtropfen und kann diese Vergrößerung in Wachs oder Gips nachbilden, worauf man den Vorgang der Vergrößerung nach Bedarf wiederholt. Meistens genügt eine solche Operation, da man hierdurch eine Vergrößerung bis auf das Dreifache erzielen kann. Ebenso erhält man eine Verkleinerung, indem man die ursprüngliche Platte zunächst in 10- bis 25prozentiger Gelatinelösung nachbildet und diese Nachbildung in alkoholische Lösungen oder in Salzlösungen (von Natriumsulfat, Seignettesalz, Zitraten usw.) eintaucht oder sie in trockener Luft oder im Vakuum einschrumpfen läßt. Hierdurch kann der Durchmesser bis auf $\frac{3}{5}$ verkleinert werden. Der Abhandlung sind drei Photographien beigefügt, von denen die erste die Originalplatte von 120 mm Durchmesser zeigt, die zweite eine Vergrößerung von 190 mm Durchmesser und die dritte eine Verkleinerung von 80 mm Durchmesser. (C. R. 158, 175, 1914.)

B. Neumann und E. Bergve ist es gelungen, ein sehr vorteilhaftes Verfahren zur Gewinnung von **Strontiummetall** auf elektrolytischem Wege ausfindig zu machen. Sie benutzen hierzu ein eutektisches Gemisch von Strontiumchlorid und Kaliumchlorid, welches 15,9 % KCl enthält und bereits bei 628° schmilzt, während der Schmelzpunkt von Strontiumchlorid um 220° höher, bei 848° liegt. Als Anode benutzen sie Kohleplatten und als Kathode Eisenstäbe. Die Ausbeute beträgt über 80 %, und dieser günstige Ausfall ist teils auf die niedrige Temperatur zurückzuführen, teils auf die geringe Stromdichte, die bei der Elektrolyse innegehalten wurde, nämlich 20–50 Ampere auf 1 qcm. Nach diesem Verfahren wurden Stangen von 1–2 cm Dicke und 10 cm Länge erhalten, die anscheinend kaliumfrei waren. Da das Kalium nämlich elektropositiver ist als das Strontium, so wird es bei der niedrigen Temperatur, bei der die Elektrolyse vorgenommen wird, nicht mitausgeschieden. (Z. f. Elektrochem. 20, 215, 1914.)

Beobachtungen über **chemische Reaktionen im Hochvakuum** hat J. Langmuir angestellt, indem er die Aufzehrung des Stickstoffes im Innern einer Wolframglühlampe untersuchte. Er stellte fest, daß der Stickstoff in dreifacher Art verschwindet: chemisch durch Verbindung mit dem Wolframdampf, elektrochemisch durch elektrische Entladung einer heißen Wolframkathode durch den Stickstoff hindurch, wobei WN_2 gebildet wird, und elektrisch, indem der Stickstoff bei niedrigen Drucken und hohen Spannungen auf das Glas getrieben wird. Die chemische Aufzehrung ist bei Drucken unterhalb 0,001 mm proportional dem Produkt aus der Verdampfungsgeschwindigkeit des Wolframs und dem Drucke des Stickstoffes, bei Drucken zwischen 0,003 und 1 mm ist sie der Verdampfungsgeschwindigkeit direkt proportional und unabhängig vom Druck; dies ist auch noch bei Drucken oberhalb 2 mm der Fall, doch wird dann die Verdampfungsgeschwindigkeit durch die Gegenwart des Gases erheblich herabgesetzt. Aus den für die Verdampfungsgeschwindigkeit und den Dampfdruck des Wolframs abgeleiteten Formeln geht hervor, daß dieses Metall bei 5200° siedet. Auf festes Wolfram reagiert Stickstoff bei keiner Temperatur merklich. (Z. f. anorg. Chem. 85, 261, 1914.)

A. Muhlke, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 21.

22. Mai 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre.
Von *Dr. K. Kähler, Potsdam*. S. 501.

Die Struktur des pflanzlichen Organismus und
ihre Erforschung seitens der „experimentellen
Morphologie“. Von *Dr. Hans Hauri, Davos*. S. 505.

Über Blutveränderungen bei kranken Säuglingen.
Von *Privatdozent Dr. S. Samelson, Straßburg*.
S. 508.

Die Stickstofffrage, ihre Entwicklung und Lösung so-
wie ihre Bedeutung für Industrie und Landwirt-
schaft. Von *Prof. Dr. F. Honcamp, Rostock*. S. 511.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Herausbildung der Warmblütigkeit. Von
Dr. Th. Arldt, Radeberg. S. 515.

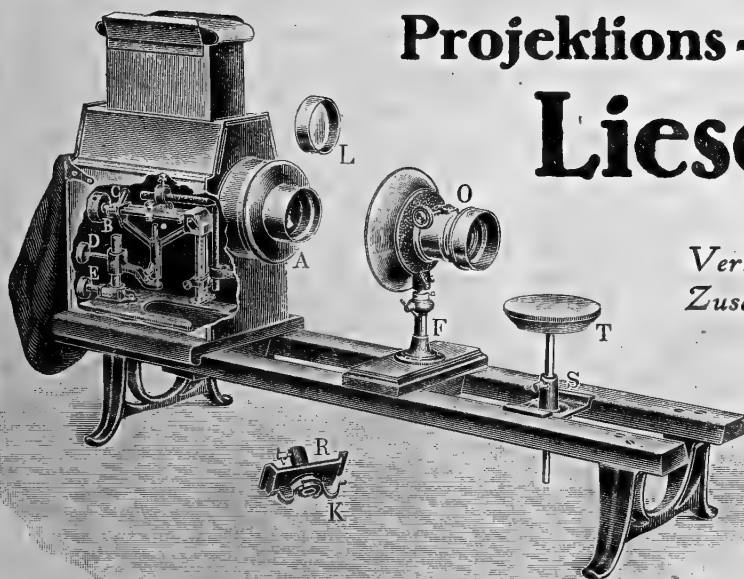
Aktiver Stickstoff. Von *Dr. Adolf Koenig, Karls-
ruhe*. S. 516.

Besprechungen. S. 516.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).
S. 518.

Astronomische Mitteilungen. S. 521.

Kleine Mitteilungen. S. 522.



Projektions - Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

*

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

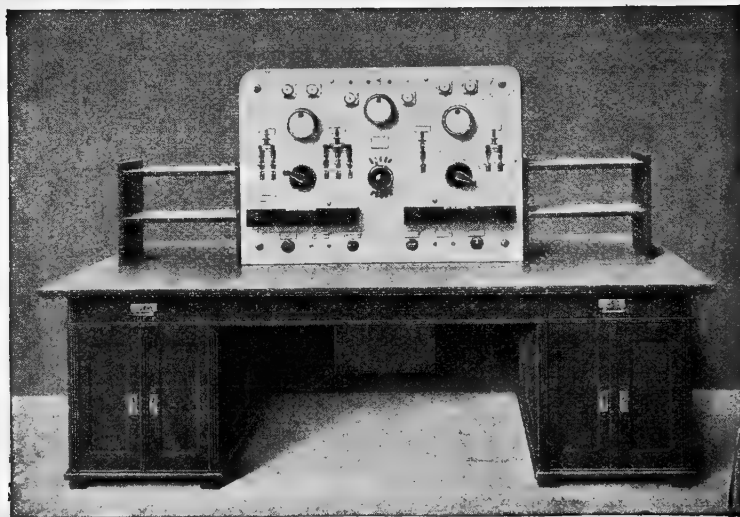
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Arbeitsstisch für Elektrolyse, mit 4 Arbeitsplätzen und Experimentierschalttafel; für ein chemisch-physikalisches Laboratorium

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Gesammelte Abhandlungen

von Max Kassowitz

weil. a. o. Professor an der Universität Wien

In Verbindung mit August Büttner, Privatdozent Dr. Carl Hochsinger, Dr. Arnold Holitscher, Prof. Dr. Julius Mauthner zusammengestellt, mit biographischen und erläuternden Anmerkungen versehen und herausgegeben von Dr. Julie Kassowitz-Schall

Mit einem vollständigen Verzeichnis der Arbeiten des Verfassers, einem Porträt und 2 Figuren im Text

Preis M. 12.—; in Leinwand gebunden M. 14.—

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Gustav Fischer, Jena: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: S. II u. III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite III — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G. Siemensstadt: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Loschwitz: Seite III.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

22. Mai 1914.

Heft 21.

Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre¹⁾.

Von Dr. K. Kähler, Potsdam.

Die glänzende Entwicklung der Radioaktivität in den letzten Jahren ist auch von großem Einfluß auf die Erforschung der atmosphärischen Elektrizität gewesen. Nachdem im Jahre 1896 *Becquerel* durch seine Entdeckung am Uran den Grundstein zur Erkenntnis der Radioaktivität legte, stießen 1900 *Elster* und *Geitel* zuerst auf ähnliche Erscheinungen in der Luftelektrizität. Sie untersuchten die Elektrizitätszerstreuung einer abgeschlossenen Luftmenge, d. h. sie luden im Innern eines Gefäßes ein Elektroskop positiv oder negativ auf und bestimmten den Spannungsabfall, der durch die heranwandernden im Gefäß enthaltenen Elektrizitätsträger verursacht wird. Im allgemeinen muß die Leitfähigkeit in einem sich selbst überlassenen Gase, also auch in abgeschlossener Luft rasch abnehmen und bald ganz verschwinden, wenn die elektrisierende Ursache aufgehört hat: Die Elektrizitätsträger verschiedenen Vorzeichens vereinigen sich oder wandern zu den Wänden, wo sie ihre Ladung abgeben. *Elster* und *Geitel* fanden aber statt einer Abnahme eine Zunahme der Zerstreuung im Laufe der nächsten Tage nach der Füllung mit atmosphärischer Luft. Anfangs glaubten sie, daß der in der Luft stets enthaltene Staub sich allmählich absetzt und dadurch die elektrische Leitfähigkeit größer wird. Doch konnten sie durch weitere Versuche, beispielsweise durch Filtrieren der eingeleiteten Luft mit einem Wattefilter nachweisen, daß Staubgehalt sowie auch Feuchtigkeitsgehalt unwesentlich für die Wirkung ist, daß es sich vielmehr um eine stete Neuerzeugung von elektrischen Teilchen handeln müsse ähnlich wie bei der *Becquerel*-strahlung. Eine solche Strahlung wiederum war nur zu erklären durch radioaktive Bestandteile. In der Luft selber sind es vor allem die Radium-Emanation mit ihren Zerfallprodukten, den festen Induktionen²⁾, welche die Zunahme der Leitfähigkeit und daher der Zerstreuung bewirken.

Diese Versuche von *Elster* und *Geitel* bildeten nun nicht nur die Grundlage unserer heutigen

Kenntnis der atmosphärischen Radioaktivität, sondern sie führten später zu noch interessanteren Schlüssen. Im Jahre 1903 untersuchten englische Physiker erneut die Leitfähigkeit in abgeschlossenen Metallgefäßen. *Rutherford* und *Cooke* einerseits, *Mc Lennan* und *Burton* andererseits machten die wichtige Entdeckung, daß die Leitfähigkeit im Gefäß abnimmt, wenn man die Metallwand außen mit dicken Bleiplatten umgibt. Die Elektrisierung der Luft im Innern ist also nicht allein auf die ihr beigemengten radioaktiven Körper zurückzuführen, sondern es muß außerdem noch eine äußere Elektrisierungsquelle vorhanden sein. Da auch noch so dicke Bleiplatten die Zerstreuung nicht unter ein Drittel des Anfangswertes heruntbringen können, so sind zwei Drittel der Gesamtwirkung dieser äußeren Strahlungsquelle zuzuschreiben. Weil sie durch dünne Metallwände leicht hindurch geht, muß die äußere Strahlung ein sehr hohes Durchdringungsvermögen besitzen. Von den radioaktiven Zerfallprodukten des Bodens und der Atmosphäre kommen dafür nur das Radium C und Thorium D in Betracht, die beide sehr schnell sich fortpflanzende, den Röntgenstrahlen ähnliche sogenannte γ -Strahlen aussenden. Die Anfangszerfallprodukte der Emanationen senden dagegen entweder wie diese selbst nur α -Strahlen aus, das sind langsam wandernde positiv geladene Teilchen, oder β -Strahlen verschiedener Geschwindigkeit, das sind negativ geladene Teilchen (Kathodenstrahlen). Die nachstehende Tabelle der Umwandlungsprodukte enthält außer der Strahlung noch die Periode oder Zerfallkonstante, d. h. die Zeit, in der die Radioaktivität bis auf die Hälfte des Anfangswertes gesunken ist. Aus den Halbwertszeiten geht hervor, daß das Aktinium wegen der kurzen Lebensdauer seiner Emanation so gut wie gar nicht in Betracht kommt. Auch das Thorium tritt gegenüber dem Radium weit zurück. Die eigentliche Ursache der durchdringenden Strahlung in der Atmosphäre ist also das Radium C; immer vorausgesetzt, daß nicht etwa noch irgend welche unbekannten außerirdischen Strahlungsquellen in Betracht kommen.

Außer der bei den Versuchen von *Elster* und *Geitel* zutage getretenen, zuerst steigenden, dann allmählich sinkenden Radioaktivität der eingeleiteten Luft selber ist auf den Gesamtausschlag, den man bei der Zerstreuung in verschlossenen Gefäßen erhält, auch die Wand des Gefäßes von Einfluß. So bewirkt im Gegensatz zu Blei eine aufgelegte Schicht Ziegelsteine meistens eine große Zunahme der Zerstreuung, was offenbar

¹⁾ Dieses Referat bezieht sich vielfach auf die Zusammenfassungen von *K. Braun*, Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik, *W. W. Strong*, Terrestrial Magnetism and Atmospheric Electricity und *A. B. Chauveau*, Annuaire de la Société Météorologique de France, die sämtlich im Jahre 1912 erschienen.

²⁾ Vergleiche den Artikel: Die Elektrizitätsträger der atmosphärischen Luft. Die Naturwissenschaften Bd. 1, S. 334.

Umwandlungen des Radiums, Thoriums und Aktiniums
(nach Rutherford und Geiger).

Radiumreihe			Thoriumreihe			Aktiniumreihe		
Produkt	Periode	Strahlung	Produkt	Periode	Strahlung	Produkt	Periode	Strahlung
Ra-Em	3,9 Tage	α	Th-Em	53 Sek.	α	Ac-Em	4 Sek.	α
RaA	3 Min.	α	ThA	0,1 Sek.	α	AcA	0,002 Sek.	α
RaB	27 Min.	β	ThB	10,6 Std.	β	AcB	36 Min.	β
RaC	20 Min.	$\alpha \beta \gamma$	ThC	55 Min.	$\alpha \beta$	AcC	2 Min.	α
RaD	12 Jahre	β	ThD	3 Min.	$\beta \gamma$	AcD	5 Min.	$\beta \gamma$
RaF	143 Tage	α						

auf eine Eigenstrahlung der Steine zurückzuführen ist. Die Metallwand des Gefäßes beeinflußt die Werte einmal wegen ihrer Absorption, die meist von der Dicke der Wand, aber auch von der Art des Metalls abhängig ist; dann durch die Eigenstrahlung des betreffenden Metalls. Diese Eigenstrahlung haben wir als eine allgemeine Eigenschaft aller Körper aufzufassen, die nur quantitativ verschieden ist. Sie kann aber durch Spuren anderer radioaktiver Stoffe verstärkt werden. Ferner wirkt die Wand dadurch ein, daß die von außen kommende γ -Strahlung in ihr eine sekundäre Strahlung auslöst. Sie wird ebenfalls durch dicke Bleischichten verhindert, zählt also zu den zwei Dritteln der durchdringenden Strahlung, während die anderen oben besprochenen Wirkungen in dem übrig bleibenden Drittel, der Reststrahlung, stecken. Durch sorgfältiges Reinigen und chemische Behandlung der inneren Gefäßwände kann man die dem Metall anhaftenden Induktionen sowie äußere radioaktive Beimengungen beseitigen. Leitet man ferner die Luft beim Füllen des Gefäßes über Kokosnußholzkohle, so werden dadurch die in ihr enthaltenen Emanationen absorbiert. Die dann noch verbleibende Reststrahlung, oft auch „spontane Ionisation“ genannt, ist im allgemeinen unter denselben Verhältnissen als konstant anzusehen. Bei verschiedenen Gefäßen hängt sie ab vom Metall und auch von dem zur Füllung verwandten Gase. Bei schwereren Gasen ist sie zum Beispiel größer.

Die durchdringende Strahlung im selben Gefäß und die von ihr abhängende sekundäre Strahlung sind im Gegensatz zur Reststrahlung durchaus nicht konstant. Das Studium ihrer Schwankungen verspricht Auskunft über den Ursprung dieser merkwürdigen Strahlenart, die vielleicht auch direkt auf den menschlichen Organismus wirken kann, die jedenfalls indirekt durch ihre Elektrisierung von großer Bedeutung für die uns umgebende Atmosphäre ist. Die Strahlung kann rein terrestrischen Ursprungs sein, also von der Erde in die Atmosphäre dringen; sie kann aber auch, was zwar ferner liegt, aber doch nicht ganz von der Hand zu weisen ist, kosmischen Ur-

sprungs sein, also beispielsweise von der Sonne kommen.

Bevor auf die Beobachtungsergebnisse eingegangen wird, ist aber eine Besprechung der *Apparatur* erforderlich, die man schon für geklärt hielt, die aber in jüngster Zeit einer scharfen, berechtigten Kritik unterzogen wurde. Damit verlieren ganze Reihen von früheren Beobachtungen an Wert, weil man bei ihnen den möglichen Fehlerquellen nicht genügend Beachtung geschenkt hat. Die Leitfähigkeit des kleinen Luftvolumens im Gefäß ist naturgemäß nicht groß, kleiner jedenfalls als an freier Luft. Wenn man jedoch genügend Zeit, etwa 2 Stunden, zwischen zwei Ablesungen verstreichen läßt, so wird der Abfall recht merklich. Die angelegte Spannung muß groß genug sein, um Sättigungsstrom zu geben, das heißt es müssen alle augenblicklich im Gefäß befindlichen Träger sich entladen. Bei Apparaten von einigen Litern Inhalt sind 200 Volt ausreichend. Der Abfall dieser Ladung ist dann etwa 5 bis 20 Volt pro Stunde je nach dem Meßort.

Als Meßinstrument kann man an und für sich jedes empfindliche Elektroskop oder Elektrometer von kleiner Kapazität verwenden. Seitdem man die nicht allzu empfindlichen Aluminiumblatt-elektroskope durch die Fadenelektrometer ersetzt hat, ist am häufigsten ein Meßapparat in Gebrauch gewesen, der das Wulfsche Elektrometer enthält (Wulfscher Strahler). Dieses benutzt als Meßfaden einen doppelten, mit Platin bestäubten Quarzfaden (*F*, Fig. 1), der durch eine elastische Schlinge *S* gespannt wird. Das Fadensystem ist fest in das Meßgefäß von dünnen Zinkwänden eingebaut. Die Ablesung erfolgt durch ein angeschraubtes Mikroskop *M*, das durch ein auf der gegenüberliegenden Wand befindliches Fenster *L* Licht erhält. Als Zerstreuungskörper dienen also die Fäden selber, die sich mit wachsender Spannung voneinander entfernen müssen, während das Metallgefäß gut geerdet ist. Die Aufladung der Fäden erfolgt mittels einer durch das Metallgehäuse gehenden, abstellbaren Kontaktvorrichtung *K*. Natürlich ist das Gefäß vollkommen luftdicht zugelötet, so daß keinerlei Verbindung

der eingeschlossenen Luft nach außen möglich ist. Eine Natriumtrocknung *T* sorgt für gute Isolation der Bernsteinstopfen *B*. Zu erwähnen ist noch, daß der eigentliche Meßraum (2—3 Liter) von den Fäden durch ein enges Metallrohr, das für gewöhnlich in einen Hals *H* des Gefäßes hochgezogen ist, getrennt werden kann. Dann ist natürlich der Spannungsabfall so gut wie Null, vorausgesetzt, daß die Bernsteinisolation der Fäden gut ist, zu deren Prüfung also diese Kontrollmessung dienen kann. Aus dem bei angeschlossenem Meßraum abgelesenen Spannungsabfall läßt sich mit Hilfe des bekannten Volumens und der gleichfalls bekannten Einheitsladung eines Elektrizitätsträgers ($4,6 \times 10^{-10}$ E.S.E.) die Zahl der von den gesamten wirksamen Strahlen pro Sekunde und Kubikzentimeter gebildeten Träger berechnen.

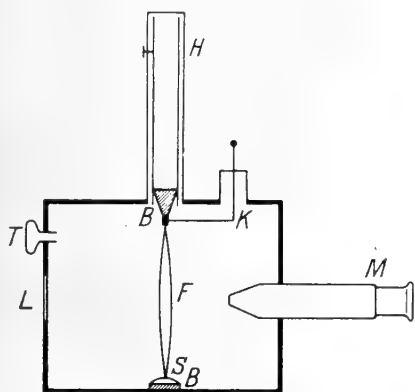


Fig. 1. Skizze des Wulfschen Apparats zur Messung der durchdringenden Strahlung.

Die Störungen nun, die bei den Messungen auftreten können, beruhen einmal auf Einflüssen der *Temperatur*. Durch schnelle äußere Wärmeänderungen werden, wie *Dorno* in Davos zuerst gezeigt hat, die Metallteile des Instruments schneller beeinflusst als das isolierte Fadensystem, das nur von der umgebenden Luft erwärmt oder abgekühlt werden kann. Die Folge kann sein, daß Ausschläge der Fäden vorgetäuscht werden. Erwärmung, vor allem durch direkte Sonnenstrahlung, gibt größere mechanische Spannung der Fäden, also größeres Zusammenfallen, Abkühlung kleineren Abfall. Dieser Fehler läßt sich dadurch vermeiden, daß man den eigentlichen Meßapparat mit dichter Watteschicht umgibt, durch die das Mikroskop geführt wird. Dann erfolgt die Wärmezufuhr zum Apparat allmählich und Temperaturabweichungen im Innern sind selten. Zur Beseitigung der direkten Sonnenwirkung stellt man den Apparat zweckmäßig in einer sogenannten englischen Jalousieholzütte auf, wie sie zur Unterbringung von meteorologischen Instrumenten benutzt wird.

Denkbar wäre vor allem bei Ballonfahrten auch ein fälschender Einfluß der *Luftdruckänderungen*. Doch ist, wie Versuche gezeigt haben, diese Wirkung bei der neueren Form der Wulf-

schen Strahler nicht erheblich, weil die Deformationen, die beispielsweise der innere Überdruck bei stark abnehmendem Luftdruck hervorruft, durch zweckmäßige Anordnung der Fädenhalter keine Spreizungsänderung der Fäden hervorzurufen vermögen.

Am meisten der Kontrolle entzieht sich ein Fehler, der auf Elastizitätsänderungen der Fäden zurückzuführen ist. Oft geben die Apparate bei Erschütterungen, vor allem bei großer Kälte oder nach längerem Transport, sprungweise Änderungen des Abfalls. Es scheint, als ob das elastische Nachwirkungen, Alterungserscheinungen der Fäden oder Molekularwirkungen zwischen dem Quarz und dem aufgetragenen Platin sind. Die ersten Alterungserscheinungen werden übrigens dadurch umgangen, daß die Fäden durch stundenlanges Schütteln künstlich gealtert werden. Auch reine Platin- (Wollaston-) Fäden zeigen häufig Elastizitätsänderungen. Nachprüfen kann man sie mit Hilfe von häufigen Eichungen mittels bekannter elektrischer Spannungen, also z. B. Akkumulatoren. Es gibt Fäden, die bei jeder Neueichung eine andere Stellung beim Anlegen derselben elektrischen Spannungen ergeben. Dieser Fehler ist also eine allgemeine Erscheinung bei Fadenelektrometern, muß demnach bei allen Messungen mit ihnen auftreten. Am meisten macht er sich geltend bei den empfindlichsten Methoden, bei luftelektrischen Messungen, also außer bei der durchdringenden Strahlung noch bei Ionenzählungen und Messungen der Trägergeschwindigkeiten. Es wird zunächst Aufgabe der Meßtechnik sein, einwandfreie Fäden zu bauen, die diese Nachteile nicht mehr zeigen.

Die *Beobachtungsergebnisse* sind, wie oben gezeigt wurde, von dem Metall und der Dicke des Gefäßes abhängig. Man hat Silber, Blei, Zink, Aluminium, Kupfer und Messing verwandt. Meistens nimmt man jetzt dünne Zinkwände oder elektrolytisch verzinktes Messingblech, die stärker wirken als Aluminium und von den Unsicherheiten des Bleis frei sind. Nimmt man übrigens die Wände zu dünn (etwa 0,1 bis 0,2 mm), so dringt auch noch ein Teil der β -Strahlung durch.

Die Werte der durchdringenden Strahlung, die man mit demselben Gefäß findet, sind in hohem Maße von dem Meßort abhängig. Am größten sind sie in Gegenden mit stark radioaktivem Gestein, z. B. Granit; also findet sich hohe Strahlung im Gebirge. Die in der norddeutschen Tiefebene gefundenen Zahlen sind viel kleiner. Hier wieder erhält man die geringsten Werte in großen Mooren und Heiden, wo der Untergrund sehr radiumarm ist. Als ungefähren Mittelwert kann man die Erzeugung von 6 Trägerpaaren pro Kubikzentimeter und Sekunde als durch die äußere durchdringende Strahlung bewirkt ansehen; vorausgesetzt, daß auf freiem Felde oder doch in genügender Entfernung von Häusern gemessen wurde. Im Jahre 1912 fanden gleichzeitige Beobachtungen der durchdringenden

Strahlung in Falkenburg (Holland), Wien, Innsbruck, Graz, Freiburg (Schweiz) und Davos statt. Aus ihnen hat sich ergeben, daß zwischen den absoluten Werten und den Schwankungen an den einzelnen Orten so gut wie gar kein Zusammenhang besteht. Daraus geht wohl — abgesehen von Abweichungen, die durch die anscheinend aber ähnlichen Instrumente und vor allem die Fäden verursacht sein könnten — hervor, daß die nähere Umgebung von größtem Einfluß auf die Werte der durchdringenden Strahlung ist.

Im *Zimmer* ist fast stets eine Erhöhung der Strahlung wahrgenommen worden, was offenbar auf die Eigenstrahlung der Steinwände zurückzuführen ist. Die Wirkung der Gebäude kann so beträchtlich werden, daß der Abfall auf das Zweibis Dreifache steigt. Nähert man sich zu sehr den Wänden, so nimmt er noch weiter zu. Das ist auf eine von den Mauern ausgesandte sekundäre Strahlung zu schieben. Auch der Erdboden zeigt dieses „Reflexionsvermögen“; daher finden sich ganz nahe dem Boden höhere Werte als darüber, wie durch Versuche mit einem Radiumpräparat von *Heß* gezeigt wurde. Schon in 1 m Entfernung vom Boden bzw. von der Wand wird diese sekundäre Strahlung so schwach, daß sie kaum mehr in Betracht kommt. Entgegengesetzt wie Steinmauern verhalten sich Metallwände. So wurde von *Bergnitz* in dem Safe eines Bankhauses nur noch der halbe Abfall gefunden.

Eine starke Verminderung der Strahlung nahmen *Elster* und *Geitel* wahr in einem Steinsalzbergwerk, sowie *Wulf* in einer Kreidegrotte. Hier wirken die dicken Salzsichten ähnlich wie Bleischirme. Auch in der Luft über Kreideboden fand *Wulf* kleinere Werte als über anderen Bodenschichten. Wasser wirkt ebenfalls vermindernd. Versenkt man den Meßapparat in Seen von einigen Metern Tiefe derart, daß auch der Untergrund weit genug vom Apparat entfernt bleibt, so findet sich fast stets eine Verringerung der Strahlung um mehrere Trägerpaare (die Zahlen schwanken von 1 bis 5). Der schwächende Einfluß der Wasserfläche zeigt sich auch bei Messungen über den Seen, wie am bequemsten im Winter auf dem Eise festgestellt werden kann und zuerst auf den nordamerikanischen Seen gefunden wurde. *Pacini* führte den Nachweis durch Parallelbeobachtungen mit zwei Wulfschen Strahlern, von denen der eine an der Küste, der zweite auf einem Boot aufgestellt war. Über dem Wasser waren die Werte nur zwei Drittel von den Landwerten. *Simpson* und *Wright* maßen die durchdringende Strahlung an Bord der „Terra Nova“ (2. Scottsche Südpolar-expedition) auf dem Stillen Ozean. Sie fanden ebenfalls erheblich kleinere Werte wie an Land. Merkwürdig ist die Beobachtung, daß die größeren Werte der Küste beim Verlassen des Hafens noch bis auf hoher See nachwirkten. *Simpson* und *Wright* schieben das auf die atmosphärischen Induktionen, die sich auf Schiff und Masten niedergeschlagen haben.

Aus all diesen Messungen folgt der große Einfluß der festen Erdoberfläche auf die γ -Strahlung. Das wird durch weitere Versuche bestätigt. In einem Apparat, den er in den Boden eingrub, fand *Wulf* eine Vermehrung der Strahlung. Hier wirkt der Erdboden eben doppelt so stark ein, als wenn sich der Apparat über ihm befindet. Entfernt man dagegen das Meßinstrument von der Erde, so müßte man eine starke Verminderung der Strahlung erwarten. In der Tat ist bei Beobachtungen auf Türmen, im Luftballon und bei Dracherversuchen eine Abnahme der Werte gefunden worden, die bis etwa 1000 m zu reichen scheint. Am Eiffelturm erhielt *Wulf* nur etwa die Hälfte des Erdbodenausschlags. Im Mittel mag die Abnahme 1 bis 2 Trägerpaare pro Kubikzentimeter betragen.

Die Ballonfahrten in größerer Höhe, die in jüngster Zeit von *Gockel*, *Heß* und *Kolhörster* ausgeführt wurden, ergeben aber merkwürdigerweise wieder eine recht beträchtliche Zunahme der Strahlungswerte bis über 6000 m Höhe. Die erhöhte Strahlung fand sich auch nachts und selbst zur Zeit der Sonnenfinsternis im April 1912. Sind die Beobachtungen reell — bei der starken Temperaturabnahme in der Höhe wäre vielleicht ein Einfluß der Temperatur auf den Apparat trotz aller Vorsichtsmaßregeln nicht unmöglich —, so wären sie ein Beweis dafür, daß auch noch eine außerirdische Quelle der γ -Strahlung vorhanden ist.

Die *Schwankungen der durchdringenden Strahlung am gleichen Ort* sind weit kleiner als die an verschiedenen Orten und deshalb auch leichter durch Instrumentfehler zu beeinflussen. Mit Vorsicht sind vor allem alle Beobachtungen des täglichen Ganges der Strahlung zu bewerten, weil in ihnen Temperatureinflüsse am ehesten sich kundgeben können. Es ist beinahe anzunehmen, daß die tägliche Schwankung so gering ist, daß wir sie mit den bisherigen Methoden nicht nachweisen können. Die oben bereits erwähnten Simultanbeobachtungen in Mitteleuropa ergaben für jeden Ort einen anderen täglichen Gang. Vor allem in Davos zeigte sich eine starke Abhängigkeit von Temperatur und Sonnenstrahlung, die aber nicht reell, sondern auf Instrumentfehler zu schieben ist. Meistens hat man eine doppelte Periode gefunden (Hauptmaximum 9—11^a, kleineres 7—10^p, Hauptminimum 1—6^p), die der des atmosphärischen Potentialgefälles ähnlich ist. *Campbell* hat bereits 1905 diesen Gang photographisch registriert. Über dem Ozean erhielten *Simpson* und *Wright* keine tägliche Schwankung. Im *Zimmer* sind übrigens stets viel kleinere Änderungen gefunden worden als im Freien.

Nicht viel deutlicher als der tägliche scheint der jährliche Gang zu sein, doch liegt darüber noch nicht viel Beobachtungsmaterial vor. Die Winterwerte scheinen kleiner zu sein als die Sommerwerte.

Außer diesen geringen regelmäßigen Änderungen finden sich oft unregelmäßige, die man ver-

suchen könnte, auf die Wirkungen der meteorologischen Elemente zurückzuführen. Von vornherein liegt auch hier die Vermutung nahe, daß oft Änderungen der Träger im Innern des Meßinstruments, beispielsweise durch Staubaufwirbeln beim Erschüttern, von größerem Einfluß sein werden als die meteorologischen Schwankungen der äußeren Umgebung. *Strong* erhielt im Tiefdruckgebiet, oder allgemein bei fallendem Luftdruck größere Werte als im Hochdruckgebiet bzw. bei steigendem Luftdruck. Auch bei starkem Wind ist mehrfach höhere Strahlung als bei schwachem beobachtet worden. Tau vermindert die Werte (Temperatureinfluß?); dagegen wirken Niederschläge oft erhöhend. Der Einfluß einer Schneedecke ist nicht einheitlich gefunden worden. Es scheint, als ob Schnee eher die Wirkung verringert. Das könnte daher rühren, daß er die Bodenwirkung abschirmt.

Es ist häufig beobachtet worden, daß die durchdringende Strahlung parallel dem luftelektrischen Potentialgefälle am Erdboden schwankt. Daraus folgt zugleich, daß sie dann dem Leitvermögen der Atmosphäre entgegengesetzt ist. Das wird nicht wundernehmen, weil das elektrische Leitvermögen zum guten Teil den α -Strahlen der radioaktiven Körper zu danken ist, die auf die durchdringende Strahlung überhaupt nicht einwirken.

Der Ursprung der durchdringenden Strahlung. Die oben zusammengestellten Beobachtungsergebnisse weisen zum großen Teil darauf hin, daß der Ursprung der Strahlung den radioaktiven Bestandteilen der Erde, also vor allem dem Radium, dann dem Thorium, dem Aktinium und vielleicht auch etwas dem Uran zuzuschreiben ist. Der Eigenstrahlung des Erdbodens sind nach *Chauveau* etwa 4 bis 5 von den gesamten mittleren 6 pro Sekunde erzeugten Trägerpaaren zu danken. Diese direkte Wirkung der festen Erdrinde wird bewiesen durch den Einfluß des Untergrundes, der Zimmerwände, des Wassers usw. Die Eigenstrahlung des Bodens kann nun durch eine zweite Wirkung noch verstärkt werden, nämlich durch die Radioaktivität der auf der negativen Erdoberfläche niedergeschlagenen positiv geladenen Induktionen, denen *Chauveau* den Rest der Trägererzeugung von 1 bis 2 Paaren zuschreibt. Daß die Induktionen einwirken, dafür spricht der parallele Gang mit dem Potentialgefälle: Bei stärkerem Erdfeld wandern mehr Induktionen aus der Atmosphäre zum Boden als bei schwächerem. Auch die Beobachtungen von *Simpson* und *Wright* auf dem Ozean scheinen den Einfluß der auf dem Schiff niedergeschlagenen Induktionen zu beweisen.

Denkbar wäre noch eine Einwirkung der aus dem Erdboden dringenden Emanation. Hierauf würde sich die Erhöhung der Werte bei fallendem Luftdruck zurückführen lassen, weil dann infolge der aufsteigenden Luft mehr Emanation aus den Erdkapillaren dringt als bei herabsinkender Luft

und steigendem Barometer. *Wulf* hat aber nachgewiesen, daß dieser Emanationseinfluß recht gering sein muß. Er stellte seinen Strahlungsapparat einmal in natürlichen Boden und dann in Erdreich, bei dem durch einen eingemauerten Betonzylinder jedes Nachdringen von Emanation unmöglich gemacht war. Er fand zwischen den beiden Aufstellungen keine Unterschiede.

Schließlich käme noch in Betracht die Wirkung der in der Atmosphäre enthaltenen Emanationen und Induktionen. Das einzige Beobachtungsergebnis, das auf einen solchen Einfluß hindeutet, ist die Zunahme der durchdringenden Strahlung bei Niederschlägen. Diese spülen die Induktionen aus der Luft zum Erdboden, wo sie stärker auf den Apparat wirken. Quantitativ wird dieser Einfluß der atmosphärischen Emanation und Induktionen ebenfalls zu vernachlässigen sein.

Eine *außerirdische Quelle der durchdringenden Strahlung* am Erdboden anzunehmen, verbietet sich deswegen, weil die Atmosphäre alle γ -Strahlen absorbieren muß. Ein Strahl, der 1 km Luftschicht durchsetzt hat, behält weniger als 1 % seiner ursprünglichen Wirksamkeit. Eine außerirdische Strahlung am Erdboden wird auch durch die Parallelbeobachtungen widerlegt, bei denen sich so gut wie keine zusammenhängenden Schwankungen an verschiedenen Orten gefunden haben. Sind aber die Ballonbeobachtungen der letzten beiden Jahre richtig, die nicht nur keine Abnahme, sondern sogar eine Zunahme in den größten Höhen ergaben, so ist der Schluß unerläßlich, daß für diese Teile der Atmosphäre zu der nur noch wenig wirkenden irdischen eine kosmische Quelle hinzutritt. Als Ursache dieser Strahlung wird dann wohl doch die Sonne anzusehen sein, trotzdem auch nachts und bei einer Sonnenfinsternis keine Abnahme zu spüren ist. Zu den Kathodenstrahlen, die bekanntlich von der Sonne in die höchsten Schichten der Atmosphäre ausgesandt werden, kämen also dann noch den Röntgenstrahlen ähnliche γ -Strahlen.

Man sieht, welche wichtigen Schlüsse sich aus den Messungen in abgeschlossenen Gefäßen ziehen lassen. Neben den Zusammenhängen mit den atmosphärischen luftelektrischen Erscheinungen führen sie uns zu den Eigenstrahlungen aller festen Körper sowie schließlich zu der elektrischen Sonnenstrahlung. Auch hier zeigt sich, welche wichtige Rolle die radioaktiven Umwandlungen auf der Erde und in der Atmosphäre spielen.

Die Struktur des pflanzlichen Organismus und ihre Erforschung seitens der „experimentellen Morphologie“.

Von Dr. Hans Hauri, Davos.

Die mechanistische Richtung in der Biologie faßt den Organismus auf als ein sehr kompli-

ziertes physikalisch-chemisches System. Er ist ihr ein komplizierter Mechanismus im weiteren Sinne des Worts. Nicht so, als ob das schon ein Ergebnis ihrer Forschung wäre, sondern es ist der Leitsatz, die Leithypothese der mechanistischen Methode. Daß diese Hypothese überhaupt gemacht werden darf, hat die geschichtliche Entwicklung erwiesen. Der Organismus besteht aus Substanzen, die keine anderen Elemente enthalten als die anorganische Welt, der große Mechanismus, sie auch enthält, und die von ihnen gebildeten Verbindungen sind weitgehend der Synthese zugänglich geworden. Ebenso gelten für ihn eine Reihe physikalischer Gesetze und finden in ihm spezifische Anwendungen. Ein Teil des Organismus ist zweifellos Mechanismus. Ein wie großer Teil, dies hat die Zukunft zu entscheiden. Soweit der Mechanismus (das Wort bedeutet auch die Forschungsrichtung) nicht vordringt, bleibt das Tatsachengebiet auch dem Vitalismus zur Bearbeitung übrig, doch ist er auf vielen Gebieten von ersterem zurückgedrängt worden, so beispielsweise betr. die Frage nach der Entstehung der organischen Substanzen (durch Wöhler und die anschließende Entwicklung der organischen Chemie).

Das Begriffssystem einer Wissenschaft ist eine Art Hypothesennetz, das sie über die Tatsachen auswirft, um diese der Erkenntnis einzufangen. Wichtig sind dabei insbesondere jene Grundbegriffe, die für die Fragestellungen maßgebend sind. Goebel meint, für experimentell morphologische Studien brauche man nur einen Topf, eine Pflanze und eine Fragestellung. Das Wichtigste ist wohl die letztere; denn die Pflanzen antworten nur auf sehr vernünftige Fragen: die Fragestellungen, die begriffliche Auffassung der Probleme, sind von eminenter Wichtigkeit — den Topf und die Pflanze kann sich jeder leicht beschaffen. Eine der besten begrifflichen Unterlagen für experimentelle Erforschung der Pflanzen hat zweifellos der Botaniker Klebs geschaffen, der mit Goebel zusammen die Führung einer erfolgreichen Gruppe experimenteller Morphologen inne hat.

Klebs unterscheidet dreierlei am organischen System: 1. die spezifische Struktur, 2. die inneren, 3. die äußeren Bedingungen. Die letzteren können wir leicht abändern: die Veränderung derselben ist die „Frage“ an die Pflanze. Sie bewirkt eine Änderung der inneren Faktoren; die physikalisch-chemischen Verhältnisse in der ganzen Pflanze, in einem Teil derselben oder mindestens in einigen Zellen werden beeinflusst, und darauf reagiert die spezifische Struktur in irgendwelcher Weise: das ist die „Antwort“ der Pflanze. Untersuchen wir die Pflanze vor der Reaktion etwa chemisch, so läßt sich der Einfluß der äußeren Faktoren auf den Chemismus der inneren Verhältnisse feststellen. Die innere Änderung kann die gleiche sein bei verschiedenen Pflanzen und doch die Reaktion eine andere: so werden Schlüsse

auf die spezifische Struktur möglich und deren Abhängigkeit von der Außenwelt, für die kausale Lösung des Anpassungsproblems und entwicklungsphysiologischer Fragen von größter Bedeutung.

Die spezifische Struktur ist die Unbekannte in der Pflanze. Es läßt sich aber vermuten, daß verschiedener chemisch-physikalischer Aufbau des Protoplasamoleküls der Zellen die verschiedenen Strukturen der Spezies bestimmt; diese Annahme wird ja auch von tierphysiologischer Seite her als brauchbare Hypothese bestätigt. In der Konstanz des Protoplasmaaufbaues einer und derselben Spezies läßt sich die gleichartige Reaktion der Einzelindividuen auf äußere Einwirkungen erklären. Sie macht auch die Vererbungserscheinungen u. a. verständlich. Die spezifische Struktur ist schwierig abzuändern, unmöglich ist es nicht (z. B. durch natürliche und künstliche Mutation, d. h. erbliche Variation, event. auch auf anderen Wegen). Es scheint, daß sie sich aber auch nur erschüttern läßt; daß vorübergehende Störungen tiefgreifender Art im Bau der Pflanze möglich sind, die zwar nicht dauernd vererbt werden, aber doch in ein bis mehreren Generationen nachklingen. Es sind Zwischenstufen zwischen erblicher und nichterblicher Variation. Die ersten experimentellen Beweise dafür liefert eine Arbeit von Klebs an *Sempervivum*. In das Schema der Erblchkeitslehre passen diese Tatsachen freilich nicht gut, da sie mit dem „Gen“-Begriff nicht leicht zu bewältigen sind. Es zeigt sich hier ein Gegensatz zwischen experimenteller Morphologie und Vererbungslehre. Die erstere faßt das Problem wissenschaftlicher an; die spezifische Struktur als kompliziertes System läßt die Möglichkeit einer bloß vorübergehenden, regenerationsfähigen Abänderung der spezifischen Struktur leichter verstehen als die Vererbungslehre mit ihrem starren Gen-Begriff. Es wird sich derselbe zu einem physiologisch besser vorstellbaren Gebilde entwickeln müssen, wobei es immer noch fraglich bleibt, ob Eigenschaften, wie die durch die Klebschen Experimente abgeänderten, sich mit dem Gen-Begriff überhaupt fassen lassen. Sie würden Komplexe von Genen erfordern, deren Vererbungsregeln andere, eigenartige wären.

Die inneren Bedingungen sind teilweise bekannt. Lichtreichtum ermöglicht beispielsweise vermehrte C-Assimilation und fördert Bildung von Kohlehydraten, die für intensives Wachstum nötig sind, schafft also eine innere Bedingung für solche. Die inneren Bedingungen sind so veranlaßt von äußeren. Faßt man etwa nur den Vegetationspunkt ins Auge, so ist für ihn die übrige Pflanze, z. B. die Blätter, wo die Kohlehydrate gebildet werden, Außenwelt; die Begriffe innen und außen sind relativ.

Die äußeren Bedingungen sind Wärme, Feuchtigkeit, Licht, Luft, Nährgehalt des Bodens, letztere auch qualitativ, nicht nur quantitativ variier-

bar im Experiment. Die Feststellung, wie weit sie überhaupt verändert werden dürfen, ohne das Leben der Pflanze zu gefährden, ist sehr mühsam und erfordert zahlreiche Vorexperimente. Die eigentlichen Experimente ergeben als erstes Resultat die sogenannte *potentielle Variationsbreite* der Pflanze, d. h. sie zeigen, wie stark die Pflanze überhaupt variieren kann. Sie ist viel umfassender, als man meist annimmt, doch verhalten sich die einzelnen Pflanzenspezies im Experiment wie in der Natur sehr verschieden. In der Natur zeigen uns zum Beispiel die Polsterpflanzen, eine morphologisch ausgezeichnet charakterisierte Gruppe, das sehr gut. Einzelne Arten sind nicht imstande, andere als die äußeren Faktoren ihrer speziellen Standorte zu ertragen; sie leben nur auf diesen und gehen, bei der Samenverbreitung auf andere gebracht, zugrunde. Andere Arten dagegen reagieren auf veränderte Außenbedingungen durch Formumbildungen und gedeihen als Nichtpolsterformen weiter. Falls ihre Samen wieder die ursprünglichen Standorte finden, bilden sie wieder Polster. Ihre Variationsbreite ist sehr groß. Das planmäßige Experiment zeigt noch größere Variationsbreiten bei einzelnen Pflanzenarten als die Natur.

Die Erforschung der potentiellen Variationsbreite ist aber nicht das Ziel der experimentellen Morphologie; dieses besteht vielmehr darin, die *Gestaltungsvorgänge der Pflanzenentwicklung* in ontogenetischer Hinsicht in ähnlicher Weise durch *Aufzeigung der Abhängigkeit von äußeren Ursachen kausal verständlich zu machen*. Wie das auf der Basis der geschilderten theoretischen Anschauungen gelingt, sei an Beispielen, die wieder Klebs' Forschungen entnommen sind, gezeigt.

Gewisse Lebensvorgänge der Pflanzen, insbesondere auch die morphologischen Gestaltungsprozesse, scheinen *autonom* zu sein, auf ein *vitales*, auf „inneren“ Ursachen beruhendes *Geschehen* hinzuweisen. Etwas roher werden diese neutralen Ausdrücke durch „zweckmäßig tätige Lebenskraft“ u. ä. ersetzt; an solchen bemerkt man die der ganzen Betrachtung anhaftende Unbestimmtheit genauer. Wenn beispielsweise die Entwicklung niederer Algen und Pilze an einem gewissen Punkte zur Bildung von Schwärmsporen oder von Dauersporen führt, so wußte man bisher über die Ursache des Auftretens der Sporen wenig oder nichts und war geneigt, „innere“ Ursachen dafür anzunehmen. Oder man begnügte sich auch damit, die Vorgänge *teleologisch* zu verstehen. Nun ist aber die Erkenntnis, daß etwas zweckmäßig ist, etwas ganz anderes als die Einsicht, aus welchen speziellen Ursachen der Vorgang eintritt. Die teleologische Betrachtung ist grundverschieden von der kausalen. Es darf auf keinen Fall bald die eine, bald die andere Art durcheinander verwertet werden. Es lassen sich ja auch zu zweckmäßigen Vorgängen Kausalursachen finden, wie man denn — recht drastisch gesprochen — zu einem Erdbeben, das man teleologisch als

Gottesgericht auffassen mag, trotzdem Ursachen in der Tektonik der Gegend finden kann. Wenn man nicht Intelligenz, und darauf läuft zweckmäßiges Geschehen stets heraus, neben beispielsweise Gravitation u. dgl. als Naturfaktor setzen will, so ist Zweckmäßigkeit keine Erklärung für einen Naturvorgang. Auch dies haben die experimentellen Morphologen, vielleicht mehr intuitiv als philosophisch begründet, klar erkannt, und es hat Klebs in vielen Fällen — um auf das Beispiel zurückzukommen — spezielle, äußere Ursachen für das Eintreten von Sporenbildung bei Algen und Pilzen, die ja oft zweckmäßig ist, nachgewiesen. Er hat deren Entwicklung als von äußeren Umständen so sehr bedingt erkannt, daß er die betreffenden Pflanzen jederzeit Sporen bilden, aber ebensogut jahrelang vegetativ fortwachsen lassen kann.

Ähnliches nun aber auch bei höheren Pflanzen! Ajuga reptans, der kriechende Günsel, überwintert mit Rosetten, im Frühjahr entwickelt sich aus denselben ein aufrechter Stengel, der die Blüten dem Licht entgegen trägt und nach der Frucht reife im Herbst abstirbt. Während der Entwicklungsvorgänge an diesem Stengel bilden sich aus den Achseln der Rosettenblätter Ausläufer, welche gegen den Herbst an ihrem Ende eine Rosette bilden, die dann überwintert und so die Verbreitung und Vermehrung durch Samen zweckmäßig ergänzt. Aus den Rosetten entwickelt sich im Frühling die Pflanze in der geschilderten Weise wieder. Es ist nun Aufgabe des Experimentators, zu zeigen, daß diese periodische Entwicklung nicht eine auf „inneren“ Ursachen beruhende ist, sondern daß die mit den Jahreszeiten wechselnden Außenweltverhältnisse direkte Ursachen derselben sind. Die spezifische Struktur der Pflanze reagiert einfach auf diese mit den betreffenden Gestaltungsvorgängen. Durch Feststellung, welche Faktoren der jeweiligen Umweltverhältnisse wirksam sind, gelang es Klebs, durch deren künstliche Erzeugung den Entwicklungsgang der Ajuga-pflanze ganz nach Belieben im direkten Gegensatz zum natürlichen Gang abzuändern, die Ausläufer beispielsweise beliebig lange wachsen zu lassen, die normalerweise absterbenden Blütentriebe zum Weiterwachsen und zur Bildung neuer Rosetten zu zwingen, die Ausläufer direkt unter Umgehung des Rosettenstadiums und sofort in Blütentriebe überzuführen usw. Der Zyklus der Natur ist also nicht ein autonom bedingter, sondern er stellt eine Reaktion der spezifischen Struktur auf die durch äußere Bedingungen veränderten inneren Verhältnisse der betreffenden Vegetationspunkte dar. Pflanzen sind für die Aufzeigung dieses Mechanismus ein besonders gutes Material, da sie festsitzen und die äußeren Ursachen konstant bleiben können. Es wäre von Interesse, auch festsitzende Tiere in dieser Art zu untersuchen. Daß auch die höheren Organismen in ihren Lebensäußerungen nicht unabhängig von der Außenwelt sind, ist klar und gilt selbst

für deren psychische Erscheinungen; aber die Frage ist, wie weitgehend diese Abhängigkeit besteht.

Autonome, ganz oder teilweise von inneren Verhältnissen abhängige Vorgänge schienen vielen Forschern auch der Laubfall und seine Begleiterscheinungen zu sein, wenigstens bei gewissen Bäumen, die auch in gleichmäßigen Klimata eine Periodizität aufwiesen. In schöner Weise hat Klebs auch dieses Problem beleuchtet und die Bedingtheit des *Rhythmus* dieser Erscheinungen nachgewiesen.

Die experimentelle Morphologie hat ferner die Bedingungen des *Blühens der Pflanzen* vielfach erkannt und ebenso die Erscheinungen der *Regeneration* und verwandte beleuchtet vom Standpunkt ihrer Auffassung aus. Sie anerkennt selbstverständlich auch, daß das Lebensproblem einen mechanistisch noch unverstandenen Teil aufweist. Das wird in ihrem Begriff der spezifischen Struktur ausgedrückt. Aber sie will nicht zu frühzeitig dem Vitalismus, der auf diesen Erscheinungen sein Forschungsgebäude begründen mag, das Feld räumen.

Praktische Resultate hat die experimentelle Morphologie noch nicht sehr viele gezeitigt. Es mag das ein Grund mit sein, weshalb sie nicht so intensiv, wie die Bedeutung ihrer Resultate in wissenschaftlicher Hinsicht es verdienen lassen würde, gepflegt wird¹⁾. Dazu mag kommen, daß die Experimente sehr mühsam und über Jahre sich erstreckend sind. Aber zweifellos hat diese Forschungsrichtung, insbesondere auch durch ihre von den Experimenten bestätigte Auffassung der *Struktur der Organismen* und der Mechanik ihres Zusammenhangs mit den äußeren Faktoren ihrer Lebensverhältnisse, viel dazu beigetragen, die Lebensprozesse als weitgehend mit mechanischen Prinzipien erforschbare Vorgänge aufzuweisen. Es ist das ein Resultat von besonderem Wert. Die mechanistische Auffassung hat den großen Vorteil, die prinzipiell einheitliche Auffassung von organischer und anorganischer Natur zu ermöglichen, so sehr dann auch die Spezialdisziplinen die Eigenart der Objekte ihres Forschungsgebiets betonen mögen.

Theoretisch wichtige Literatur, die ausführliche Hinweise auf Spezialarbeiten der genannten und weiterer Forscher enthält:

Goebel, Einleitung in die experimentelle Morphologie der Pflanzen. Teubner, Leipzig 1908.

Klebs, Willkürliche Entwicklungsänderungen bei Pflanzen. G. Fischer, Jena 1903.

Klebs, Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen. Winter, Heidelberg 1913.

¹⁾ Günthart (vgl. diese Zeitschrift Jahrgang I, Heft 47/48) hat, von blütenbiologischen Betrachtungen ausgehend, gezeigt, in welchem Maß auch die vielen Formgestaltungen in der Blüte mechanisch (im engeren Sinn) vielfach bedingt sind. Theoretisch wichtig auch: Günthart, Prinzipien der physikalisch-kausalen Blütenbiologie; G. Fischer, Jena 1910.

Über Blutveränderungen bei kranken Säuglingen.

Von Privatdozent Dr. S. Samelson,

Oberarzt der Universitäts-Kinderklinik Straßburg i. E.

Die Kinderheilkunde, deren Lostrennung von der inneren Medizin man von dem Augenblick an für berechtigt erklären dürfte, in dem sie ihr heutiges Hauptgebiet, die rationelle Diagnostik und Therapie der Säuglingskrankheiten, in den Vordergrund zu rücken begann, stand damit vor einem völligen Novum. Denn bis vor ca. 20 Jahren waren die wenigen Säuglingsstationen, die es überhaupt gab, Sterbestationen gewesen, die nur von einem geringen Bruchteil der kleinen Patienten lebend wieder verlassen wurden. Unter dem Vorgang Heubners, des früheren Direktors der Berliner Charité-Kinderklinik, ist inzwischen eine völlige Reorganisation der Säuglingskliniken geschaffen, und die Lehre vom kranken und speziell ernährungsranken Säugling ausgebaut worden. Naturgemäß wurde dabei bald versucht, einen tieferen Einblick in die zunächst nur klinisch beobachteten Geschehnisse zu gewinnen, und man begann den Stoffwechsel des Säuglings mit den Methoden der Chemie zu studieren. Man fand dabei die nötige Methodik von der inneren Medizin bearbeitet vor und übertrug sie ohne viele Skrupel auf das eigene Gebiet. Leider wurde dabei der Unterschied der Versuchsobjekte nicht berücksichtigt. Man war genötigt, die zu den Versuchen benutzten Säuglinge zu fesseln und ihnen zur Anbringung der Rezeptoren für Harn und Kot recht unbequeme Lagerungen zu geben. Wer sich etwas darauf versteht, aus dem Gesicht des Säuglings Schlüsse auf sein psychisches Befinden zu ziehen, dem konnte es nicht entgehen, daß die zu Stoffwechselversuchen benutzten Kinder sich äußerst unglücklich fühlten, und dieses psychische Unbehagen wirkte auf das körperliche Befinden zurück: die Kinder bekamen Durchfälle, ihre Gewichtskurve kam aus den gewohnten Bahnen heraus, kurz, die Zahlen, die in den Versuchen gewonnen wurden, stammten nicht von normalen Kindern, mit denen man rechnete. Es kam hinzu, daß die Versuche, um schwere Schädigungen der Kinder, wie Decubitus usw., zu verhindern, nicht über genügend lange Perioden ausgedehnt werden durften; eine weitere große Schwierigkeit bestand darin, daß man zu Paralleluntersuchungen nicht die geeigneten Kinder, die sich wirklich in genau der gleichen Verfassung befanden, wie dies zu Vergleichen nötig gewesen wäre, zur Verfügung hatte, und daß namentlich Nachuntersuchungen durch andere fast völlig unmöglich wurden. So kommt es, daß die Zahlen der einzelnen Versuche weitgehend voneinander abwichen. Mit einem Wort kann man sagen, daß die Resultate dieser Stoffwechseluntersuchungen in keinem Verhältnis zu der großen Mühe standen, die sie machten, und daß

eigentlich nur ganz grobe Ausschläge wirklich brauchbar waren.

Es ist daher nicht zu verwundern, daß die Zahl dieser Untersuchungen, die in der ersten Zeit eine recht große gewesen war, in den letzten Jahren immer mehr und mehr abnimmt und daß man sich nach anderen Wegen umgesehen hat, die uns einen Einblick in das innere Getriebe des Säuglingsorganismus ermöglichen. Ein derartiger Weg schien die Untersuchung desjenigen Organs zu sein, das einerseits die den Körper aufbauenden Stoffe, andererseits seine Abbauprodukte transportiert, des Blutes. Diese wurde mit biologischen Methoden einerseits, mit physikalisch-chemischen Methoden andererseits in Angriff genommen. Über die Ergebnisse von Versuchen mit der letzteren Methodik möchte ich hier nach Arbeiten aus unserer Klinik berichten.

Physiologische Werte über Wassergehalt, Trockensubstanz, spezifisches Gewicht, Salzgehalt des Säuglingsblutes existieren schon seit längerer Zeit. Dagegen waren Zahlen über das Säuglingsblut unter pathologischen Verhältnissen nur in zwei Arbeiten niedergelegt. Die eine derselben stammt von *Lust* und beschäftigt sich mit dem Wassergehalt des Blutes und seinem Verhalten bei Ernährungsstörungen, die andere, von *Reiß*, mit der Blutkonzentration.

Über die Ergebnisse der ersten Arbeit möchte ich kurz folgendes als das wichtigste mitteilen: Im großen und ganzen ist das Blut des Säuglings weniger konzentriert als das des älteren Kindes und des Erwachsenen. Die Trockensubstanz beträgt ca. 18 %. Nur in den ersten Lebenswochen, also während der physiologischen Gewichtsabnahme, ist der Gehalt an Trockensubstanz höher, ja noch höher als der des Erwachsenen. Wenn dann die Gewichtskurve ansteigt, so geht damit parallel eine Verdünnung des Blutes einher, bis das Blut seine physiologische Konzentration erreicht hat. Dann bleiben die Werte beim gesunden Säugling konstant, so daß man wohl berechtigt ist, einen Ausgleich durch ständigen Austausch mit dem Gewebwasser anzunehmen. Das gelingt dem Organismus bei akuten Ernährungsstörungen trotz stärkerer Durchfälle. Auch bei chronischen Ernährungsstörungen zeigt der Wassergehalt des Blutes keine wesentlichen Abweichungen von der Norm. Erst bei sehr starken Wasserverlusten, und namentlich im Krankheitsbild der alimentären Intoxikation, kommt es zu einer Eindickung des Blutes, der aber schließlich wieder eine Hydrämie folgt, die jedoch nach *Lusts* Annahme nur eine scheinbare ist und darauf beruht, daß nun auch die Trockensubstanz bildenden Körper einzuschmelzen beginnen. Ist die Störung reparabel, so wird das Blut bald wieder seine gewöhnliche Konzentration durch Wasseraufnahme erreichen.

Zu ähnlichen Resultaten kommt die andere Arbeit, von der ich sprach, die dasselbe Problem mit Hilfe der refraktometrischen Eiweiß-

bestimmung im Blutserum angeht. Der Eiweißgehalt des Säuglingsblutserums ist danach rund 2 % geringer als der des Erwachsenen. Er wird bei chronischen Ernährungsstörungen nicht verändert. Dagegen zeigte sich auch hier bei schwereren Brechdurchfällen, besonders bei der alimentären Intoxikation, Bluteindickung.

Beide Arbeiten berücksichtigen nur einen Bestandteil des Blutes, ja, die zweite tut es mit Absicht, denn ihr Verfasser hält weitergehende Untersuchungen des Blutserums, z. B. mit Hilfe der Gefrierpunktsbestimmung, für zwecklos, da er a priori in Analogie mit Tatsachen, die für den Erwachsenen gelten, annimmt, daß der kindliche Organismus imstande ist, unter allen Umständen die molekulare Konzentration des Blutes konstant zu erhalten. Daß diese Annahme aber erst bewiesen werden müßte, ergibt sich für jeden, der sich mit der Physiologie des jungen Säuglings beschäftigt hat, von selbst. Denn diese lehrt uns immer wieder, daß es nicht möglich ist, Gesetze, die für den Erwachsenen gelten, einfach auf den Säugling zu übertragen. (Ich erinnere nur an die mangelhafte Temperaturregulierung des Säuglings.) Es mußte im Gegenteil interessant sein, die Frage zu studieren, wie weit der auch sonst so unfertige Organismus imstande ist, den osmotischen Druck des Blutes zu regulieren.

Hier setzen also die neuen Untersuchungen *Salges* und seiner Schüler ein. Dazu bedurfte es allerdings der Ausarbeitung einer neuen Methodik, die es ermöglichte, mit den äußerst geringen Mengen Blutes, die man Säuglingen gefahrlos entziehen konnte, auszukommen. Die Refraktometrie wurde übernommen; auch die Leitfähigkeitsbestimmung war möglich. Dagegen erforderte die Gefrierpunktsbestimmung im Beckmannschen Apparat viel zu große Mengen Substanz. Um dies zu vermeiden, wurde das Quecksilberthermometer durch ein Thermoelement ersetzt, dessen eine Lötstelle in reines destilliertes Wasser, die andere in die zu untersuchende Flüssigkeit tauchte. Werden beide gleichzeitig zum Gefrieren gebracht, so muß die Verschiedenheit des Gefrierpunktes elektromotorische Kraft erzeugen, die durch ein Galvanometer meßbar ist und in Temperaturgrade umgerechnet werden kann.

Die auf diese Weise vorgenommenen Untersuchungen haben nun ergeben, daß tatsächlich die Fähigkeit des Neugeborenen, den osmotischen Druck seines Blutes zu regulieren, nur gering ist. Entsprechend der Eindickung des Blutes während der physiologischen Abnahme, von der ich schon sprach, wird die Konzentration der Salze höher, d. h. der osmotische Druck steigt während der ersten Lebenstage nicht unerheblich an, um dann bei natürlicher Ernährung schnell auf die Norm zurückzukehren. Dann bleibt er beim gesunden und mit artiegener Nahrung versehenen Kinde konstant; Tagesschwankungen durch Hunger oder Resorption von Nahrung kommen nicht

vor. Anders aber beim kranken Kind. Sobald eine etwas schwerere und hartnäckigere Ernährungsstörung das Kind trifft, geht die Fähigkeit, den osmotischen Druck des Blutes zu regulieren, wieder verloren. Es ist nun von hohem Interesse, zu beobachten, daß diese innere Störung keineswegs der Schwere der äußeren Noxe parallel geht; sie ist vielmehr abhängig von einer Reihe von Umständen, die uns schon von dem klinischen Studium dieser Fälle her bekannt sind, die aber — ich möchte sagen — zahlenmäßig zu beurteilen, erst mit Hilfe der Blutuntersuchung möglich wird. So wissen wir, daß Schädigungen, die ein Kind in den ersten Lebenswochen schwer treffen, vom älteren Kinde leichter ertragen werden, daß, je länger ein Kind mit arteigner Milch ernährt worden ist, desto größer später seine Aussichten sind, schwere Störungen zu überstehen, die dem von vornherein künstlich genährten Kinde verhängnisvoll werden können, daß Säuglinge während der Säugungszeit gegen alimentär bedingte Schädigungen weitgehend geschützt sind. Alles das spiegelt sich in den Werten, die uns die physikalisch-chemische Untersuchung des Blutes liefert, zahlenmäßig wieder. Dasselbe gilt von einem weiteren, äußerst wichtigen Faktor, der jedem Individuum eigenen Fähigkeit, den von außen an es herantretenden Aufgaben zu genügen, sich den in seiner Umgebung herrschenden Verhältnissen anzupassen, einer Fähigkeit, die wir kurz als Konstitution zu bezeichnen pflegen. Daß diese bei Säuglingen in höchstem Grade verschieden ist, zeigt uns schon die Klinik. Um ein Beispiel zu wählen: von zwei scheinbar gleichen, gleichalterigen und gleichgewichtigen Kindern, die dieselbe Schädigung trifft, nämlich langdauernde einseitige Ernährung mit Mehlabkochungen, wird das eine sterben, trotzdem bei ihm im selben Augenblick dieselbe Therapie angewandt worden ist, die das andere am Leben erhält. Daß dies eine Folge der verschiedenartigen Konstitution ist, lehrt uns die klinische Beobachtung, die uns andere Gründe ausschalten läßt, aber ob nun das am Leben bleibende Kind überhaupt nicht auf die Schädigung reagiert oder ob es trotz der Reaktion auf die Schädigung noch imstande ist, im Gegensatz zu dem anderen seinen normalen Zustand wiederherzustellen, diese und ähnliche Fragen vermag uns erst die Blutuntersuchung zu beantworten. Wir gewinnen damit zum ersten Male einen greifbaren Ausdruck für das, was wir Konstitution nennen.

Am deutlichsten lassen sich alle diese Verhältnisse an dem von uns schon als Beispiel gewählten Krankheitsbild verfolgen, dem sogenannten Mehlnährschaden *Czernys*, der eben durch langdauernde einseitige milchlose Ernährung mit Schleim und Mehlabkochungen entsteht, klinisch über starken Gewichtsanstieg und scheinbar gutes Gedeihen zu einem Zusammenbruch des Organismus führt, der sich durch

schnelle Gewichtsabnahme bis zu schwerster Atrophie, Austrocknung der Haut, Rigidität und Hypertonie der Muskulatur sowie abnorm geringe Resistenz gegen bakterielle Invasion charakterisiert. In den typischen Fällen zeigt nun die Blutuntersuchung ein starkes Sinken des Eiweißgehaltes und ebenso starke Verarmung an Salzen. Damit ist zugleich die Annahme, daß der Mehlnährschaden auf dem Fehlen der entsprechenden Bestandteile in der zugeführten Nahrung beruht, äußerst wahrscheinlich gemacht. Die schwersten Veränderungen zeigten sich bei ganz jungen Kindern. Deutlich zeigen sich der Einfluß der Ernährung in der ersten Lebenszeit und des Alters. Da, wo dem Nährschaden Ernährung an der Mutterbrust vorhergegangen war, da waren die Veränderungen des Blutes weniger schwer. Dasselbe gilt bei älteren Kindern vom vierten Monat ab.

Diese Verhältnisse ließen sich auch im Tierversuch (*P. Schulz*) rekonstruieren und noch reiner gestalten, als dies am klinischen Material der Fall ist. Ein Hund, der am vierten Lebenstag von der Mutter genommen und dann 8 Tage mit Schleim und Zucker ernährt wird, erleidet dabei eine irreparable Störung, von der er sich nicht wieder erholt, obgleich er zur Mutter zurückgegeben wird. Das Blut erweist sich bei der Untersuchung als weitgehend verändert. Dagegen bleibt ein zweiter Hund desselben Wurfs, bei dem dasselbe Experiment nach 14tägiger Säugungszeit gemacht wird, am Leben, sein Blut zeigt nur ganz geringe Veränderung seiner Konstanten, während solche sich bei einem dritten Hunde, der im Alter von 4 Wochen in den Versuch kommt, überhaupt nicht zeigen. Wir sehen also hier dieselben Verhältnisse wie beim menschlichen Säugling, nur daß, entsprechend der kürzeren Säugungsperiode, beim Hund die einzelnen Entwicklungsphasen viel näher aneinander liegen.

Was schließlich den Einfluß der Konstitution anlangt, so ist deren Rolle in einer Reihe von Fällen offenkundig, in denen bei Kindern, bei denen man nach dem eben Besprochenen eine schwere Schädigung hätte annehmen sollen, absolut physiologische Werte gefunden wurden.

Von den weiteren Untersuchungen möchte ich hier nur noch berichten über Befunde bei alimentärer Intoxikation, die neben Erhöhung des Eiweißgehaltes und stärkerer Gefrierpunktserniedrigung eine Herabsenkung der Leitfähigkeit zeigen, die nur durch Annahme einer Vermehrung unbekannter nichtelektrolytischer Substanzen erklärt werden kann. Hier wurde dann auch in einzelnen Fällen von *Salge* eine Erhöhung der Wasserstoffionenkonzentration nachgewiesen, die also eine Stütze für *Czernys* Annahme bildet, daß die alimentäre Intoxikation auf einer Säuerung des Blutes beruhe. Damit ist zum ersten Mal in der menschlichen Pathologie eine wahre

Acidose des Blutes festgestellt, wie sie im Tierversuch schon experimentell erzeugt worden ist.

Weitere Untersuchungen sind noch im Gang. Die gewonnenen Zahlen stellen grobenteils nur Relationen dar. Es ist aber zu hoffen, daß der Ausbau der mikrochemischen Analysenmethoden uns weitere absolute Werte der einzelnen Bestandteile des Säuglingsblutes gewinnen lassen wird.

Die Stickstofffrage, ihre Entwicklung und Lösung sowie ihre Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft.

Von Prof. Dr. F. Honcamp, Rostock.

Man hat das neunzehnte Jahrhundert als dasjenige des Dampfes und der Elektrizität bezeichnet, und jetzt, nachdem wir kaum das erste Jahrzehnt des zwanzigsten Jahrhunderts hinter uns haben, spricht man schon von einem Jahrhundert der Eroberung der Luft. In zweifacher Hinsicht ist das Luftmeer dem menschlichen Willen und Geist untertänig gemacht worden. Einmal, indem die Erfindung des lenkbaren Luftschiffes es uns ermöglicht hat, unabhängig von Wind und Wetter mit diesem modernsten Beförderungsmittel dorthin zu gelangen, wohin wir wollen. Zum anderen als auch das alte Problem der Gewinnung und Fixierung des Luftstickstoffes im Prinzip wenigstens gelöst wurde. Im letzten Jahrzehnt hat nun keine Frage die chemische Technik sowohl wie das allgemeine Interesse in so hohem Grade beschäftigt, als gerade die Gewinnung und Verarbeitung des Luftstickstoffes. Unsere ganze moderne Salpeterfrage, die nicht nur für Industrie und Landwirtschaft, sondern allgemein für die ganze Menschheit von der größten Bedeutung und Wichtigkeit ist, baut sich auf der Nutzbarmachung des Luftstickstoffes auf.

Unter der Stickstofffrage im engeren Sinne dürfte zunächst die Salpeterfrage zu verstehen sein, weil in dieser gebundenen Form wohl der Stickstoff am meisten vorkommt und auch Verwendung findet. Es muß dahingestellt bleiben, ob den Alten bereits der Salpeter bekannt gewesen ist¹⁾. Möglich, daß das, was die alten Griechen Phlogiston nannten, Salpeter war. Auch die aus dem Beginn der christlichen Zeitrechnung stammenden Angaben über salzartige Auswucherungen an einem Berg Nitria in Unterägypten, welches Gestein man als Sal nitrum, Sal terrae, Sal petrae bezeichnete, lassen nicht deutlich erkennen, ob man es hier mit Salpeter oder aber nur mit Sodakristallen zu tun gehabt hat. Am frühesten scheint die Kenntnis des Salpeters bei den Chinesen verbreitet gewesen zu sein, doch wurde nachweisbar auch von diesen erst seit dem

Jahre 960 nach Christi Geburt der Salpeter bei der Herstellung von Raketen mitverwandt. Seine Verarbeitung und Verwendung zu Schießpulver ist diesem Volke aber erst viel später bekannt geworden, nachdem schon längst in Europa die alten Donnerbüchsen und auch Kanonen ihre eherne Stimme hatten erschallen lassen. Die Angaben, daß bereits bei der Belagerung der Stadt Kai-fung-fu durch die Mongolen im Jahre 1232 Kanonen Verwendung gefunden haben, sind wahrscheinlich insofern unrichtig, als es sich hier nicht um Kanonen, sondern um Maschinen handelte, welche mit brennenden Stoffen gefüllte Töpfe auf verhältnismäßig weite Entfernungen schleuderten.

Historisch nachweisbar ist der Salpeter zuerst von Geber im arabischen Sprachgebiet festgestellt worden. Aus dieser Quelle hat dann hauptsächlich ein späterer Historiker, namens *Marcus Graecus*, geschöpft. Diesem verdanken wir auch die erste Beschreibung über die Bereitung des Schießpulvers und des griechischen Feuers. Während die Geberschen Angaben allem Anschein nach aus dem 7. oder 8. Jahrhundert stammen, dürften die handschriftlichen Niederlegungen von *Marcus Graecus* wahrscheinlich aus der Zeit von 1225—1280 herrühren.

Das griechische Feuer (liber ignium ad comburendos hostes) tritt hiernach zuerst in Erscheinung um das Jahr 673, und zwar als eine Erfindung des *Kallinikos* aus Heliopolis. Es steht heute zweifelsohne fest, daß bei der Bereitung des griechischen Feuers Salpeter mitverwandt worden ist. Wahrscheinlich bestand es aus Salpeter, Schwefel, Pech und Harzen, die mit brennbaren Ölen zusammengeschmolzen wurden. Eine ganze Anzahl von Rezepten solcher salpeterartiger Brenngemische finden wir dann bei dem erwähnten *Marcus Graecus* verzeichnet. Hiernach hat man bereits Ende des dreizehnten Jahrhunderts salpeterartige Gemische von leichter Entzündbarkeit gekannt. Gemische, die, wenn in Brand gesetzt, in Form von Raketen auf gewisse Entfernungen hin geschleudert oder geschossen werden konnten¹⁾.

Es liegt nahe, daß man nunmehr bald dazu überging, die treibende Kraft der Verbrennungsgase solcher salpeterhaltigen Gemische zum Abschießen von Projektilen u. dgl. zu verwenden und zu verwerten. Die Entdeckung des Schießpulvers in Deutschland wird bekanntlich einem Franziskaner Mönch, namens *Berthold Schwarz*, zugeschrieben und mit ziemlicher Sicherheit in das Jahr 1313 verlegt. Jedoch ist anzunehmen, daß die Erfindung des Schießpulvers im wahren Sinne des Wortes bereits vorher den Arabern gelungen ist, daß aber *Berthold Schwarz* unabhängig hiervon seine Entdeckung gemacht hat. Für die frühzeitigere Kenntnis des Schießpulvers durch die Araber spricht nämlich ein in der

¹⁾ Geschichtliche Angaben über die Salpeterfrage finden sich in *Jurisch*: „Salpeter und sein Ersatz“. Verlag J. Hirtl in Leipzig, welchem vorzüglichen Werk auch diese Angaben z. T. entnommen sind.

¹⁾ *R. Biedermann*, Die Sprengstoffe, ihre Chemie und Technologie.

Petersburger Bibliothek aufbewahrtes arabisches Manuskript aus dem Anfange des vierzehnten Jahrhunderts. Hier wird eine Mischung beschrieben, die aus 10 Drachmen Salpeter, 2 Drachmen Kohle und aus $1\frac{1}{2}$ Drachmen Schwefel hergestellt wird. Mit diesem zu einem feinen Pulver zerriebenen Gemisch füllt man den Madfaa zu einem Drittel an, drückt die Masse mit einem zweiten passenden Madfaa zusammen, legt eine Kugel oder einen Bolzen darauf und bringt dann Feuer an das Zündloch usw. Madfaa war ein ausgehöhlter Lanzenschaft. Das Wort hat hier die etymologische Bedeutung: Propulsorium, projectorium. Erst später nimmt es im Arabischen die Bedeutung von Kanone an¹⁾. Damit war der erste Schritt zur Schußwaffe getan. Bereits im Jahre 1326 sollen schon in Florenz Metallkanonen hergestellt worden sein, ebenso werden bereits eiserne Kanonen und eiserne Kanonenkugel aus dem Jahre 1341 erwähnt.

Mit der Erfindung des Schießpulvers nahm die Bedeutung des Salpeters anfänglich von Jahrhundert zu Jahrhundert, später in wesentlich kürzeren Zeiträumen zu. Ganz besonders scharf trat die Unentbehrlichkeit des Schießpulvers für Kriegszwecke und damit natürlich auch die Unentbehrlichkeit des Salpeters in der Mitte des 16. Jahrhunderts hervor. Der Salpeter wurde damals ein Machtfaktor im politischen Leben, mit dem man rechnen mußte. Die zahlreichen Kriege in dem genannten sowie den folgenden Jahrhunderten zeitigten einen Schießpulverbedarf, für den die Beschaffung entsprechender Salpetermengen häufig direkt Schwierigkeiten machte. Zwar kannte man damals schon natürliche Salpeterlager, so in Ostindien, und zwar besonders auf Ceylon und in Bengalen, dann aber auch in den südwestlichen Provinzen Spaniens. Außerdem wurde noch Salpeter in Amerika, in Nordafrika und auf Teneriffa gefunden. Bei all diesen Fundstätten handelte es sich um Kalisalpeter, dessen Entstehung wir uns durch die Verwesung stickstoffhaltiger organischer Substanz bei Anwesenheit von Kalisalzen zu denken haben. Selbstverständlich ist eine solche Salpeterbildung nur in regenlosen Gegenden möglich, nicht aber an solchen Stätten, wo ein Auswaschen des gebildeten Salpeters durch Regen stattfinden kann. Bis zum 16. Jahrhundert wurde der Salpeterbedarf wohl ausschließlich aus diesen natürlichen Quellen gedeckt. Infolge einer immer größer werdenden Nachfrage und wohl infolge der zum Teil unsicheren Lieferung des Salpeters aus Ostindien und anderen Ländern sahen sich aber bereits damals Fürsten und autonome Städte veranlaßt, alle in ihrem Gebiet natürlich vorkommenden Salpeterstoffe mit Beschlag zu belegen. „Um diese salpeterhaltigen Rohstoffe im Lande zu sammeln und verarbeiten zu lassen, unterhielten die Fürsten und Städte, welche das Salpeterregal behaupteten, eine größere Anzahl

von sogenannten Salpetermachern oder Salpetersiedern, in der Regel rohe und gewalttätige Personen, welche die ihnen durch ein spezielles „Patent“ erteilte Berechtigung, bei den Untertanen (Adel und Geistlichkeit gewöhnlich einbegriffen) Salpeter suchen und graben zu dürfen, auf alle nur erdenklichen Arten und Weisen mißbrauchten. Unangemeldet erschienen sie, kratzten den Putz von den Wänden, rissen die Fußböden auf, um nach salpeterhaltigen Stoffen zu suchen, unterwühlten die Grundmauern in den Kellern, zerstörten die Tennen und Scheunen und verfuhrten überall auf das rücksichtsloseste. Wer sich den Arbeiten der Salpetersieder widersetzte, wurde zum wenigsten mit einer beträchtlichen Geldbuße belegt; nicht selten stand auf derartige „Verbrechen“ Gefängnisstrafe oder körperliche Züchtigung, und einzelne „Mandate“ drohten in ihrer übertriebenen Strenge sogar mit Verweisung aus dem Lande, ja selbst mit dem Galgen! Es würde uns hier zu weit führen, alle jene verschiedenen Bedrückungen und persönlichen Dienstleistungen, welche das Salpeterregal den Untertanen auferlegte, auch nur einigermaßen eingehender zu behandeln. Jedenfalls ist es keineswegs als übertrieben zu betrachten, wenn in manchen Berichten der damaligen Zeit die Salpetersieder als die wahren Geißeln des Volkes, vor allem aber der so wie so schon hart bedrückten bauerlichen Bevölkerung, bezeichnet werden¹⁾.

Als aber auch die so durch das Salpeterregal gewonnenen Salpetermengen den Bedarf nicht mehr decken konnten, ging man zur künstlichen Salpeterproduktion über, d. h. zur Salpeterbrandwirtschaft, Salpetergruben — Salpeterplantagen — und Salpetermauerbetrieb. Das Prinzip aller dieser Verfahren bestand mit Ausnahme der Salpeterbrandwirtschaft in der Hauptsache darin, daß man schnell zersetzbare, stickstoffreiche organische Substanz zusammen mit erdigen, an Kali oder Kalk reichen Stoffen an vor Regen usw. geschützten Stellen der Zersetzung und Fäulnis unterwarf. Die Salpeterbrandwirtschaft dagegen, welche als die extensivste der genannten Betriebsmethoden anzusprechen ist, beruhte ähnlich wie bei der wilden Feldgraswirtschaft auf einem Abbrennen des Grases und Gestrüppes. Dieses Abbrennen pflegt in der Regel kein vollkommenes, sondern vielmehr nur eine Verkohlung zu sein, so daß meistens der vorhandene Pflanzestickstoff in der Kohle verbleibt und sich nun in einem zur Nitrifikation sehr geeigneten Zustand befindet.

Das Salpeterregal und die künstliche Salpeterproduktion bestand bis zu Anfang des 19. Jahrhunderts. Zu dieser Zeit aber bereitete beiden der nach Beendigung der napoleonischen Kriege aufblühende Handel mit Ostindien ein Ende. Der

¹⁾ Ottomar Thiele, *Die moderne Salpeterfrage und ihre voraussichtliche Lösung*. Verlag der Lauppischen Buchhandlung in Tübingen und „Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik“, im gleichen Verlag erschienen.

¹⁾ Biedermann, *Die Sprengstoffe, ihre Chemie und Technologie*.

ostindische Salpeter beherrschte den Markt und deckte die Nachfrage in vollem Maße. Bald aber erwuchs dem ostindischen Kalisalpeter ein gefährlicher Konkurrent in dem aus Südamerika kommenden Natronsalpeter, den man heute ganz allgemein als Chilesalpeter bezeichnet, weil von dort aus zuerst die Ausfuhr begann.

Die erste Ladung Chilesalpeter kam im Jahre 1825 nach Liverpool. Da sich jedoch dieser Salpeter nicht, wie man gehofft hatte, zur Pulverfabrikation verwenden ließ, weil er als Natronsalpeter im Gegensatz zu dem ostindischen Kalisalpeter sehr hygroskopisch ist, so wußte man zunächst mit ihm nichts anzufangen. Erst als die Lehren *Justus von Liebig's* über die Ernährung der Pflanzen festen Fuß zu fassen begannen und auch die chemische Industrie eine immer größere Ausdehnung nahm, erst dann ergab sich auch die Möglichkeit für einen größeren Natronsalpeterabsatz. Mit einem Schlage eroberte sich aber der Chilesalpeter den Weltmarkt, als um das Jahr 1860 herum die Staßfurter Kalilager erschlossen wurden. Man war nun auf einmal in der Lage, auf eine billige und rationelle Weise den chilenischen Natronsalpeter mit Hilfe des Staßfurter Chlorkaliums in den zur Pulverfabrikation allein brauchbaren und verwendbaren Kalisalpeter umzuwandeln, welches Verfahren man als Konvertverfahren und den hiernach gewonnenen Salpeter als Konversionssalpeter bezeichnet. In dem Maße nun, wie sich in Industrie und Landwirtschaft die Nachfrage nach Salpeter immer mehr steigerte, in dem Maße nahm auch Export und Weltkonsum zu. Letzterer betrug an Chilesalpeter

im Jahre 1831	100 t
„ „ 1850	20 000 „
„ „ 1860	50 000 „
„ „ 1870	103 000 „
„ „ 1880	230 000 „
„ „ 1890	893 810 „
„ „ 1900	1 334 000 „
„ „ 1910	2 274 000 „

Von dem Import des Jahres 1910 verbrauchte Deutschland allein 896 225 t und ist damit der stärkste Salpeterkonsument der Gegenwart¹⁾.

Bei einem derartigen Weltverbrauch an Salpeter muß sich einem unwillkürlich die Frage aufdrängen, ob und wie lange eine derartig enorme Produktion noch möglich ist, ferner ob sich außer in Chile und Peru auch noch anderwärts abbauwürdige Salpeterlager finden. Letzere Frage ist wohl mit einem entschiedenen Nein zu beantworten, und zwar deshalb, weil nach dem derzeitigen Stand unseres Wissens an keinem anderen Orte der Welt, außer eben in Südamerika, die Möglichkeit für die Entstehung von Salpeterlagern gegeben ist. Als einzige Ausnahme käme hier vielleicht noch Tibet in Frage.

¹⁾ H. Großmann, Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft. Verlag M. Krayn in Berlin.

Wir können uns die Salpeterlager auf verschiedene Art und Weise entstanden denken. Nach der Annahme von *Carl Nöllner* ist das jetzige Hochland von Atacama und Tarapaca, das früher Meeresboden war, durch säkulare Hebung entstanden. Hierbei sollen dann große Massen von Meeresalgen angesammelt und trocken gelegt worden sein, bzw. sollen solche Algenmassen auch durch Sturmfluten über die Küstenerhebungen geworfen worden sein. Durch Fäulnis und Verwesung dieser Algen entstand in Gemeinschaft mit dem Natron des Seesalzes Natronsalpeter. Für die Richtigkeit dieser Hypothese spricht neben anderen Umständen vor allen Dingen das Vorkommen von Jod in der Salpetererde. Bekanntlich sind gewisse Tange und Algen, wie namentlich die Fucus-, Laminaria- und Ulvaarten reich an Jod. Ein anderer Forscher, *O. Kunze*, glaubt die Entstehung der Salpeterlager auf die Miststätten von großen Lama-, Alpaca- und Guanaco-Herden zurückzuführen, indem er die Bildung gerade von Natronsalpeter mit der Gewohnheit der Lamas, Seewasser zu trinken, erklärt. Aber *Kunze* erklärt nicht den Jodgehalt des chilenischen Salpeters. Nach den Angaben von *W. Jurisch* können endlich auch elektrische Entladungen zur Salpeterbildung beigetragen haben. „*Krull* hat experimentell nachgewiesen, daß Ammoniak in feuchter Luft durch Einwirkung von Ozon in salpetersaures Ammoniak übergeht, welches sich mit Chlornatrium zu Natriumnitrat umsetzt. Die Salpeterpampa zeigt nun namentlich, wenn sie vom Küstennebel bedeckt ist, so starke elektrische Ladung, daß die Kleidung des Menschen bei leiser Berührung knisternde Funken gibt. Dieser Nebel steigt aber jeden Abend vom Meere über die Küstenkordillere nach der Pampa hinauf und in der atmosphärischen Luft ist überall Ammoniak vorhanden.“ Es mag dahingestellt bleiben, welche von den hier angegebenen Erklärungen die richtige ist. Ganz allgemein haben wir uns aber die Entstehung und Bildung nach den Forschungen des französischen Agrikulturchemikers *A. Müntz* folgendermaßen zu denken: „Organische Stoffe von unbestimmter Herkunft, Meerestange oder Guano usw. unterliegen dem gewöhnlichen Nitrifikationsprozesse — etwa wie derselbe in den Salpeterplantagen künstlich eingeleitet wird. Das Resultat dieses Prozesses ist Kalknitrat. Dieses Kalknitrat setzt sich infolge der Berührung mit Seewasser oder dem Wasser kleiner Salzseen schon während des Entstehens um in Natronsalpeter und Chlorkalcium, resp. insoweit Natriumsulfat in Betracht kommt, in Gips, von welchen das erstere infolge seiner größeren Auslaugungsfähigkeit in den Untergrund verschwindet, das letztere aber in der Umgebung des Salpeterlagers tatsächlich reich vorhanden ist¹⁾.“ Selbstverständlich ist die Entstehung der Salpeterlager in der einen oder anderen hier wiedergegebenen Weise nur in jenen

¹⁾ Zit. nach *A. Mayer*, Agrikulturchemie Bd. II.

vollkommen regenlosen Gegenden Südamerikas möglich.

Und nun zur anderen Frage, nämlich wie lange halten die vorhandenen Salpeterlager noch vor, wenn der derzeitige Verbrauch von über $2\frac{1}{4}$ Millionen Tons nicht nur weiterbesteht, sondern auch noch eine wesentliche Steigerung erfährt? Zunächst ist natürlich die chilenische Regierung im höchsten Grade an der Erhaltung der Salpeterindustrie interessiert. Nach W. Jurisch bildet heute die Salpeterindustrie mit über 76 % den Hauptteil der chilenischen Exportproduktion, verbraucht etwa für 30 Millionen Pesos Produkte der einheimischen Produktion, liefert dem chilenischen Haushalte mit ca. 48 Millionen Pesos ungefähr die Hälfte seiner Einkünfte direkt, und durch eine Summe von etwa 10 Millionen Pesos Einfuhrzölle, welche auf den Warenverbrauch der Salpeterindustrie entfallen, ein weiteres Zehntel der Staatseinkünfte.“ Als daher die beängstigenden Gerüchte auftauchten, daß die südamerikanischen Salpeterlager in 40 bis höchstens 60 Jahren aufgebraucht seien, hat sowohl Chile als auch Peru durch Experten die vorhandenen und im Staatsbesitz befindlichen Salpeterlager aufnehmen lassen, und es kann hiernach, namentlich wenn man noch die umfangreichen in Privatbesitz befindlichen abbauwürdigen Salpeterstätten hinzurechnet, keinem Zweifel unterliegen, daß uns Südamerika wahrscheinlich noch mehrere Jahrhunderte hindurch selbst bei einem noch größeren Export als jetzt wird mit Salpeter versorgen können.

Die beängstigenden Gerüchte über eine in wenigen Jahrzehnten folgende gänzliche Erschöpfung der Salpeterlager haben jedoch das Gute gehabt, daß sich Wissenschaft und Technik von neuem auf das alte Problem der Gewinnung und Fixierung des Luftstickstoffes warfen. Zunächst glaubte man ja, daß vielleicht einmal an Stelle des Salpeters die Ammoniakverbindungen, und zwar in erster Linie das schwefelsaure Ammoniak, eintreten könnten. Dies war jedoch ein gewaltiger Irrtum und ist auch heute als solcher wohl allgemein erkannt. Das schwefelsaure Ammoniak, welches als Nebenprodukt bei der trockenen Destillation der Steinkohle erhalten wird, ist eigentlich erst mit der Leuchtgasindustrie aufgekommen und wird heute auch noch in den Kokereien gewonnen. Die Produktion von schwefelsaurem Ammoniak ist also abhängig von der Steigerung des Koksverbrauches. Diese Steigerung beträgt nun nach Caro in Deutschland 800 000 t, und dementsprechend kann die Steigerung der Produktion an schwefelsaurem Ammoniak nur soviel betragen, wie einem Gehalt von 2000—2500 t Stickstoff entspricht, während schon jetzt die jährliche Steigerung des Stickstoffverbrauches in Deutschland 15 000 t beträgt. Es sei denn, daß man eine bessere Ausbeute des in der Kohle enthaltenen Stickstoffes erzielen könnte, da diese zurzeit nur 20—25 % beträgt. Die Möglichkeit hierzu bietet vielleicht einmal die Vergasung der

Kohle in sogenannten Mondschen Generatoren, wobei eine Ausbeute von 70—80 % des in der Kohle enthaltenen Stickstoffes erzielt werden soll. Ferner soll bei der Vergasung von halbtrockenem Torf nach den Verfahren von Frank und Caro hierbei soviel schwefelsaures Ammoniak aus dem im Torf enthaltenen Stickstoff gewonnen werden, daß hiermit schon die Kosten des Betriebes und der Torfgewinnung vollständig gedeckt würden. Trotz aller dieser günstigen Aussichten, wenn sie sich in vollem Umfange bewahrheiten sollten, ist jedoch wohl kaum anzunehmen, daß das schwefelsaure Ammoniak in der Lage sein wird, den Stickstoffbedarf der deutschen Industrie und der deutschen Landwirtschaft jemals völlig zu decken, ganz abgesehen davon, daß wir jetzt schon teilweise gezwungen sind, schwefelsaures Ammoniak aus dem Auslande nach Deutschland zu importieren. Ein weiterer Umstand also, der mit Macht auf eine Lösung des Stickstoffproblems hindrängt.

Bekanntlich enthält die Luft ca. 21 % Sauerstoff und 79 % Stickstoff. Sie erscheint als eine geradezu unversiegbare Stickstoffquelle. Nach den Untersuchungen von Ritter, Flügel und Schiaparelli kann man die Höhe der Erdatmosphäre auf 3—400 km veranschlagen¹⁾. Aus der Größe der Erdoberfläche und dem Luftdruck berechnet sich das Gewicht dieser Lufthülle auf ca. 5,2 Trillionen Kilogramm, wovon 4 Trillionen Kilogramm aus Stickstoff, 1,2 Trillionen Kilogramm aus Sauerstoff bestehen, wobei selbstverständlich Voraussetzung ist, daß die Zusammensetzung der Luft in den verschiedenen Höhen-schichten eine gleiche ist. Man hat hieraus nun berechnet, daß in der über jedem Quadratmeter der Erdoberfläche ruhenden Luftsäule 7 t = 7000 kg Stickstoff enthalten sind oder mit anderen Worten, die über jedem Quadratkilometer der Erdoberfläche ruhende Stickstoffmenge reicht schon allein aus, um den derzeitigen Salpeterbedarf der ganzen Welt auf mindestens 25 Jahre zu decken. Leider ist nun der Stickstoff in der Luft in elementarer Form vorhanden und als solcher ist er ein außerordentlich leicht beweglicher Geselle, der nur schwer zu fassen und festzuhalten ist. Schon vor mehr als 100 Jahren haben sich Priestley und Cavendish mit dieser Frage befaßt. Aber selbst zu Ende des vergangenen Jahrhunderts war sie noch nicht völlig gelöst, vielmehr ist die Fixierung des Luftstickstoffes eigentlich erst im letzten Jahrzehnt in vollem Maße geglückt. Es kommen zurzeit für die Fixierung des Luftstickstoffes bzw. für die Stickstoffoxydation in der Hauptsache nur zwei Verfahren in Betracht, und zwar insofern als die Vereinigung der beiden Elemente entweder mit Hilfe elektrischer Entladungen oder mittels leicht oxydierbarer Substanzen herbeigeführt wird. Zwei Wege kann man also einschlagen, um dieses

¹⁾ Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1909, Nr. 50.

Ziel zu erreichen. Der eine fußt auf den mehr als 100 Jahre alten Beobachtungen und Verfahren von *Priestley* und *Cavendish*, welche beiden Forscher die elektrische Energie benutzten, um eine Vereinigung von Stickstoff und Sauerstoff herbeizuführen. Hierauf beruhen die Verfahren der beiden norwegischen Forscher *Birkeland* und *Eyde* einerseits und *Schönherr* andererseits. Das Verfahren der beiden erstgenannten gründet sich auf die Ausbreitung des elektrischen Lichtfadens zu einer leuchtenden Flammenscheibe im magnetischen Kraftfeld, während beim *Schönherr*schen Verfahren ein im Innern eines eisernen bzw. kupfernen Rohres erzeugter elektrischer Lichtbogen beim Durchleiten eines starken Luftstromes in tangentialer Richtung zu einer Flamme von mehreren Metern Länge, ausgezogen wird. Diese Flamme ist nichts anderes als eine Stickstoffflamme, welche durch die Verbrennung des Stickstoffes im Sauerstoff erzeugt wird. Beide Verfahren sollen annähernd die gleiche Ausbeute an Stickstoffoxyden liefern. Die aus den Öfen kommenden heißen Gase werden möglichst rasch abgekühlt und kommen dann in die mit säurefestem Futter ausgekleideten Oxydationskammern, wo eine Überführung des Stickoxydes in Stickstoffoxyd bzw. Untersalpetersäure stattfindet. Die Gase gelangen hierauf in eine Reihe von Türmen, ähnlich denen in den Leblanc-Sodafabriken, wo sie mit Wasser gewaschen werden und endlich eine 50 proz. Salpetersäure ergeben, welche mit Kalk abgesättigt wird. Das schließlich in den Handel kommende Produkt, welches man als Kalk- oder Norgesalpeter, auch als Kalknitrat bezeichnet, enthält ungefähr 13 % Stickstoff.

Der andere Weg zur Gewinnung des Luftstickstoffes beruht, wie schon angedeutet, auf der Bindung desselben mittels der Karbide der Erdalkalien. Auch hier liegen die ersten Beobachtungen weit zurück, so z. B., daß im Eisenhochofen aus atmosphärischem Stickstoff Cyanmetalle entstehen. Im Jahre 1869 glückte es dann *Berthelot*, aus Azetylen und Stickstoff Cyanwasserstoff herzustellen. Er wies auf Grund seiner Untersuchungen schon damals auf die Möglichkeit hin, technisch Cyanide aus dem atmosphärischen Stickstoff und Karbiden zu gewinnen. Jedoch auch die Lösung dieser Frage glückte erst ganz am Ende des vorigen Jahrhunderts den beiden deutschen Chemikern *Frank* und *Caro*. Das Verfahren der genannten beiden Forscher besteht darin, daß sie über glühendes Calciumkarbid reinen, entweder nach der Lindeschen oder der Kupfermethode gewonnenen Stickstoff leiten, wobei nicht, wie man erwarten sollte, Cyanide, sondern unter Abscheidung von Kohlenstoff das entsprechende Metallsalz des Cyanamids gebildet wird, das man landläufig als Kalkstickstoff zu bezeichnen pflegt. Zu diesem Prozeß ist eine Temperatur von ungefähr 2000° erforderlich. Später hat dann *Polzenius* gezeigt, daß die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes durch

das Calciumkarbid noch quantitativer und vor allen Dingen auch bei einer wesentlich niedrigeren Temperatur (nämlich ca. 700° C.) vor sich geht, wenn man dem Calciumkarbid ungefähr 10—15 % Chlorcalcium beimischt. Das so gewonnene Produkt führt zum Unterschied von Kalkstickstoff den Namen Stickstoffkalk.

Man hat auf diese beiden Produkte anfänglich große Hoffnung in bezug auf ihre Verwendung als Düngemittel gesetzt, die jedoch nur zum Teil in Erfüllung gegangen sind. Infolgedessen ist man auch schon der Frage näher getreten, gegebenen Falles den Kalkstickstoff weiter auf Ammoniak zu verarbeiten. Die Aussicht hierzu ist gegeben und die technische Durchführung durch Behandlung mit gespanntem Wasserdampf ohne weiteres möglich. Neuerdings ist es auch *Immendorff* gelungen, den Kalkstickstoff fabrikmäßig zu Harnstoff zu verarbeiten, was nach etlichen Richtungen hin Vorzüge vor der Umwandlung in Ammoniak haben soll. Freilich ist sowohl die Umwandlung des Kalkstickstoffes in Ammoniak als wie auch in Harnstoff eine verhältnismäßig kostspielige Sache, so daß wohl der Preis des aus Kalkstickstoff erzeugten Ammoniakstickstoffes den des aus den Kokereien stammenden überschreiten dürfte.

Als ein drittes Verfahren zur Fixierung des Luftstickstoffes sei endlich noch die Gewinnung von Ammoniak durch direkte Vereinigung von Stickstoff und Wasserstoff zu erwähnen, nämlich die Ammoniakhochdrucksynthese von *Haber*. Geringe Mengen von Ammoniak erhält man bekanntlich schon durch Überleiten von Wasserstoff und Stickstoff über Platinschwamm. Nach dem Haberschen Verfahren gelingt nun eine Vereinigung von Wasserstoff und Stickstoff bei einem Temperaturintervall von 500—700 Grad und bei einem Druck von 100—200 Atmosphären, und zwar in Gegenwart eines Katalysators wie Eisen, Osmium, Uran usw.

Hiermit wären die hauptsächlichsten, stickstoffhaltigen Produkte und ihre Gewinnungs- bzw. Entstehungsweise erwähnt, und es wäre nunmehr noch die Stickstofffrage in ihrer Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft zu erörtern.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Herausbildung der Warmblütigkeit.

Auf Seite 371 und 372 dieser Zeitschrift führt Dr. *Benno Lewy* aus, daß seines Wissens noch keine Theorie über die Entstehung der Warmblütigkeit vorliegt, und bringt sie dann mit der Winterkälte zusammen. Das Auftreten warmblütiger Tiere beweist nach ihm, daß eine kühle Periode vorangegangen sein muß. Die Ansicht ist nun aber keineswegs neu. Ich selbst habe z. B. vor mehr als sieben Jahren die Bedeutung kühler Perioden für die Entwicklung des Tier- und Pflan-

zenreiches hervorgehoben und u. a. über die permische Kälteperiode geschrieben: „Insbesondere dürfte die Warmblütigkeit der Säugetiere dieser kühlen Periode entstammen, wie auch jedenfalls die Dinosaurier¹⁾ ebenfalls hier eine Temperaturregulierung erhielten. Die Temperaturerhöhung des Blutes war erst sicher nur gering, besitzen doch die Kloakentiere noch jetzt eine niedrigere Bluttemperatur als die Plazentalier. Lange Zeit blieben beide Tiergruppen auf dieser Stufe fast stehen, nur die Pterosaurier und Vögel dürften die Bluttemperatur bereits im Jura höher gesteigert haben. Die Säugetiere hatten sich langsam weiter entwickelt, und zwar infolge ihrer Kleinheit und daher relativ größeren Oberfläche die Bluttemperatur rascher gesteigert als die meist großen Dinosaurier. Infolgedessen mußten sie, während sie in warmen Perioden vor diesen keinen wesentlichen Vorteil voraus hatten, bei einer auch nur geringen Auskühlung ihnen überlegen sein. Auf diese Weise können wir uns vielleicht ihren überraschenden Sieg über die Reptilwelt erklären. So hat also die Erde der permischen Eiszeit die Warmblütigkeit der höheren Wirbeltiere, also diejenige Eigenschaft zu verdanken, die allein das Tier unabhängiger von klimatischen Einflüssen machen kann, die die notwendige Vorbedingung für die glänzendste Entfaltung der Tierwelt war, und die während der diluvialen Eiszeit, beziehentlich schon in der ihr vorausgehenden pliozänen Abkühlung in der Entwicklung des Affenmenschen zum Menschen gipfelte²⁾“. Diese Ansicht habe ich auch in späteren Veröffentlichungen stets vertreten; so schrieb ich einige Jahre später über die Säugetiere: „Da eine Haupteigentümlichkeit dieser Tiere in der Selbstregulierung der Bluttemperatur liegt, die wir als Warmblütigkeit bezeichnen, sowie in dem dadurch notwendig gemachten Schutze vor übermäßiger Ausstrahlung der Eigenwärme, der durch die Ausbildung eines Haarkleides bewirkt wurde, so mußte zur Ausbildung solcher Eigenschaften eine Erdperiode besonders geeignet erscheinen, die ein verhältnismäßig kühles Klima besaß. Dies war aber im Perm unzweifelhaft der Fall³⁾“; und über das Perm: „Eine solche Kälteperiode mußte geeignet sein, einen Tiertypus hervorzubringen, der durch selbsttätige Temperaturregulierung und durch Erwerbung eines idealen Wärmeschutzes in Gestalt eines Haarkleides von den ungünstigen Einwirkungen der niederen Temperatur wenigstens teilweise unabhängig wurde . . .⁴⁾“. Dies dürfte genügen, um zu zeigen, daß die von *Lewy* vorgetragene Annahme durchaus nicht neu ist. Ich möchte aber nicht etwa für mich in Anspruch nehmen, diesen Gedanken zuerst ausgeführt zu haben. Er liegt ja eigentlich so nahe. Allerdings weiß ich momentan nicht einen bestimmten älteren Beleg dafür beizubringen.

Radeberg, den 28. April 1914.

Dr. Th. Arldt.

Aktiver Stickstoff.

Die Existenz einer aktiven Stickstoffmodifikation, welche durch die Arbeiten von *Tiede* und *Domcke* (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 46, 4095 (1913); 47, 420 (1914);

¹⁾ Bei denen *Haeckel* ebenso wie bei den Pterosauriern eine gewisse Warmblütigkeit angenommen hat.

²⁾ Th. Arldt, Die Entwicklung der Kontinente und ihrer Lebewelt. Leipzig 1907, S. 490.

³⁾ Wohnstätten des Lebens. Leipzig 1910, S. 101.

⁴⁾ Die Entwicklung und Ausbreitung der Beuteltiere, Natur 1911, S. 309.

vgl. das kurze Referat auf S. 428 dieser Zeitschrift) widerlegt schien, darf nach Mitteilungen von *Baker* und *Strutt* (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 47, 801, 1049 (1914)) sowie von *Koenig* und *Elöd* (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 47, 516, 523 (1914)) wohl als endgültig bewiesen gelten. Letztere aktivierten den Stickstoff durch Entladung von hochgespanntem Gleichstrom und erzielten damit etwa die gleichen Konzentrationen an aktivem Stickstoff wie bei Anwendung von Kondensatorfunken (rund ½ %). Der Beweis für die Aktivierung des Stickstoffs liegt nicht in der Erscheinung des gelben Nachleuchtens, sondern in der Fähigkeit des nachleuchtenden kalten Gases, mit Metallen *Nitride*, mit Kohlenwasserstoffen *Blausäure* zu bilden. Die energische Reaktion des aktiven Stickstoffs mit Metalldämpfen erklärt (zum Teil wenigstens) die Ergebnisse von *Tiede* und *Domcke*, bei deren Versuchsanordnung Quecksilberdampf nicht vermieden war: Zusatz einer geringen Menge Sauerstoff zum Stickstoff verstärkt das Nachleuchten durch Beseitigung des Metaldampfes. Bei entsprechend sorgfältiger Ausführung der Versuche haben sowohl *Baker* und *Strutt* als auch *Koenig* und *Elöd* reinsten, sauerstofffreien Stickstoff zu glänzendem Nachleuchten gebracht; sie halten deshalb an der ursprünglichen Deutung *Strutts* fest, nach welcher die in Frage stehende Lumineszenz dem Stickstoff selbst zukommt und beim Übergang des Elementes aus der einatomigen aktiven in die zweiatomige inaktive Modifikation emittiert wird.

Karlsruhe, den 27. April 1914.

Dr. Adolf Koenig.

Besprechungen.

Desch, Cecil H., Metallographie. Deutsch von Dr. *F. Caspari*. 12. Band des Handbuches der angewandten physikalischen Chemie, herausgegeben von Professor Dr. *G. Bredig*. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1914. VIII, 265 S., 115 Figuren und 5 Tafeln. Preis geh. M. 14,—, geb. M. 15,—.

Bereits das im Jahre 1910 in englischer Sprache erschienene Originalwerk *Deschs* ist mit großer allgemeiner Anerkennung aufgenommen worden. Der Verfasser, der auch in Deutschland seinen Doktorgrad erworben hat, vereinigt in glücklicher Weise den praktischen Sinn des Engländers mit deutscher Gründlichkeit, was dem Werke überall zugute kommt. Die deutsche Ausgabe ist gegenüber dem englischen Original korrigiert, ergänzt und erweitert. Der Inhalt behandelt in 18 Kapiteln die Theorie der Zustandsdiagramme, die Methoden der thermischen und mikrographischen Analyse, Kristallisation, Unterkühlung, Metastabilität und Diffusion der Metallegierungen, ferner die physikalischen und elektrochemischen Eigenschaften. Besondere Kapitel sind der Konstruktion des Zustandsdiagrammes, ferner dem Molekulargewicht, den mechanisch beanspruchten Zuständen gewidmet, und schließlich behandeln die beiden letzten Kapitel Stahl und Eisen, und die übrigen technisch wichtigen Legierungen. Die junge metallographische Wissenschaft steht gerade jetzt in einem Stadium, wo sie sich in technischen Kreisen die Anerkennung der Überlegenheit rationeller und exakter wissenschaftlicher Methoden über die veralteten Hilfsmittel zielloser Empirie erringen muß, daher ist uns jedes neue Werk, das zugleich wissenschaftlich gründlich und technisch verständlich ein neues Bindemittel zwischen Theorie

und Praxis liefert, in höchstem Maße willkommen. Speziell das vorliegende Werk kann allen ernsthaft Strebenden nicht warm genug empfohlen werden.

W. M. Guertler, Berlin.

Richards, Joseph W., Metallurgische Berechnungen.

Praktische Anwendung thermochemischer Rechenweise für Zwecke der Feuerungskunde, der Metallurgie des Eisens und anderer Metalle. Autorisierte Übersetzung nach der zweiten Auflage von Professor Dr. Bernhard Neumann, Darmstadt, und Dr.-Ing. Peter Brodal, Christiania. Berlin, Julius Springer, 1913. XV, 599 S. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 23,—.

Das vorliegende Werk ist gleichzeitig ein Lehrbuch der Technologie der Wärme und der Metallurgie und eine Sammlung von Rechenaufgaben, die das Verständnis der mitgeteilten Gesetze und Tatsachen sowie ihre praktische Anwendung ungemein erleichtern und vertiefen, und darin liegt sein hoher pädagogischer Wert. In drei Kapiteln werden die theoretischen Grundlagen und die praktische Feuerungskunde, die Metallurgie des Eisens und Stahls und die der anderen Metalle nacheinander behandelt, und jedem einzelnen Paragraphen ist eine geeignete Auswahl praktischer Rechenaufgaben angefügt. Der Studierende lernt daher mühelos, nach welchen Gesichtspunkten der Techniker ein Verfahren beurteilen muß, und wird zweifellos zu selbstschöpferischer Tätigkeit angeregt. Daß ein derartiges Werk zuerst in Amerika, und dort bereits in zweiter Auflage erschienen ist, zeigt uns, daß wir im Hochschulunterricht manches von den Amerikanern lernen können, und auch aus diesem Grunde können wir den Übersetzern für die Besorgung der deutschen Ausgabe dankbar sein.

Zur Beurteilung des Werkes im einzelnen fühlt sich der Berichterstatte nur für den ersten Teil des Werkes kompetent. Hier ist rühmend hervorzuheben, daß die Mitteilung zahlreicher Tabellen über Bildungs- und Verbrennungswärmen, spezifische Wärmen usw. das Verständnis der Rechnungen außerordentlich erleichtert. Die Fülle des Materials ermöglicht es dem Leser ohne weiteres auch eigene Rechnungen auszuführen und Aufgaben zu lösen, die in dem Buche selbst nicht aufgenommen sind. Auch die Anordnung und Gliederung des Stoffes ist durchaus zu loben. Dagegen kann man die Zahlenangaben nicht ganz ohne Kritik aufnehmen. So ist z. B. das Normalvolumen eines Gases zu 22,22 Liter pro Gr. Molekulargewicht angenommen und bei allen Rechnungen benutzt, während die richtige Zahl bekanntlich 22,41 ist. Für die spezifischen Wärmen der Gase sind durchweg noch die älteren Literaturangaben aufgenommen, während nach neueren Explosionsversuchen kleinere Zahlen zu benutzen wären, wodurch die kalorimetrisch berechneten Temperaturen nicht unwesentlich beeinflußt werden. Ferner ist z. B. zu beanstanden, daß auf S. 62 der Siedepunkt des Kohlenstoffs bei Atmosphärendruck zu 3700° C angegeben wird, und zwar, wie stets in dem ganzen Werke, ohne Literaturangabe. Dieses vollständige Fehlen der Literaturzitate ist ebenfalls ein Mangel, der allerdings in einer späteren Auflage ohne große Mühe beseitigt werden könnte.

Diese kleinen Ausstellungen sollen die Brauchbarkeit und vor allem den pädagogischen Wert des Werkes nicht herabsetzen. Es ist vielmehr zu hoffen, daß es bei Studierenden und auch in der Praxis stehenden Chemikern und Metallurgen recht zahlreiche Leser findet.

O. Sackur, Dahlem.

Smiles, Samuel, Chemische Konstitution und Physikalische Eigenschaften. Aus dem Englischen übersetzt von Dr. P. Krassa, bearbeitet und herausgegeben von Prof. Dr. R. O. Herzog. Dresden und Leipzig, Theodor Steinkopff, 1914. XII, 676 S. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 21,50.

Der organische Chemiker hat stets neben der chemischen Zusammensetzung einer Verbindung auch einige ihrer physikalischen Eigenschaften, wie Schmelzpunkt, Siedepunkt, Dichte usw. bestimmt. Zunächst dienten diese physikalischen Angaben wohl hauptsächlich zu analytischen Zwecken, d. h. zur leichteren Erkennung und Identifizierung der Verbindungen. Später erkannte man jedoch den innigen Zusammenhang, der zwischen der Konstitution und den physikalischen Eigenschaften besteht und ging mehr und mehr dazu über, verwickeltere Struktur- und Valenzprobleme auf physikalischem Wege zu lösen. Beruht doch bekanntlich die ganze Entwicklung der Stereochemie auf der Untersuchung des optischen Drehungsvermögens.

Mit den Fortschritten der physikalischen Wissenschaft und der experimentellen Technik wuchs naturgemäß sowohl die Zahl der Eigenschaften, die zur Untersuchung gelangten, wie vor allem auch die der experimentellen Methoden. Daher entstand das Bedürfnis nach einer systematischen Übersicht des einschlägigen Materials. In der deutschen Literatur fehlte bisher ein derartiges Werk, und es ist freudig zu begrüßen, daß Herzog eine deutsche Ausgabe des seit einigen Jahren rühmlich bekannten Werkes von Smiles herausgegeben hat. Die Vielseitigkeit des dem Leser gebotenen Stoffes wird am besten durch eine Wiedergabe der Kapitelüberschriften erläutert: 1. Raumerfüllung, 2. Kapillarität, 3. Viskosität, 4. Spezifische Wärme, 5. Schmelzpunkt, 6. Siedepunkt, 7. Verdampfungswärme, 8. Bildungswärme und Verbrennungswärme, 9. Brechungs- und Zerstreuungsvermögen, 10. Absorption des Lichtes, 11. Fluoreszenz, 12. Optisches Drehungsvermögen, 13. Elektrische Leitfähigkeit, 14. Dielektrizitätskonstante, 15. Elektrische Doppelbrechung, 16. Anomale Absorption, 17. Magnetische Suszeptibilität, 18. Magnetisches Drehungsvermögen, 19. Magnetische Doppelbrechung. Gegenüber dem englischen Original sind neu eingefügt die Kapitel 8, 12, 13, 14, 17, die von F. Kaufler geschrieben sind, und die von R. Leiser bearbeiteten Kapitel 15 und 19. Außerdem sind sämtliche Abschnitte durch Berücksichtigung der neuesten Literatur vervollständigt worden, und die Namen des Verfassers und Herausgebers und seiner Mitarbeiter bürgen dafür, daß keinerlei wesentliche Einwände zu erheben sind.

Schon diese kurze Inhaltsangabe zeigt, daß hier ein Werk entstanden ist, welches für jeden Chemiker, mag er auf anorganischem, organischem oder physikalisch-chemischem Gebiete tätig sein, lesenswert oder sogar unentbehrlich ist und auch den meisten Physikern vieles Interessante bietet. Die von P. Krassa besorgte Übersetzung ist ausgezeichnet; sie liest sich nicht wie die Übertragung aus einer fremden Sprache, sondern wie ein deutscher Originaltext.

O. Sackur, Dahlem.

Oppenheimer, Carl, Die Fermente und ihre Wirkungen.

4. völlig umgearbeitete Auflage. Leipzig, F. C. W. Vogel, 1913. VIII u. S. 487—1150. Preis geh. M. 36,—, geb. M. 37,50.

Schon bei der Besprechung des ersten Teiles der „Fermente“ von Oppenheimer hatten wir Gelegenheit gehabt, auf die Bedeutung des Werkes hinzuweisen.

Der günstige Eindruck ist nun beim Erscheinen des ganzen Werkes noch größer. Wie enorm das in dem Werk verarbeitete Material ist, beweist am besten, daß das dem Buch beigefügte Literatur- und Namenregister 100 Seiten umfaßt. Schon als Nachschlagewerk und literarischer Wegweiser wäre das Buch demnach von nicht gering anzuschlagendem Wert. *Oppenheimer* verstand jedoch die übergroße Fülle der Tatsachen zu meistern und geistig zu verarbeiten. Mit großem Genuß wird man vor allem den Teil über allgemeine Chemie und Biologie der Fermente lesen. Manche früheren Anschauungen mußten hier über Bord geworfen werden; so bei der Betrachtung der Fermente als Antigene. Andererseits sind namentlich in der Auffassung des Chemismus der fermentativen Spaltung wertvolle neue Gesichtspunkte hinzugekommen, vor allem die Erkenntnis der Bedeutung der Reaktion des Mediums für die Fermentwirkung, ferner der Einfluß der Neutralsalze. Eine Übertreibung, die den ganzen Lebensprozeß in den fermentativen Vorgängen aufgehen lassen will, wird glücklich vermieden. „Man muß unterscheiden lernen zwischen den Fermenten der lebenden Zellen, deren Tätigkeit man sich auch getrennt von diesen vorstellen kann, und die ja auch de facto in vielen Fällen von der Zelle losgelöst werden können, und den Lebensvorgängen der Zelle als solchen, die auch unter Verbrauch äußerer Energie ruhende Gleichgewichte ändern, komplexe Verbindungen synthetisch erzeugen können.“ Überhaupt muß es als ein Vorzug erwähnt werden, daß der fließenden, abgerundeten Darstellung zuliebe nirgends die großen Lücken und die Unsicherheit in den Anschauungen unterdrückt werden. Der Leser wird nirgends darüber im unklaren gelassen, ob er auf dem Boden gesicherter Tatsachen oder im Gebiete der Hypothesen sich befindet. — Viel Wissenswertes enthält auch die von *R. O. Herzog* abgefaßte physikalische Chemie der Fermente und Fermentreaktionen, wenn auch dieser Abschnitt nicht ganz auf der Höhe des übrigen Werkes steht.

P. Rona, Berlin.

Cannizzaro, St. (†), Historische Notizen und Betrachtungen über die Anwendung der Atomtheorie in der Chemie und über die Systeme der Konstitutionsformeln von Verbindungen. Aus dem Italienischen mit einer biographischen Einleitung. Von *B. Lino Vanzetti* und *Max Speter*. (Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.) Stuttgart, Ferdinand Enke, 1913. 166 S. Preis M. 6,—.

Der berühmte italienische Chemiker gibt in dieser wertvollen Arbeit ganz vom Standort seiner Eigenart als Lehrender und Meister der Interpretation eine historische Untersuchung unserer wichtigsten chemischen Theorien. Er zeigt, wie der chemische Gedanke der Atomtheorie sich mählich vertieft, wie dieser ganze wissenschaftliche Gedankenkreis vor allem sich an der umfassenden Synthesenarbeit *Berzelius'* orientiert, wie dann der Dualismus und die sogenannten Äquivalentformeln beseitigt werden und letztlich das unitarische System von *Gerhardt*, *Laurent* und *Williamson* zu hellem Siege kommt. Dieses geistreiche Buch ist eigentlich ein Beitrag zur Erkenntnis *Cannizzaros* Gelehrtenpersönlichkeit. Wie in einem Spiegel sieht man seine Weise, die Bedeutung der entdeckten Tatsachen zu ergründen, die mannigfachen Ansichten seiner wissenschaftlichen Zeitgenossen zu erörtern, Ergebnisse und Folgerungen zu noch höherer Bedeutsamkeit zu erheben und Zusammenfassungen zu erdenken, die neue Zukunftspläne und Zukunftswege

möglich machen. Mit Genialität wußte *Cannizzaro* die experimentellen Ergebnisse anderer Forscher ins rechte Licht zu stellen und der Psychologie ihrer Entdeckungen nachzugehen. Er war immer auch Historiker. Der feine Sinn für das Werden mischt sich überall in seine Darstellung. *B. Lino Vanzetti* und *Max Speter* haben mit schätzenswerter Gründlichkeit eine schöne Verdeutschung geboten und sie verständnisvoll eingeleitet. Franz Strunz, Wien.

Aus der Zoologischen Station Rovigno (Adria).

Mit den kleinen Mitteilungen zur Naturgeschichte der Adria, die wir künftig hier veröffentlichen wollen, hoffen wir, dem Leserkreis der *Naturwissenschaften* mancherlei Anregungen zu bieten, und dem Biologen insbesondere mit der Darstellung des am Orte Geschehen eine gewisse Summe von Erfahrungen zur Verfügung zu stellen, mit denen er rechnen kann, wenn er etwa vor hat, an der Adria selbst zu arbeiten.

1. *Aktinien im Aquarium und im Freien.* (Mit 2 Abbildungen im Text.)

Anemonia sulcata Penn. ist wohl unter den Aktinien diejenige, die das Bild des Strandes am meisten

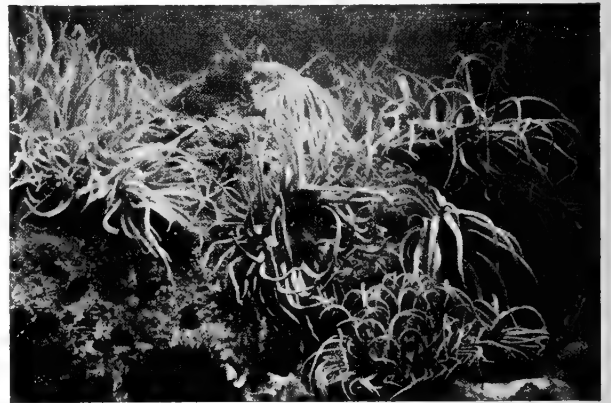


Fig 1. *Anemonia sulcata* im Aquarium bei aufgehender Sonne. (Original.)

beeinflusst. Bald lebt sie vereinzelt in einer Felsenritze, bald in Trupps beieinander, so dicht gedrängt, wie die Rasenbüschel auf einer Wiese. Sie rückt zuweilen so hoch in die Ebbe-Flut-Zone hinein, daß sie bei Ebbe trocken liegt, und es scheint ihr dann nichts zu machen, ob die heiße Sommersonne auf sie niederstrahlt, oder Bora mit sieben Grad Kälte über sie hinwegbläst. Nach *Graeffe* bewohnt sie im Triester Golf „alle Tiefen, von der Küstenzone bis in die tieferen Schlammgründe, wo die größten Exemplare sich finden“. Wenn *Anemonia* in Häfen mit getrübtetem Wasser lebt, ist ihre Farbe wie die eines hellen Milchkaffees. Im ganz klaren Wasser und in der Nähe der Ebbegrenze haben die Arme leuchtend weinrote Spitzen. Hält man diese Farbenvarietät unter den Bedingungen, unter denen die Hafenform gedeiht, so verliert sich das schöne Weinrot. Eigentümlich ist das Verhalten der *Anemonia sulcata* zum Licht. Sobald sie an ihrem Standort von den ersten

Strahlen der Morgensonne getroffen wird, stellen sich die Arme in die Längsrichtung der Sonnenstrahlen ein, und so wandert im Lauf des Tages das ganze Armbündel mit der Sonne mit. Sobald aber das Licht diffus wird — sobald also ein Wolken- oder ein Fels- oder ein Wellenschatten auf die Aktinie fällt —, hört die richtende Kraft der Sonne auf, und die Arme legen sich auseinander, wie die Fig. 1 es zeigt.

In der Armhaltung der Fig. 1 sieht man die *Anemonia sulcata* meistens im Freien, es sei denn ruhige See, und das Licht auch nicht durch den Wellengang diffus gemacht. Auch im Aquarium, das nicht voll der Sonne ausgesetzt ist, zeigt sich die Armstellung der Fig. 1. Mit dem Eintritt der Dunkelheit klappen die Tiere im Aquarium so zusammen, wie die zweite photographische Aufnahme es zeigt. Später kontrahieren sie sich noch mehr und ziehen die Tentakel so weit ein, daß nur noch die Spitzen von dreien oder vierten heraus schauen, und die ganze Kolonie den Anblick eines Rübenfeldes gewährt, von dem man die Blätter abgesichelt hat. In mond hellen Nächten wird dieses letzte Stadium auch im Aquarium nicht erreicht, und die Anemonien verharren die Nacht über in der Stellung der Fig. 2. Wie ich

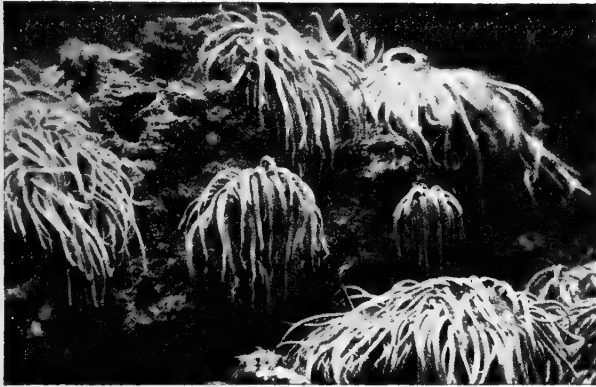


Fig. 2. *Anemonia sulcata* im Aquarium bei sinkender Sonne (Original). Die Aufnahme gibt die Individuen von Fig. 1 gegen Abend wieder.

auf Nachtfahrten mit dem Glasbodenboot unserer Station feststellen konnte, kontrahieren sich die Tiere bei Seegang, und wenn Strömungen über sie hinstreichen, nicht. Am klarsten läßt sich die richtende Kraft der Sonnenstrahlen auf die Arme der *Anemonia* in dem großen Freilandbecken der Station beobachten, wo man nach Belieben die Wirkungen der Beschattung aus- oder einschalten kann.

Die abgebildete Anemonien-Gruppe halte ich seit sechseinhalb Jahren im Aquarium. Sie ist mit dem Felsstück, mit dem sie photographiert ist, damals in das Aquarium eingetragen worden, ist also eine völlig natürliche Gruppe. Die Mehrzahl der Tiere nimmt noch heute den Platz ein, den sie damals inne hatte. Einige sind an den Wänden des Aquariums hinauf gewandert.

An fünf Armen der Kolonie hat sich etwa zentimeterweit unter der Spitze noch je eine neue Spitze gebildet.

Merkwürdig ist, daß die Fische *Gobius* und *Blennius* nicht die geringste Scheu vor dieser Aktinie zeigen, die doch mit nesselnden Kapseln und Fangarmen reich genug ausgestattet ist. Einer der Sta-

tionsfischer, der einmal im Juli mit dem unbekleideten Unterarm einer Aktinie nahe kam, hat lange unter einer Urtikaria gelitten. *Gobius* und *Blennius* dagegen schießen unbekümmert in das dichteste Anemoniengewirr hinein und scheinen keinerlei Schaden davon zu haben. Ich habe auch nie Fische von Aktinien verschlingen sehen.

Aiptasia mutabilis Grav. — Die Art geht wie *Anemonia* in das Ebbe-Flut-Gebiet hinein und erweist sich darin der Witterung gegenüber ebenso hart wie *Anemonia*. Doch lebt sie fast immer nur einzeln. Gegen das Licht verhält sie sich gleichgültig. Ein Exemplar, das sich im Aquarium zwischen Steinen angesiedelt hat, verbirgt sich oft wochenlang, namentlich dann, wenn es gut gefressen hat. — Drei Exemplare, die sich vor 4 Jahren „von allein“ in einem Bassin eingestellt haben, sind in den vier Jahren niemals gefüttert worden und machen durchaus nicht den Eindruck der Dürftigkeit. Im Gegenteil sind sie gewachsen.

Actinia (Priapus) equina Lin. — Diese Art, die in der Ebbe-Flut-Zone lebt, hält sich im Aquarium nur, wenn man auch dort Ebbe und Flut erzeugt. Sie hängt sich dann in die obere Flutlinie und wartet, wie draußen, auf das Wiederkehren des Wassers. Neuerdings, seit 1¼ Jahren, halte ich sie in einem Becken, in dem ich durch einen rhythmisch eintauchenden Keil auch Wellenschlag erzeuge. Das bekommt ihr, wie es scheint, noch weit besser.

Auch *Actinia equina* muß im Futter knapp gehalten werden. Freund Pütter hat seinerzeit hier in Rovigno an ihr festgestellt, daß sie bereits aus den gelösten organischen Verbindungen des Meerwassers 42 bis 56 % ihres Nährstoffbedarfs deckt, also nie eigentlich Hunger leidet. (Siehe August Pütter, Die Ernährung der Wassertiere durch gelöste organische Verbindungen, Archiv f. d. ges. Physiologie Bd. 137, Bonn 1911, Seite 613.) Überhaupt schädigt man die Aktinien eher durch vieles Füttern mit fester Nahrung. Ich lasse sie die Woche einmal füttern, und zwar meist mit zerriebenem Fischfleisch, selten mit ganzen Stücken. Allerdings muß ich bemerken, daß alle Aquarienbecken der Station fortgesetzt mit frischem Wasser versehen werden.

Daß *Actinia equina* im Aquarium, wie *Bohn* berichtet (siehe v. Uexküll, Umwelt und Innenwelt der Tiere, Berlin, Springer, 1909), die Gewohnheit noch lange beibehält, sich beim Eintritt der Ebbe draußen zu schließen, und mit Eintritt der Flut im Meer wieder zu öffnen, habe ich nicht feststellen können. — Die geschlossene *Actinia* öffnet sich aber immer, wenn Futter ins Wasser geworfen wird.

Cereactis aurantiaca D. Ch. — Dieser Form, die im Sand und zwischen Geröll lebt, muß auch im Aquarium so viel Sand geboten werden, daß sie ihren ganzen Körper so tief darin versenken kann, bis sie die Tentakelkrone darauf auszubreiten vermag.

Adamsia palliata Boh. — Diese Aktinie kommt nur in Gemeinschaft mit dem Einsiedlerkrebs *Eupagurus prideauxi* (Leach) vor. Otto Pesta, der sich an unserer Station zuletzt mit diesem Krebs beschäftigt hat (Zoologischer Anzeiger Bd. XLIII, Nr. 2, 1913, Seite 92 und 93), sagt von dem Krebs, daß er bei Rovigno häufig vorkommt und meistens Tiefen von 10 bis 30 Meter bewohnt. „So ist er sowohl im Hafen selbst, wie auch in der Bucht von Valdivora auf steinigem Grund von 14—16 m fast stets anzutreffen. Ich konnte die Form aber auch auf Sandgrund von 5 bis 10 m Tiefe und im Canale di Leme

auf Schlamm von 30—35 m Tiefe finden. Die Gehäuse der aus den zuerst erwähnten Lokalitäten stammenden Exemplare tragen meistens eine schön rot gefleckte Aktinie (*Adamsia palliata* Boh.), die an der Bauchseite (zwischen den Gangbeinen des Einsiedlerkrebses) der Schneckenschale aufsitzt und nach oben beiderseits flügelartige Verbreiterungen ihres Fußes entsendet, so daß das Schneckenhaus fest umschlossen wird und sich oben, wo die Ränder dieser Lappen zusammenstoßen, eine „Naht“ („Scheitel“) gebildet hat. Bei solchen Exemplaren ist statt des harten Gastropodenhauses nur mehr eine biegsame, lederartige Haut vorhanden, welche dem Krebs nicht allzu großen Schutz verleihen mag; offenbar wird durch den Fuß der *Adamsia* eine Zersetzung und Lösung des Kalkes bewirkt.“ Ich habe a. a. Orte, Seite 93, dazu bemerkt: „Es ist eine allgemeine Erscheinung, daß Aktinien, die sich mit ihrem Fuß auf Muschel- oder Schneckenschalen festgesetzt haben, ihre Unterlage langsam zerstören. So fallen *Helicatis*, die auf Austernschalen sitzen, mit der Zeit durch das Loch, das sie in die Schale — wie ich annehme — ätzen, hindurch. Von einer ätzenden Wirkung auf den Kalkstein in unserer Küste habe ich bisher nichts wahrnehmen können.“

„Zu *Adamsia palliata* bemerke ich noch, daß sie ohne den Einsiedlerkrebs nicht gedeiht. In bewegtem Wasser hält sie es noch eine Zeitlang aus, verkümmert aber dabei und geht ein. Interessant ist, daß sie beim Sitzen auf ebener Fläche den langoval ausgezogenen Fuß allmählich kreisrund umformt.“

Die Aktinie hat sich darum mit dem Munde nach unten auf das Krebshaus gesetzt, weil ihr so der Krebs alles, was er selbst nicht frißt, in die Arme werfen muß. Oft graben sich die Einsiedlerkrebse mit großer Behendigkeit in den Sand ein, oft so tief, daß nur die Augen heraus schauen und verharren in dieser Lage stundenlang. Es macht nicht den Eindruck, als ob die vergrabene *Adamsia* durch den Reiz des Sandes veranlaßt würde, sich zu schließen. Die Angaben der Literatur, daß der Krebs beim Umzuge in ein neues Haus die Aktinie nötige, mitzukommen, habe ich nie beobachten können.

Sagartia parasitica Johns. — Lebt auf den Schalen der Schnecke *Murex*. Wird sie von ihrem Aufenthaltsorte entfernt, so kümmt sie langsam dahin, frißt zwar noch, wird jedoch immer kleiner.

Cerianthus membranaceus Edw. H. — Diese große Seerose lebt in Röhren, die sie sich in dem tiefen Sande selbst erzeugt. Tagsüber verbirgt sie sich in ihrem Rohr, nachts streckt sie die Tentakelkrone heraus, so daß, wenn viele nebeneinander wohnen, es aussieht, wie ein Blumenbeet. Man erbeutet sie daher in den sandigen Buchten am sichersten bei trübem Wetter.

2. Über einen seit vier Jahren hungernden Aal (*Anguilla vulgaris* Flem.). — Ein Beitrag zur Lehre von der Ernährung der Wassertiere durch gelöste organische Verbindungen. —

Einen Süßwasseraal, der schon vier Jahre hindurch gehungert hat, „pflegt“ die Zoologische Station Rovigno noch immer. Am 17. März 1914 lag das Tier mit einer schweren Kopfwunde am Rande des Süßwasserteiches, an dem man zuerst vorbeifährt, wenn man Rovigno mit der Bahn verläßt. Der Aal lag mit der vorderen Hälfte seines Körpers am Land. Vom Kopf war ihm der ganze Oberkiefer bis zu den Mundwinkeln hin, zusamt den Augen, weggerissen, und die Hirnhöhle lag frei. Die Wunde blutete noch

frisch. Ich nahm das Tier in der Hand mit nach Haus und setzte es in ein leerstehendes Becken unseres Seewasseraquariums. Denn der Aal verträgt ja Meerwasser und Süßwasser gleich gut.

Nach ein paar Tagen war die Wunde ausgeheilt, und das augenlose Tier schwamm mit großer Vorsicht in seinem Käfig herum. Allmählich hob sich der Unterkiefer, da ihm ja das Widerlager fehlte und stellte sich vor die Mundöffnung.

Nach dieser Verletzung war es für den Aal natürlich ganz unmöglich, feste Nahrung zu sich zu nehmen. Ich habe ferner auch nie versucht, ihm etwa fein zeriebenes Fleisch zu reichen. Sein Behälter wurde vielmehr mit einem Netz bedeckt und das Tier auf das strengste sich selbst überlassen.

Dreimal ist er im Laufe des ersten Jahres seiner Gefangenschaft aus dem Becken entschlüpft; einmal war er in das benachbarte Becken gestiegen, und zweimal wurde er hilflos zappelnd auf der Diele vor seinem Aquarium aufgefunden.

Da ihm die Augen fehlen, hat er nie versucht, sich tagsüber in dem Geröll am Grunde des Bassins zu verkriechen, wie das gesunde Aale tun. Vielmehr hängt er fast immer, wie ein Sprengel gebogen, nahe der Wasseroberfläche, mit dem Kopf nach oben. Niemals ruht er auf dem Boden aus. Seine Schwimmbewegungen sind sehr langsam, fast „vorsichtig“. Auf Berührungen antwortet er äußerst präzise und weicht ihnen nach vorwärts oder rückwärts sehr behend aus. Die Sonne scheint ihn nicht zu irritieren, jedenfalls hat es den Anschein, als habe er keine Empfindung dafür, ob er beschienen wird oder nicht. Im ganzen macht er einen apathischen Eindruck.

Da er sich beim Schwimmen normal hält, höchstens um eine Kleinigkeit schief hängt, scheinen die Gleichgewichtsorgane nicht nennenswert verletzt zu sein.

Gemessen und gewogen habe ich das Tier von Anfang nicht, ich konnte ja nicht wissen, wie das ungewollte Experiment ausging. Nach dem dritten Jahr seiner Haft wog er 180 g. Seine Länge festzustellen ist sehr schwer, ohne ihn dabei in eine Gefahr zu bringen, der er vorzeitig erliegen könnte; ich schätze sie auf 52 cm. Heute, ein Jahr später, wiegt er nur noch 130 g. Ein normaler Aal von ungefähr gleicher Länge wiegt 250 g. Nach seinem Tode werden wir bei einem gesunden Aal von seiner Größe um Mitte März das Gewicht feststellen, um einen noch genaueren Vergleich zu haben.

Wovon das Tier nun schon vier Jahre hindurch gelebt hat, wäre ganz unverständlich, wenn wir nicht durch August Pütter wüßten, daß das Meerwasser eine gewisse Menge gelöster organischer Verbindungen enthielte, die durch die Kiemen aufgenommen werden und hinreichen, dem Aal das Leben zu fristen. (Vgl. August Pütter, Die Ernährung der Wassertiere und der Stoffhaushalt der Gewässer. Jena, Gustav Fischer, 1909.) Die an sich schon minimale Menge Plankton, die durch unsere Becken geht, kommt für unsern Aal nicht in Betracht, weil er ja nicht mehr schlucken kann. Überdies hätte er sie ständig mit den 3 Aktinien *Aiptasia mutabilis* zu teilen, die, wie ich in der vorigen Mitteilung aus der Zoologischen Station Rovigno berichtet habe, bereits vier Jahre lang mit ihm „hungern“ (und dabei wachsen!). Es bleibt daher tatsächlich nichts übrig, als ihm die geringe Menge gelöster organischer Substanzen als Nahrung zuzuschreiben, die ihm mit dem Strome frischen Seewassers zugehen, mit dem wir unsere Aquarien ununterbrochen beschicken. Auch mag der Umstand,

daß er sich fast nicht bewegt, lebenverlängernd wirken. Der oberkieferlose Aal bleibt nach wie vor unter Beobachtung, und ich werde seinerzeit über den schließlichen Ausgang des Versuchs hier wieder berichten.

Rovigno, 16. März 1914.

Dr. Thilo Krumbach.

Astronomische Mitteilungen.

Die Frage einer langperiodischen Veränderlichkeit der Sonnenintensität behandelt Prof. Müller (Potsdam) in Nr. 4728 der „Astronomischen Nachrichten“ und kommt dabei zu sehr beachtenswerten Schlußfolgerungen. Nach den in Amerika auf dem Mount Wilson und gleichzeitig in Algier ausgeführten Strahlungsmessungen folgt, wie in den Annalen des Astrophysikalischen Observatoriums des Smithsonian Instituts (Bd. III) von Abbot, Fowle und Aldrich nachgewiesen ist, eine unregelmäßige Schwankung der Sonnenstrahlung in Perioden von 7 bis 10 Tagen und mit einem Betrage von 7% des Strahlungswertes. Außerdem haben die amerikanischen Forscher auf Grund derselben Messungen die Vermutung ausgesprochen, daß noch eine Veränderlichkeit der Sonnenintensität von langer Periode in Übereinstimmung mit der Fleckenperiode von 11 Jahren existiert und zwar derart, daß die Sonnenstrahlung mit der Häufigkeit der Flecken wächst. Dieses auf den ersten Blick überraschende Ergebnis wird durch die früheren Potsdamer Messungen von Prof. Müller an den Helligkeiten der Planeten (Potsd. Beobacht. Bd. 8) bestätigt. Schwankungen des Sonnenlichtes müssen sich naturgemäß auch in den Helligkeiten der im reflektierten Sonnenlichte leuchtenden Planeten widerspiegeln. In der Tat zeigen sich in den sorgfältigen Potsdamer photometrischen Messungen an den Planeten Mars, Jupiter, Saturn und Uranus deutliche Lichtänderungen, die auf langperiodischen Schwankungen der Sonnenhelligkeit beruhen und zur Zeit der größten Fleckenzahl auch die höchste Sonnenstrahlung ergeben. Prof. Müller erklärt dieses nur scheinbar mit der Annahme, daß bei wachsender Fleckenzahl die Sonnenoberfläche dunkler ist, kontrastierende Phänomen sehr richtig. Man muß sich eben vorstellen, daß mit der Zunahme der auf dem Sonnenkörper stattfindenden Revolutionen auch die Energie der Licht- und Wärmeentwicklung steigt. Damit würde auch die neuere Darstellung über die Natur der Sonnenflecken als elektrisch geladene Wirbel in Einklang stehen.

Einen Zusammenhang zwischen Sternengeschwindigkeiten und Sterntemperaturen erörtert O. Luptau-Janssen, Astronom an der sehr erfolgreich unter Prof. Strömrgrens Leitung tätigen Kopenhagener Sternwarte in den „Astronomischen Nachrichten“ Nr. 4728 und kommt dabei zu einer bemerkenswerten theoretischen Darstellung, die zweifellos einen großen Fortschritt für unsere in der modernen Astronomie mit Erfolg begonnene Erkenntnis vom Aufbau und Mechanismus der Fixsternwelt bedeutet. Nach den besten bisher bekannten Messungen haben die verschiedenen Spektraltypen der Sterne folgende Temperaturen und mittlere absolute Geschwindigkeiten:

Spektraltypus	I 9500° 14 km pro Sekunde
	II 8200° 21 km pro Sekunde
	III 4700° 30 km pro Sekunde
	IV 3200° 33 km pro Sekunde

Man erkennt zunächst das schon bekannte Gesetz, daß die heißesten Sterne sich viel langsamer bewegen als die kühleren. C. Luptau-Janssen ist nun noch einen Schritt weiter gegangen und hat eine gesetzmäßige Beziehung zwischen Spektraltypus oder Temperatur (θ) und absoluter Geschwindigkeit (G) gefunden in Form einer Gleichung:

$$\frac{1}{2} G^2 + 0,07 \theta = \text{konstant},$$

die aussagt, daß die Summe der kinetischen und thermischen Energie während der Entwicklung eines Gestirns konstant bleibt. Aus dieser Gleichung, deren allgemeine Gültigkeit noch für eine größere Zahl von Sternen zu erweisen ist, folgt ferner, daß in den Systemen der Fixsterne ähnliche Verhältnisse obwalten, wie in einem idealen Gase, was übrigens bei den Potsdamer Untersuchungen über Sternströme auch schon als wahrscheinlich sich herausstellte.

Zwei neue kleine Planeten sind von J. Palisa auf der Wiener Sternwarte entdeckt worden, beide sehr lichtschwach, der eine von der 13. und der andere von der 13½. Größenklasse. Auch auf der Königstuhl-Sternwarte bei Heidelberg sind zwei neue kleine Planeten von der 12½. und 11½. Größenklasse aufgefunden worden.

Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, daß der neue Komet 1914 a (Kritzingen) von der 8½. Größenklasse nach der neuesten Berechnung von Prof. Kobold folgende Positionen vom 15. bis 17. Mai hat:

	Rektaszension	Deklination
Mai 15.	19h 24m 43s	+ 300 32'
	16. 19h 29m 32s	+ 310 19'
	17. 19h 34m 20s	+ 320 4'

Die interessante Frage, ob das zuweilen beim Planeten Venus auf der Nachtseite beobachtete graue Licht, ähnlich wie beim Monde, auch als reflektiertes Erdlicht anzusehen sei, behandelt K. Graff (Hamburg) in Nr. 4729 der „Astronomischen Nachrichten“, indem er die zu diesem Zweck gemessenen Helligkeitsverhältnisse von Erd- und Mondlicht auf den der Erde ähnlichen Planeten Venus in geeigneter Weise überträgt. Er kommt zu dem Ergebnis, daß das reflektierte Erdlicht bei der unteren Konjunktion des Planeten Venus, wo meist das aschgraue Licht der Nachtseite wahrgenommen wird, sehr wohl intensiv genug ist, um nochmals von der Venus Scheibe für unsere Wahrnehmung zurückgeworfen zu werden. Damit ergibt sich die Wahrscheinlichkeit, das aschgraue Licht beim Monde und bei der Venus in gleicher Weise zu erklären, worauf schon früher Prof. Müller (Potsdam) hindeutete, während nach Scheciner, in Übereinstimmung mit vielen anderen Astronomen, diese einfachste Erklärung mit Bezug auf die Venus für ausgeschlossen galt.

Über die Bildung der Sonnenflecken auf der uns zugewandten oder abgewandten Seite der Sonne bringt das neueste Heft der „Mitteilungen der Vereinigung von Freunden der Astronomie und kosmischen Physik“ einen höchst wertvollen Aufsatz von Th. Epstein (Frankfurt a. M.). Aus einer Übersicht der vom Verfasser selbst in den 11 Jahren 1900–1910 beobachteten Sonnenflecken folgt das überraschende Resultat, daß die Flecken an der Vorderseite der Sonne an Zahl die der Rückseite erheblich übertreffen. In der Gesamtzahl aller Jahre stehen sich 694 Flecke auf der Vorderseite und 411 auf der Rückseite gegenüber, während in einzelnen Jahren wie z. B. 1906 auf der Vorderseite sogar dreimal so viel Flecke neu ent-

standen sind, als auf der Rückseite der Sonne. Ebenso verhielt sich das Jahr 1908 mit der doppelten Fleckenzahl auf der Vorderseite im Vergleich zur Rückseite. *Th. Epstein* bemerkt daher sehr richtig, daß schon diese beiden Jahre allein den deutlichsten Beweis liefern, wie irrig die Annahme eines angeblichen großen Übergewichts der Fleckenbildung auf der Rückseite der Sonne sei. Aus einer Zusammenstellung der Größenverhältnisse für die Flecken der Vorder- und Rückseite wird dann noch eine einfache Erklärung für die unrichtige Meinung hergeleitet, daß die Fleckenbildung hauptsächlich auf der uns abgewendeten Sonnenseite stattfände. Die Sonnenflecken, auch die größten, entstehen aus kleinen Anfängen und kommen erst allmählich zur vollen Entwicklung. Viele Flecke der Rückseite erlangen erst auf unserer Seite ihre Entwicklung nach Durchlaufen der Vorstadien auf der Rückseite. Ähnlich geht es mit vielen Flecken, die auf unserer Seite entstehen und dann zur Rückseite übertreten. Nur deshalb entsteht der falsche Schein, als ob die Größe der von der Rückseite kommenden Flecken die der anderen überwiegt. Denselben Eindruck müßte ein Beobachter haben, der sich uns gegenüber auf der anderen Seite der Sonne befände. Auch er würde, wie *Epstein* sehr richtig hervorhebt, die zu ihm übertretenden Flecken stärker entwickelt sehen, als die auf seiner Seite entstehenden. Mit dieser wertvollen Untersuchung von *Th. Epstein* fällt übrigens auch eins der sogenannten beweisenden Argumente in sich zusammen, das der wohl noch einzige Anhänger des geozentrischen Systems (ein weltverbessernder Schriftsteller) anzuführen beliebt. *A. Marcuse.*

Kleine Mitteilungen.

Geomorphologische Mitteilungen. Seitdem man erkannt hat, daß bei der Skulptur der Oberfläche des Landes und namentlich bei der Herausbildung von Tälern Verwerfungen nicht jene primäre Rolle spielen, die man ihnen noch in der Mitte des vergangenen Jahrhunderts zuschreiben wollte, ist man in immer zunehmendem Grade geneigt gewesen, den Einfluß der Tektonik auf die Entstehung der Oberflächenformen so gering anzuschlagen, daß man seiner häufig kaum gedacht hat. In den letzten Jahren ist von Heidelberg eine ganze Reihe von Arbeiten ausgegangen, die dem Nachweis gewidmet sind, daß Spalten und Klüfte doch in nicht zu unterschätzender Weise den Lauf der Flüsse bestimmen, und kürzlich hat *Lang* (*Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges.* 1913, Bd. 65, Monatsber. S. 211) an dem Beispiel der Schwäbischen Alb den Versuch gemacht, zu zeigen, daß auch die Entwicklung ihres Steilrandes in vielen Fällen nur das Werk einer von der Tektonik geleiteten Erosion ist. Die Ausliegerberge, die dem Escarpement vorgelagert sind, gehören hier zwei verschiedenen Typen an: teils sind es sozusagen echte Auslieger, teils bestehen sie jedoch, z. B. bei Reutlingen, aus Basalttuffen, die infolge starker Verkittung und Hineinsprengung von Jurakalkstücken der Abtragung einen beträchtlichen Widerstand entgegenzusetzen vermochten. In diesem Falle ist ihre Erhaltung also einer Wetterfestigkeit zu verdanken, die offenbar größer gewesen sein muß als die ihrer Umgebung. Anders bei den echten Ausliegern, die aus demselben Gestein aufgebaut sind, wie der Hauptkörper der Landstufe, von dem sie losgelöst sind. Hier hat

man eine solche größere Widerstandsfähigkeit gegenüber den erosiven Kräften supponieren und aus dem Effekt auf eine unbekannte oder der Analyse nicht mehr zugängliche Ursache schließen müssen, um ihr längeres Bestehen zu erklären. *Lang* macht nun zunächst auf einen Gegensatz in der Ausbildung der Weißjurakalke aufmerksam, der geeignet ist, die Herauspräparierung mancher Vorberge verstehen zu lassen. Neben den normal entwickelten, geschichteten Kalken kommen nämlich auch ungeschichtete, verschwammte Kalke vor, die sehr viel weniger stark der Verwitterung ausgesetzt sind als die geschichteten, und so können einige Auslieger, z. B. in der Gegend von Balingen, auf diese petrographische Verschiedenheit zurückgeführt werden. Bei den Vorbergen vom Hohenzollern bis zum Ipf kann sie jedoch nicht als einziger verursachender Faktor in Betracht kommen, da diese in vielen Fällen einer Krönung durch den verschwammten Kalkstein entbehren. Ihr Überleben hängt mit einer Besonderheit der tektonischen Lage zusammen. Der Hohenzollern z. B. liegt in einem nordwestlich gerichteten Graben von beträchtlicher Sprunghöhe, durch den die harten Weißjuraschichten in die Tiefe gelangten, so daß sie der Abtragung weniger anheim fielen als die Schichten der hoch liegenden Umgebung; ein ähnliches Verhältnis ließ sich auch noch bei einigen anderen Vorbergen nachweisen. Aber selbst die Lostrennung der Auslieger vom Rumpf steht nach *Lang* in Beziehung zur Tektonik, denn mehrfach ließen sich Verwerfungen erkennen, die parallel zu jenem verlaufen und an denen die Erosion dann eine relativ leichte Arbeit hatte. Die Untersuchung, die auf zum Teil noch nicht veröffentlichtem Material basiert, zeigt in jedem Falle, von welchem großem Wert unter Umständen eine intimere petrographische und tektonische Untersuchung für die Erkenntnis der Genese der feineren Details einer Landschaft sein kann. Eine gesunde Reaktion kann hier nur nützlich sein, denn sie wird uns lehren, daß zwar auf die Anlage der Talssysteme Verwerfungen nur in seltenen Fällen bestimmend einwirken, daß es aber sehr viel häufiger möglich ist, den Verlauf im einzelnen auf tektonische Momente zurückzuführen, als man lange Zeit glauben wollte.

A. Rühl.

Über die Zellstoffindustrie und ihre Bedeutung macht Dr. A. Klein interessante Mitteilungen in der *Zeitschrift für angewandte Chemie* 1913, S. 692 bis 694. Für die Erzeugung von Druckpapier ist das Holz heute der wichtigste Rohstoff; sein Verbrauch hat in den letzten Jahren eine außerordentliche Steigerung erfahren. Im laufenden Jahre kann man den Holzverbrauch der Zellstoffindustrie auf insgesamt 38 Millionen Festmeter im Werte von mindestens 500 Millionen Mark annehmen, und zwar verteilt sich der Holzverbrauch etwa folgendermaßen: zur Erzeugung von Holzzellstoff 20 Mill., für Holzschliff 13 Mill. und für Karton und Pappen 5 Mill. Festmeter. Der Holzschliff wurde bereits 1843 von *Keller* erzeugt und die Cellulose zuerst in den fünfziger Jahren. Die Gewinnung der Cellulose wurde jedoch erst durch die Arbeiten von *Mitscherlich* 1874 so weit gefördert, daß sich eine Großindustrie entwickeln konnte. Die Weltproduktion an Holzzellstoff beträgt heute über 4 Mill. t im Werte von fast 700 Mill. M. an der Erzeugungsstelle. Die Vereinigten Staaten von Amerika stehen unter den Erzeugungsländern an erster Stelle mit 1,5 Mill. t, dann folgen Schweden mit 740 000 t, Deutschland mit 700 000 t, Norwegen mit 280 000 t,

Österreich-Ungarn mit 260 000 t, Canada mit 210 000 t usw. Bei der Zellstofffabrikation kommt es darauf an, aus dem Holze das Lignin, den Begleiter des Zellstoffes, unter möglichster Schonung der Cellulosefaser abzuscheiden. Dies geschieht durch einen Aufschließungsprozeß, indem das zerkleinerte Holz in großen Kochern unter Druck mit sauren Kochlaugen gekocht wird. Die Heizung der Kocher, die bis zu 350 cbm Inhalt haben, erfolgt mit direktem oder indirektem Dampf. Der Druck in den Kochern beträgt bis zu 6 Atmosphären, die Höchsttemperatur etwa 140°. Seltener wendet man alkalische Kochlaugen an, die hauptsächlich aus Ätznatron bestehen und bisweilen auch noch Schwefelverbindungen enthalten. Bei diesem Verfahren verwendet man viel kleinere Kocher (bis zu 45 cbm Inhalt), die meist direkt durch Dampfeinführung geheizt werden. Druck und Temperatur sind hier höher, da man mit möglichst schwachen Laugen arbeitet. Von der im Holze enthaltenen Cellulose werden je nach dem angewandten Kochverfahren 80—85 bzw. 60—70 % gewonnen. In der Papierindustrie wird die Cellulose für alle Sorten Papier mit Ausnahme einiger sehr teurer Spezialpapiere verwendet; auch in der Textilindustrie findet sie in neuerer Zeit Anwendung, und zwar zur Herstellung von *Textilose*, d. i. ein mit Baumwollfasern verstärktes Papier, das ein vollwertiger Ersatz für Jute ist. Ferner wird Holzcellulose nach chemischer Verarbeitung in Form von *Viskose-Kunstseide* in ausgedehntem Maße in der Textilindustrie verwendet. Die Befürchtung, daß die Zellstofffabriken demnächst Mangel an Rohstoff haben werden, scheint unbegründet. In Europa verwendet man zur Herstellung von Zellstoff fast nur Nadelhölzer, namentlich Fichte und Kiefer, seltener einige Buchenarten und Pappelholz. Für Zwecke der Papierindustrie wird heute etwa der Jahresertrag von 80 000 qkm Waldfläche verbraucht. Europa hat etwa 9¼ Mill. qkm Landfläche, wovon etwa 25 % mit Wald bedeckt sind. Wenn später auch solche Hölzer, die heute noch nicht benutzt werden, für die Zellstofffabrikation herangezogen werden, wird der Holzbedarf wohl gedeckt werden können, trotz der Konkurrenz seitens des Baugewerbes. Eine Verschiebung der Zellstoffherzeugung nach walddreicheren Gegenden ist in Zukunft wahrscheinlich, doch kommt es dabei sehr wesentlich auf eine gute Zu- und Abfuhrmöglichkeit an, weil für je 100 kg Zellstoff 500—600 kg Roh- und Hilfsstoffe zu transportieren sind.

S.

Von Herrn Dr. *Paul Kraus* in Tübingen werden der Redaktion der *Naturwissenschaften* Mitteilungen über das im Entstehen begriffene **Deutsche Farbenbuch** zur Verfügung gestellt, denen wir Folgendes entnehmen:

In diesem Jahre noch wird der erste Band eines Werkes erscheinen, das für das wichtige Gebiet der Malerfarben und Malmittel eine nicht zu unterschätzende Bedeutung gewinnen dürfte. Das *Deutsche Farbenbuch*, eine Schöpfung des jüngst verstorbenen *A. W. Keim*, der die letzten 12 Jahre der Verwirklichung seines Gedankens gewidmet hat, soll ein ausführliches, von berufenen Fachleuten verfaßtes Handbuch der Materialienkunde auf dem genannten Gebiete werden. Es ist bekannt, in wie hohem Maße der Handel mit Malerfarben sowie die gewerbliche und künstlerische Verwertung derselben unter der Unkenntnis leidet, die den Zwischenhändler wie den Verbraucher, oft wohl auch den Produzenten selbst an einer sachgemäßen Beurteilung der Qualitäten verhin-

dert. Ebenso bekannt ist es, daß diese Unkenntnis oft genug in skrupelloser Weise zum Schaden des Verbrauchers ausgenutzt wird. Hauptziel des *Farbenbuches* ist es also, durch Verbreitung von Materialkenntnis in den interessierten Kreisen Aufklärung zu schaffen. In dieser Beziehung schließt sich das geplante Unternehmen an die im Verlage von *Felix Kraus* in Stuttgart im Auftrage des *Deutschen Werkbundes* bereits erschienene *Gewerbliche Materialkunde* an. In demselben Verlage soll das *Farbenbuch* erscheinen, mit dessen Organisation Dr. *Paul Kraus* in Tübingen und Dr. *Johannes Hoppe* in München betraut sind. Als Herausgeberin und literarische Inhaberin zeichnet die *Vereinigung Deutscher Farb- und Malmittelinteressenten* und die *Deutsche Gesellschaft zur Förderung rationeller Malverfahren* in München. Über den geplanten Inhalt des Werkes wird am besten ein kurzer Auszug des Inhaltsverzeichnisses orientieren: Der erste Band, der die Malerfarben behandeln soll, wird, abgesehen von einleitenden Kapiteln allgemeinen und historischen Inhalts, einen Abschnitt über Farbenbenennungen und kolorimetrische Messungen, ferner Grundlegendes über Farbstoffklassen, Allgemeines über die physikalischen, chemischen und Echtheitseigenschaften, deren Prüfung und Normierung, schließlich einen speziellen Teil über die einzelnen Farben enthalten. Hier wird bei jeder Farbe außer dem deutschen Namen, einschließlich seiner Synonymen, die englische, französische und italienische Bezeichnung angegeben werden; dann werden die wesentlichen Bestandteile, die chemische Bezeichnung, die Zusammensetzung, Erkennung und Prüfung, das Verhalten in chemischer Beziehung und die Giftigkeit behandelt. Ferner wird die Rede sein von den Formen, in denen die Farbe geliefert wird, von ihren Echtheitseigenschaften, ihrem Verwendungsgebiet und schließlich von der statistischen und wirtschaftlichen Seite (Erzeugung, Verbrauch, Preisverhältnisse). In ähnlich erschöpfender Weise soll der zweite Band die Malmittel, Bindemittel, Lacke und Firnisse behandeln.

Zweck und Inhalt des Werkes liegt also klar vor Augen. Nach langjährigen Bemühungen ist sein Zustandekommen heute gesichert. Wenn man bedenkt, welche umfassende Bedeutung der Handel mit Malerfarben und Malmitteln für die verschiedensten Gewerbe, für das Kunstgewerbe und nicht zum wenigsten für den Künstler hat, so wird man ein Unternehmen willkommen heißen, das berufen ist, auf diesem Gebiete eine auf wissenschaftlichen Prinzipien beruhende Grundlage der Beurteilung zu schaffen, und so in gleicher Weise der wirtschaftlichen Solidität, der Hebung der Qualität und damit auch der Förderung des Geschmackes zu dienen.

M.

Schädigende Wirkung des destillierten Wassers.

Mit der Entdeckung von *Nägeli* und *Loew*, daß kupferne Destillierapparate Wasser mit Spuren von Kupfer liefern können, die ausreichen, das Wasser für Pflanzenkulturen schädlich zu machen, wurde der Gebrauch gläserner Destillierapparate allgemein, und aus gläsernen Apparaten sorgfältig destilliertes Wasser gewann das allgemeine Zutrauen der Biologen. In den meisten Fällen ist dieses Vertrauen gerechtfertigt, aber nicht immer. Abgesehen von der Schwierigkeit, wirklich reines Wasser zu bekommen — tatsächlich ist es nur in sehr wenigen Fällen ganz rein hergestellt worden — besteht die weitere Schwierigkeit, es in reinem Zustand aufzuheben, da es sich sehr leicht mit den Gasen, mit denen es in Berüh-

rung kommt, belüftet, und wenn es der Luft des Laboratoriums ausgesetzt ist, leicht Eigenschaften annimmt, die für Pflanzenkulturen schädlich sind. Eine andere, fast unvermeidbare Quelle für die Verunreinigung ist die Löslichkeit der üblichen Glasbehälter, die, wenn sie nicht besonders für den Zweck hergestellt sind, genug feste Substanzen an das Wasser abgeben, um durch die Erhöhung seiner Leitfähigkeit wahrnehmbar zu werden. Ein Minimum von Unreinigkeiten wird selbst in dem reinsten Wasser, das für praktische Zwecke zu bekommen ist, gefunden werden, daher verdient die Wirkung der Lösung, die unter dem Namen „destilliertes Wasser“ geht, ganz besondere Beachtung.

Die schädigende Wirkung des destillierten Wassers (R. H. True während der letzten Tagung der Botanischen Gesellschaft von Amerika) scheint nicht in allen Fällen dieselbe Erklärung zuzulassen. Wo das destillierte Wasser aus Apparaten gewonnen wird, in denen es der Berührung mit Kupferoberflächen ausgesetzt ist, bekommt es gewisse toxische Eigenschaften durch Spuren von Kupfer. Aber selbst wenn der Wirkung aller Unreinigkeiten Rechnung getragen worden ist, bleibt noch immer eine schädigende Wirkung übrig, die auf keine bekannte Art von Verunreinigung zurückführbar ist. Diese schädliche Wirkung erscheint am ausgeprägtesten in Wasser mit dem höchsten elektrischen Leitungswiderstand. Solches Wasser ist z. B. im allgemeinen schädlicher für Lupinenwurzeln als Wasser, das eine große Menge von Elektrolyten enthält: es zieht Elektrolyte aus den Geweben der Wurzeln heraus. Dieses Auslaugen von Elektrolyten ist wahrscheinlich der Mechanismus, durch den reines destilliertes Wasser seine schädigende Wirkung auf die Wurzeln ausübt. Diese Wirkung hat auch eine osmotische Komponente. Aber für die Lupinenwurzeln scheint sie sekundärer Natur zu sein, die primäre Ursache der Schädigung ist die Extraktion der Elektrolyte und vielleicht auch anderer Substanzen. — Die Extraktion durch destilliertes Wasser ist nur ein Spezialfall der allgemeinen Schädigung, die *ungesättigte Lösungen* auf Zellen ausüben, indem sie gewisse notwendige Bestandteile — unzweifelhaft zum Teil anorganischer Natur — aus dem komplizierten physikalisch-chemischen Mechanismus der lebenden Zellen loslösen. Das destillierte Wasser scheint Material wegzunehmen, das für die Wirksamkeit der begrenzenden Protoplasmamembranen erforderlich ist; es scheint zu bewirken, daß die Permeabilität der Zellen erhöht wird und eine weitere Dissoziation von Elektrolyten in den Proteiden und anderen chemischen Strukturen erfolgt. Die dissoziierten Elektrolyte verlassen die Zellen und erhöhen die Leitfähigkeit des destillierten Wassers.

Wenn Probekulturen, die in destilliertem Wasser gewachsen sind, als normale gelten und zum Vergleich herangezogen werden, so besteht die Gefahr eines ersten Irrtums bei der Interpretation der Ergebnisse, da das Verhalten von Probekulturen in destilliertem Wasser nicht mit Sicherheit als normal angesehen werden kann. Es scheint, daß Pflanzenphysiologen zu ihrer Arbeit einer physiologischen „Normallösung“ bedürfen, und diese normale Lösung so beschaffen sein muß, daß sie die Störung der gewöhnlichen Lebensbestimmung der Pflanzen auf ein Minimum hinabdrückt. Während die Schwierigkeiten, die durch die Anwendung einer normalen physiologischen Lösung herbeigeführt werden, zahlreich sind und

große Sorgfalt fordern (nicht nur wegen der verschiedenen Erfordernisse der verschiedenen Pflanzen, sondern auch mit Bezug auf die Reinheit der verwendeten Chemikalien, die Unlöslichkeit des Glases, die Qualität des verwendeten destillierten Wassers usw.), so steht doch außer Zweifel, daß derartige Lösungen viel verlässlichere physiologische Resultate ergeben, als es bei der Anwendung des destillierten Wassers möglich ist.

Die Eigenschaften des vollkommen reinen destillierten Wassers behandeln auch Baker und Parker im *Chem. Soc. Journ.* VIII, 2060. Vor zwei Jahren wurde in der Faraday-Gesellschaft gezeigt, daß unter besonderen Bedingungen gereinigtes Wasser sehr viel langsamer auf Natriumamalgam wirkt als gewöhnlich destilliertes. Dieser Unterschied besteht selbst, nachdem sich eine beträchtliche Menge von Ätznatrium gebildet hat, er ist daher nicht aus dem Mangel an elektrischer Leitungsfähigkeit des Wassers zu erklären. Er ist jetzt auf die katalytische Wirkung von Spuren von Wasserstoffperoxyd zurückgeführt worden. Diese Spuren sind in gewöhnlichem destilliertem Wasser vorhanden und auch im Wasser, das aus reinem Wasserstoff und reinem Sauerstoff in Gegenwart von Palladium hergestellt worden ist. Sie werden aber durch Destillation aus metallischen Gefäßen und durch Überhitzung des Dampfes zerstört. Eine auf diese Weise in einem Platinapparat hergestellte Wasserprobe wirkte in drei Stunden nicht wahrnehmbar auf Natriumamalgam ein und entwickelte in 4 Stunden nur 0,1 ccm Wasserstoff, in 5 Stunden 0,4 und in 6 Stunden 0,6 ccm. Andererseits erhöhte die Zufügung von 1 Teil Wasserstoffperoxyd auf 100 000 Teile einer anderen Wasserprobe den Betrag an entwickeltem Wasserstoff von 0 auf 3,8 ccm in einer Stunde und von 4,1 auf 32,4 ccm in drei Stunden, obgleich der Zusatz die Leitungsfähigkeit des Wassers nicht wahrnehmbar beeinflusste. B.

Über Gletscherschwund und Sonnenstrahlen. Als die Hauptmomente, welche die Schwankungen der Gletscher verursachen, haben bisher die Schwankungen der Temperatur sowie der Niederschläge gegolten. Maurer zeigt (*Met. Zeitschr.* 1914 S. 23) durch einen Versuch, daß noch ein anderes Moment eine wesentliche Rolle spielt: *die Sonnenstrahlung*. Es wurden Eisplatten von ca. 60 kg Gewicht an wolkenlosen Augusttagen des Jahres 1913 den Sonnenstrahlen ausgesetzt. Zum Vergleich wurden völlig gleiche Eisplatten im Schatten belassen. Dann ergab sich, daß eine beschattete Platte 42,3 kg, eine bestrahlte Platte 48,5 kg durch Abschmelzung verlor. Die Differenz mit 6,2 kg entspricht der Schmelzkraft der Sonnenstrahlung während einer zehnstündigen Exposition (Oberfläche anfangs 0,36 m², am Schluß 0,26 m²). Berechnet man die Energiemenge, welche zu diesem Schmelzverlust verbraucht wurde, dann ergibt sich, daß die besonnte Eisfläche rund 40 % der auffallenden Sonnenstrahlung absorbiert haben mußte. Die außerordentliche Bedeutung der Schmelzkraft der Sonnenstrahlen für die *Gletscheroberflächen* ist damit dargetan. Gerade die letzten Jahre haben gezeigt, welche starken Schwankungen die Intensität der Sonnenstrahlen durch *terrestrische* Einflüsse unterworfen sein kann (z. B. durch Vulkanausbrüche, vgl. diese Zeitschrift 1914, S. 91), so daß eine länger währende Strahlungsperiode allein schon einen bedeutenden Gletscherrückgang hervorrufen muß. A. Schmauß, München.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
JUN 11 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 22.

29. Mai 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Der Bogen des Odysseus. Von *Dr. Adolf Heilborn*,
Steglitz. S. 525.

Über die chemischen Grundlagen der Disposition.
Von *Dr. F. Quade*, *Berlin-Halensee*. S. 530.

Physikalisch-chemische Untersuchungen am leben-
den Protoplasma. Sammelreferat von *Dr. Bruno*
Kisch, *Köln a. Rh.* S. 533.

Die Stickstofffrage, ihre Entwicklung und Lösung
sowie ihre Bedeutung für Industrie und Land-
wirtschaft. (Schluß.) Von *Prof. Dr. F. Honcamp*,
Rostock. S. 538.

Zuschriften an die Herausgeber:

Feinzerlegung von Wasserstofflinien durch das
elektrische Feld. Von *Prof. Dr. J. Stark*, *Aachen*.
S. 542.

Nachtrag zu dem Aufsatz „Die Radioelemente
und das periodische System“. Von *Privatdozent*
Dr. K. Fajans, *Karlsruhe*. S. 543.

Besprechungen. S. 544.

Astronomische Mitteilungen. S. 548.

Soeben erschien

die **vierte**, stark vermehrte Auflage von

Abderhalden Abwehrfermente

427 S. mit 55 Textfiguren u. 4 z. T. farbig. Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12,—

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzelle angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Empfehlenswerte Technische Werke

aus dem Verlage von Julius Springer in Berlin W 9.

Vervollständigt bis März 1914.

Der Katalog steht unberechnet und postfrei zur Verfügung.

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungsbedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vollständig liegt vor:

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Im Jahre 1912 erschien:

Erster Band:

Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen

Mit 223 Textfiguren und 7 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12,80

Soeben erschien:

Zweiter Band: Höhere Thermodynamik

mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Der Bogen des Odysseus.

Von Dr. Adolf Heilborn, Steglitz.

Jenes Goethesche „Anders lesen Knaben den Terenz, anders Grotius . . .“ läßt sich mit gleich gutem Rechte auch auf die Homerlektüre anwenden, wenn wir in der Sentenz den Philologen die Naturwissenschaftler gegenüberstellen. Wo jene beispielshalber in den Irrfahrten des Odysseus auf Mythen fahndend nur symbolische Vorgänge sehen, vermögen diese häufig genug reale Jagdabenteuer auszudeuten und sind zugleich erstaunt über die Naturtreue homerischer Tierschilderungen. Ja, manchem Vorgange in den homerischen Gedichten gibt die naturwissenschaftliche Auslegung gleichsam ein ganz anderes Ansehen, eine erhöhte Bedeutung. Das scheint mir im besondern auch für das Problem vom Bogen des Odysseus und vom Wettkampf der Freier zuzutreffen, ein Problem, das den Homerinterpreten nicht einmal zum Bewußtsein gekommen ist. Und doch: ist es nicht höchst verwunderlich, daß unter der großen Schar der im frischesten Mannesalter stehenden Freier, die mehrfach als „Starke“, als „tapfere Männer“ bezeichnet werden, nicht ein einziger ist, der den Bogen des Odysseus zu spannen vermag, zumal da Odysseus selbst durchaus nicht als der Riesenstarke, sondern vielmehr als „erfindungsreich“, „wohlgeübt in mancherlei List“, „reichlich geschmückt mit Betörungen, sinnend auf Vorteil“ charakterisiert wird, und wenn er in einem Kampfe obsiegt, dies fast stets (wie im Ringkampf mit Ajas) einer List verdankt (Il. XXIII, 725 ff.)? Nun, auch mit dem Bogen, der zum Wettkampf der Freier dient, hat es seine besondere Bewandnis, und es sei mir deshalb hier gestattet, dieses Rätsel vom Bogen des Odysseus aufzuzeigen und ethnologisch auszu-deuten, wobei ich nicht verfehlen will, zu betonen, daß auch Weule in seinen „Kulturelementen der Menschheit“ (1910) bereits dem Probleme auf der Spur war, ohne es jedoch bis ans Ziel zu verfolgen.

Im Zeitalter der griechischen Heroen war der Bogen offenbar eine überhaupt verhältnismäßig recht seltene Waffe. Es erscheint geradezu auffällig, wie wenig Bogenschützen Homer im Griechenheere vor Troja nennt. Außer Odysseus erwähnt er eigentlich nur noch den Philoktet, Teukros und Meriones, der letzterer, wie man sich erinnern möge, bei den Wettspielen zu Ehren des Patroklos die Taube tötet — merkwürdigerweise übrigens nicht mit dem eigenen Bogen, sondern dem des Teukros. Und nirgends beschreibt Homer

einen dieser Bogen näher, wie es doch sonst seine Art ist, und wie er es eingehend bei der Waffe des troischen Lykiers Pandaros tut (Il. IV, 105 ff.), von der hier noch weiterhin zu reden sein wird. Wir dürfen daher vielleicht annehmen, daß alle diese Bogen die gewöhnliche Kriegswaffe waren, Bogen aus Holz (meist Eibenholz, *taxis*; nach H. Menges Vermutung sind *τόξον* und *taxis* stammverwandt), die sozusagen jedes Kind kannte¹⁾. Für diese Annahme spricht u. a. auch der Umstand, daß Homer anlässlich der Beschreibung des nunmehr zu schildernden besonderen Bogens des Odysseus ausdrücklich hervorhebt, ihn „führte der edelgesinnte Odysseus niemals, wann er zum Krieg in schwarzen Schiffen hinwegfuhr“

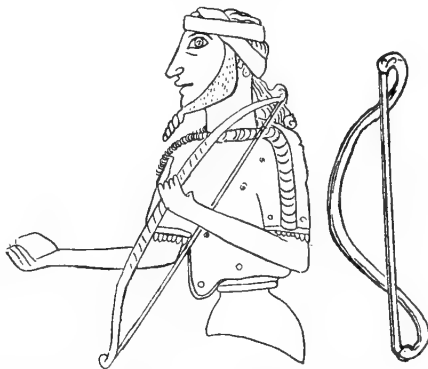


Fig. 1. Altgriechischer Holzbogen. (Nach den Ann. dell'Inst. 1880.) Der „eigentlich griechische“ Bogen. In der Sonderzeichnung sind die Enden zu stark aufgebogen.

(Od. XXI, 39). Zu jenem Späherzuge mit Diomedes (Il. X, 260) leiht sich Odysseus in der Tat auch von Meriones Bogen und Köcher.

Hören wir jetzt, was Homer von dem in Rede stehenden Bogen zu berichten weiß. Odysseus empfing diesen Bogen einstmals als Gastgeschenk von Iphitos (Od. XXI, 13 ff.) und gab diesem seinerseits dafür „sein Schwert und die mächtige Lanze“, ein ziemlich beträchtliches Gegengeschenk also. Daß es sich um einen kostbaren Bogen handelte, geht auch daraus hervor, daß Odysseus auf seinen Kriegsfahrten ihn niemals mit sich

¹⁾ Der einfache Bogen ist überall auf der Erde die primäre Schußwaffe. Er war auch in Griechenland schon in ältesten Zeiten weit verbreitet, und Guhl und Koner („Leben der Griechen und Römer“, 6. Aufl., Berlin 1893) bezeichnen ihn wohl mit Recht als den „eigentlich griechischen“ Bogen. Wir begegnen ihm denn auch sehr häufig auf Bildwerken. Vermutlich erst in späterer Zeit wurden seine Enden etwas aufwärtsgebogen, wie ich glaube: in mißverstehender Nachahmung der Form des orientalischen Bogens.

führte (s. o.), „sondern er ließ im Palaste des unvergeßlichen Freundes Angedenken zurück“, andererseits aber führte er ihn „in Ithaka immer“. Kostbar darf jedoch nur in dem Sinne verstanden werden, daß es sich um eine ganz vorzüglich tüchtige Waffe handelte; denn so genau der Bogen des Iphitos auch beschrieben wird, nirgends erwähnt Homer daran eine Verzierung aus Edelmetall, etwa wie z. B. beim Bogen des Pandaros. Durch schmückende Beiwörter homerischer Art erfahren wir nach und nach, daß der Bogen sorglich geglättet, krumm, und zwar von „zierlicher Krümmung“, aus Horn und „groß“ war, so groß, daß er nicht auf einen Sessel oder eine Bank gelegt, sondern auf die Erde gestellt und an die Pforte gelehnt wird. Bei Nichtgebrauch wurde er in eine glänzende Scheide gehüllt und so an einen Pflock gehängt. Da er bespannt werden soll, reibt man ihn mit Talg ein und erwärmt ihn über dem Feuer.

Aus alledem geht schon für den Fachmann deutlich hervor, daß dieser Bogen des Odysseus keiner der üblichen griechischen Bogen war, und ganz bestimmt kein Holzbogen, wie Gerhart Hauptmann noch in seinem jüngsten Drama vom „Bogen des Odysseus“ annimmt, da sein Antinoos den Eurymachos höhnisch anfährt: „Hier kannst du nicht einmal das Krummholz spannen mit einem Schafsdarm.“ Solchen einfachen Holzbogen hätten zweifellos viele der jugendstarken Freier ohne sonderliche Mühe bespannen können. Auch ein anderes, in dem Worte „bespannen“ schon angedeutetes Problem des Wettkampfes mit dem Odysseusbogen ist Hauptmann, wie es scheint, wohl nicht ganz klar geworden. Es handelt sich bei diesem Wettkampf nämlich um zwei ganz verschiedene Leistungen, von denen freilich die zweite ohne die erste nicht möglich ist, und die Homer durch zwei verschiedene Verben deutlich unterscheidet. Zunächst ist der entspannt aufbewahrte Bogen zu bespannen oder beschnen, d. h. es muß am oberen Ende des Bogens die Sehnen Schleife eingehängt werden (*ἐνταίνειν*). Nunmehr erst kann der bespannte Bogen durch Anzug der Sehne zum Schusse gespannt werden (*ὑπαίνειν*). Nicht einmal diese beiden so wesentlich verschiedenen Tätigkeiten haben alle Homerinterpreten auseinander gehalten, wofür sie freilich zu ihrer Entschuldigung anführen können, daß auch die griechischen Autoren späterer Jahrhunderte die beiden Verben in ihrer speziellen Bedeutung nicht mehr so scharf voneinander trennen. Man muß sich zum Verständnis dessen eben immer vergegenwärtigen, daß die Griechen eigentlich nie sonderliche Bogenschützen waren. Nur in ganz wenigen Staaten Griechenlands ward nachmals das Bogenschießen in den Kreis der gymnastischen Übungen aufgenommen, wie z. B. bei den Kretern, die schon zu Homers Zeiten sich als Bogenschützen hervortaten und späterhin besondere Abteilungen im griechischen Heere bildeten. Das Bespannen eines größeren Holzbogens geschieht, um das kurz

zu schildern, bei den heutigen Naturvölkern meist derart, daß der Bogen mit dem unteren Ende, daran die Sehne schon befestigt ist, auf die Erde und gegen irgend etwas dem Wegggleiten genügend Widerstand Leistendes (z. B. die Fußhöhle, einen Baum, eine Wand und dergl.) gestellt wird, wobei man den Bogen mit einer Hand festhält. Indem man dann mit dieser Hand, auch wohl unter Zuhilfenahme eines Knies, das obere Bogenende herabdrückt, d. h. den Bogen krümmt, streift man mit der andern gleichzeitig die Sehnenöse über die verjüngte Bogenspitze bis zur Kerbe. Autenrieth („Wörterbuch zu den homerischen Gedichten“, Leipzig 1893), der den Unterschied zwischen Spannen und Bespannen des Bogens richtig erkannt hat, sagt bezüglich des besonderen Falles: „Wenn die Freier nicht einmal dies vermochten, läßt sich schließen, wie stark die Schnelkraft des Bogens des Odysseus gewesen sein muß.“ Dieser Schluß, so richtig er erscheint, irrt doch, wie wir gleich sehen werden. Mit dem Bogen des Odysseus bzw. des Iphitos hatte es eine ganz andere Bewandnis.

Der hörnerne Bogen des Iphitos war offenbar ein Fremdling in Griechenland, höchst wahrscheinlich ein asiatischer Bogen, den Iphitos auf dem Argonautenzuge wohl von Skythen am Schwarzen Meere erworben haben mochte¹⁾. Solchen asiatischen Bogen hat uns Homer, der selbst ein Asiat²⁾, ihn häufig genug gesehen haben dürfte, in der bereits erwähnten Waffe des Pandaros (Il. IV, 105 ff.) anschaulich geschildert. Dieser Bogen war aus „des üppigen Steinbocks schönem Gehörn“ gefertigt:

„Sechzehn Handbreit ragten empor am
Haupte die Hörner.
Solche schnitzt' und verband der hornarbei-
tende Künstler,
Glättete alles umher und beschlug's mit
goldener Krümmung.“

Auch dieser Bogen wird bei Nichtgebrauch in einer Scheide geborgen — Pandaros „entblößt ihn schnell“ —, natürlich entseht und — „nachdem er ihn spannt“, soll heißen bespannt hatte — der Größe wegen beim Schusse auf die Erde gestellt (Il. IV. 112). Der Steinbock gehört zu

¹⁾ Wenn Homer weiterhin erwähnt, Iphitos habe den Bogen von seinem Vater Eurytos, dem berühmten, von Apoll getöteten Bogenschützen, geerbt, so ist vielleicht die Bemerkung darauf anwendbar: „in-terdum dormitat bonus Homerus“; andererseits hat wohl auch Eurytos einen asiatischen Bogen besessen, wie Apollon und Herakles.

²⁾ Zur Bestätigung dieser Ansicht führt Th. Zell, dessen endlich nun auch von der strengen Fachwissenschaft allmählich gewürdigte Arbeiten das Geistvollste und Scharfsinnigste darstellen, was bislang zur Tierkunde bei Homer geschrieben worden ist, neuerdings („Der Gorgonen- und Chimaira-Mythus auf naturwissenschaftlicher Grundlage“, Berlin 1912) auch an: „Homer kennt den Panther ganz genau, der in Griechenland niemals lebte; aber er kennt den Bären nicht, weil es in seiner Heimat Löwen gab, die keinen Bären dulden.“

den Hohlhorntieren: von den 16 Handbreiten (etwa 16×10 cm) eines jeden Hornes werden rund 60 cm deshalb nicht zu verwenden gewesen sein, so daß der Bogen etwa eine Länge von rund 2 m gehabt haben dürfte. Der Bogner, sagt Homer, „schnitzt“ und verband“ die Hornstücke, und der Dichter verrät damit dem Ethnologen, daß es sich um einen „zusammengesetzten“ Bogen hier handelte.

Solche zusammengesetzten Bogen führen noch heute zahlreiche Völker, namentlich aber die Asiaten, die ihn seit den ältesten Zeiten im Gebrauch und wahrscheinlich auch selbständig erfunden haben. Balfour beschreibt einen asiatischen Bogen aus einem ägyptischen Grabe des 7. Jahrhunderts v. Chr., *Luschan* einen andern aus der Zeit Ramses II, also aus dem 13. Jahrhundert v. Chr. Erinnern wir uns bei diesen Zeitangaben, daß Homer etwa um 850 v. Chr. lebte. Daß in späterer Zeit der asiatische Bogen (als weit tüchtigere Waffe denn der primitive Holzstabbogen) in Griechenland weite Verbreitung fand, bezeugen uns zahllose bildliche Darstellungen. Die besten zusammengesetzten Bogen besitzen heute die Türkvölker. *Klemm* („Allgemeine Kulturgeschichte“ Bd. VII, Leipzig 1849) schildert uns einen Bogen der Turkmenen, der auffallend an den des Pandaros erinnert. „Die Bogen bestehen aus Horn von Büffel oder Steinbock, die untere Seite ist abgerundet, die obere glatte mit Tiersehnen und einem Stück Haut belegt, das zierlich mit Arabesken bemalt und gemeiniglich reich vergoldet ist. Das Mittelstück, wo die Linke den Bogen umspannt, ist der stärkste Teil, von wo aus sich das Ganze nach den Enden zu verzweigt. An den Enden stehen, stark nach außen gewandt, zwei Hölzer hervor, die Einschnitte für die Sehne zu halten bestimmt sind. Ein Bogen aus einer berühmten Familie wird wohl mit 50—60 Talern bezahlt. Diese Bogen haben eine unglaubliche Spannkraft. Da derartige hörnerne Bogen bereits in den homerischen Gesängen vorkommen, so scheinen sie dem höchsten Altertum anzugehören.“ Die Art und Herstellung eines zusammengesetzten westasiatischen Bogens von heute beschreibt *Weule* (s. o.) folgendermaßen: „Der Kern besteht auch bei diesem aus Holz, das in der Griffgegend (d. h. der Mitte) stets rund, sehr dick und meist völlig starr ist, sich aber nach den Seiten (soll heißen Enden) zu abflacht und sehr dünn wird. Er ist dabei so gekrümmt, daß die beim Schießen nach vorn sehende Fläche des künftigen Bogens stark nach vorn konkav ist. Auf diese Konkavseite preßt man in langer, sorgfältiger Arbeit Lagen nasser Sehnenfasern, die nach dem Trocknen zu einer unablösbaren und elastischen Masse werden. Gleicherweise belegt man die konvexe Innenseite mit Platten und Stäben von Horn, die mittels Leims untereinander und mit dem Holzkern verbunden werden. Das Ganze wird schließlich mit Leder und dergl. umhüllt. Die Her-

stellung eines derartig kunstvollen Schießwerkzeuges dauert wegen der zahlreichen Trockenperioden nicht weniger als 5—10 Jahre.“

Solch zusammengesetzter Bogen war nun höchstwahrscheinlich auch der Bogen des Odysseus; das scheint aus seiner Herkunft und ferner der Wertschätzung hervorzugehen, die Odysseus dieser damals in Griechenland gewiß noch recht seltenen Waffe entgegenbringt. Für meine Hypothese spricht vor allem auch die Probe, die Penelope die Freier gerade mit diesem Bogen anstellen ließ: es gilt, diesen Bogen zu bespannen. Ein zusammengesetzter Bogen hat nämlich die merkwürdige Eigenschaft, „reflex“ zu sein, d. h., er hat, wenn er entspannt ist, eine Krümmung, die genau jener nach der Bespannung entgegengesetzt ist. „In den europäischen



Fig. 2. Chinesischer (zusammengesetzter) Bogen. Oben entspannt, in der Mitte bespannt, unten zum Schusse gespannt.

Sammlungen,“ sagt *Klemm* (s. o.), „sieht man oft entspannte Bogen, die fast einen Halbkreis bilden“ — das ist die „zierliche Krümmung“ in Homers Beschreibung — „es ist dann kaum möglich, sie aufs neue zu bespannen.“ Diesen Widerstand des entspannten Bogens zu überwinden, dazu gehört nicht nur Kraft und Geschicklichkeit, sondern vor allem auch Kenntnis des zusammengesetzten Bogens überhaupt, und weiterhin genaue Kenntnis des einzelnen, besonderen Bogens, der beinahe in jedem Falle, wie man so sagt, seine Nücken hat. Das wußte natürlich Penelope sehr wohl, und deshalb stellte sie den lästigen Freiern die Aufgabe, gerade mit diesem fremdartigen Bogen den Pfeil durch die Öhre der zwölf Beile zu senden. Auch Penelope wird ja als listenreich gerühmt, „keine von Griechenlands schönlockigen Töchtern war der erfindsamen

Penelope gleich an Verstand“ (Od. II, 120 f.). Dazu kommt, daß der Bettler-Odysseus ihr, da sie ihm den Plan des Wettkampfs mitteilt, dringend rät (Od. XIX, 522 ff.): „Zögere nicht und gebeut in deinem Hause den Wettkampf. Wahrlich, noch eher kommt der erfindungsreiche Odysseus, ehe von allen, die mühsam den glatten Bogen versuchen, einer die Senne spannt und den Pfeil durch die Eisen hindurchschnellt.“ Als dann am nächsten Tage Penelope den Freiern den Kampf mit dem Bogen vorschlägt, sagt gerade Antinoos, der schon als Knabe in des Odysseus Hause aus- und einging: „Ich vermute, daß es so leicht nicht sei, den geglätteten Bogen zu spannen.“ Es fällt ihm auch schließlich wieder ein, daß Odysseus seinen Bogen, wenn er ihn bespannen wollte, gelegentlich über dem Feuer erwärmte und ihn mit Talg einrieb (was bei Holzbogen, wie den den Freiern bekannten, wenig Zweck hat), und deshalb heißt Antinoos, nachdem Telemach und Leiodes vergebens versucht haben, den Bogen zu beschnen, den Ziegenhirten ein Feuer zünden und Talg herbeiholen. Da aber sämtliche Freier den ihnen in seinem Mechanismus fremden, reflexen, asiatischen Hornbogen offenbar nach Art des ihnen vertrauten, „eigentlich griechischen“ Holzbogens zu bespannen versuchen, kommt keiner damit zum Ziele.

Ganz anders Odysseus. Er, der die „Nücken“ seines Bogens gut kennt, betrachtet den zwanzig Jahre lang nicht bespannten Bogen peinlich genau, ihn „hin und her in der Hand bewegend, auf allen Seiten versuchend, ob auch die Würmer das Horn seit zwanzig Jahren zerfressen“, ob nicht etwa während dieses langen Zeitraums irgendeine Änderung in den Elastizitätsverhältnissen eingetreten sei. Das fällt den Freiern natürlich auf, und alsbald sagt einer: „Traun, das ist ein schlauer und listiger Kenner des Bogens! Sicherlich heget er selbst schon einen solchen (das kann hier doch einzig und allein heißen: fremdartigen, uns Freiern unbekannten, eben reflexen, asiatischen Bogen) zu Hause, oder er hat auch vor, ihn nachzumachen“ (welch dem vermeintlichen Bettler imputiertes Begehren doch nur dann verständlich ist, wenn der Bogen ein besonderer, nicht „eigentlich griechischer“ war). Und diese Hypothese von der asiatischen Herkunft des Odysseusbogens erfährt durch die weitere Schilderung Homers noch eine wichtige Stütze. Während nämlich die Freier sich erheben und zur Türschwelle gehen, um dort den Bogen zu bespannen, wie das bei einem großen Holzbogen durchaus zweckmäßig erscheint¹⁾, bleibt Odysseus ruhig auf seinem Schemel sitzen und streift ohne sonderliche Mühe, „so nachlässig,

wie ein Mann, erfahren im Lautenspiel und Gesange, leicht mit dem neuen Wirbel die klingende Saite spannet“, die Sehnenöse über das obere Bogenende. Im Sitzen bespannen¹⁾ nun auch die Chinesen, dem Berichte des Jesuitenpaters *Etienne Zi* zufolge (vgl. *Max Buchner*, „Das Bogenschießen“, *Globus*, Bd. XC, 1906), bei den militärischen Prüfungen ihren großen, zusammengesetzten Bogen. „Um seinen Bogen zu bespannen“, heißt es da, „setzt sich der Prüfling auf einen Stuhl, stellt das eine Ende des Bogens



Fig. 3. Bespannen des chinesischen Bogens. Originalaufnahme in Peking (1906). Nach *Buchner* im *Globus*, Bd. XC, 1906.

nach unten, die Sehne im Einschnitt, und biegt ihn mit beiden Händen über seinem Knie, während ein Gehilfe die Sehne in den oberen Einschnitt bringt.“ Diese Beschreibung ist, wie *Buchner* (s. o.) betont, zum mindesten ungenau; „auch sollte ein richtiger Krieger den Bogen ohne fremde Hilfe bespannen können“, und das ist nicht anders möglich, als in der jetzt zu

¹⁾ Man kann hier mit gutem Rechte einwenden, daß sie vielmehr deshalb zur Pforte des Saales gingen, um von dort aus den Schuß zu tun. Doch schließt nach der ganzen Sachlage die eine Absicht die andere keineswegs aus.

¹⁾ Oder bespannten doch noch vor kurzem: der Bogen als Kriegswaffe ist in China erst durch ein kaiserliches Edikt vom 21. Juli 1905 abgeschafft worden.

schildernden Art, die in China für den gewöhnlichen Soldaten auch die übliche ist. Man hängt dabei zunächst die eine Sehnenöse in den oberen, dafür bestimmten Einschnitt des Bogens und hält mit der Rechten die Sehne dort fest. Der Rücken des Bogens sieht nach unten. Dann steigt man



Fig. 4. Griechischer Bogenbespanner. Vasenscherbe in München. Nach Furtwängler. Der asiatische Bogen wird im Kauern bespannt.

mit dem rechten Bein zwischen den Bogen und die Sehne, legt die untere Bogenhälfte über das linke Knie, das jetzt den Gegendruck übernimmt, und führt mit der freigewordenen Linken die untere Öse in den unteren, dafür bestimmten Einschnitt am Bogenende. „Wahrscheinlich war diese Art, zu bespannen,“ sagt Buchner, „die zugleich die türkische sein muß, auch bei den alten



Fig. 5. Griechischer Bogenbespanner auf einem Vasenbild. (Nach Banko i. d. Festschrift für Benndorf, 1898.) Das Bild zeigt das Bespannen des asiatischen Bogens.

Griechen üblich, die (in späterer Zeit) ähnliche Bogen hatten,“ und Buchner betont auch, daß man die geschilderte Bespannweise auch im Sitzen anwenden kann — wie es eben offenbar Odysseus tat. Das Bespannen des Bogens im Kauern veranschaulichen uns übrigens mehrfach die Vasenbilder.

Erst nachdem er seinen alten Asiatenbogen so

bespannt hatte, prüfte Odysseus mit der Rechten den Anzug der Sehne, spannte er den Bogen und sandte den Pfeil durch die Öhre der zwölf Beile. Das ist also das Geheimnis des Bogens des Odysseus.

Daß der Schuß als solcher keine gar zu schwierige Prüfung war, wissen wir, seitdem der Fund von Vaphio (Ἐφημ. ἀρχ., 1889) uns die besondere, hier wohl allein in Frage kommende Beilform kennen gelehrt hat. Bis dahin hatten sich die Homerinterpreten vergebens darüber den Kopf zerbrochen, wie solch ein Schuß durch die zur Aufnahme des Beilstiels dienenden Tüllen möglich wäre. Man stellte sich vor, daß Telemach die Beile mit der Schneide in den Estrich des Saales geschlagen hätte, wobei man dann auf eine Beilkörperbreite von mehr als $\frac{1}{2}$ m kam, und da die Streitäxte der älteren Zeit meist Doppeläxte (wie auf der bekannten Münze von Tenedos) waren, sich Monstra von über meterbreiten Streitäxten hätten denken müssen. Das Beil von Vaphio nun zeigt uns ein zwiefach durchbrochenes, halb-



Fig. 6. Zierbeil von Vaphio. Durch die Öffnungen im Blatte solches Beils schoß Odysseus.

rundes Blatt mit „Öhren“ von etwa 5 cm Weite, ganz nach der Art der Prunkäxte, die wir z. B. heut bei den Negern Westafrikas finden. Zwölf solcher Äxte — ein gleichfalls bei Vaphio gefundener Stein zeigt uns das rohe Bild eines Mannes, der eine derartige Streitaxt schultert — mit den etwa meterhohen Holzstielen von Telemach in die Erde gerammt, in ziemlich kurzem Abstand, wie die Situation im Megaron des Odysseus das erforderte, „nach der Reih“ und nach dem Maße der Richtschnur“, „und alle staunten dem Jüngling, wie gerade er sie stellte“ — ergaben einen Schußkanal (oder richtiger zwei Kanäle), durch den gewiß auch mancher der Freier mit dem gewohnten Holzbogen den Pfeil hindurchgetrieben hätte.

Es seien mir zum Schlusse noch ein paar Bemerkungen über die Trag- und Durchschlagskraft solcher zusammengesetzter Bogen gestattet, Zahlenangaben, die da zeigen, weshalb der asiatische, der Skythenbogen — übrigens hieß die mit Bogen und Pfeil bewaffnete Polizeitruppe in Athen nachmals geradezu die „Skythenschützen“ Σκυθοτόξοι, ja, selbst nur Σκύθαι — den eigentlich griechischen Holzbogen rasch verdrän-

gen konnte. Während die berühmten englischen Bogenschützen mit ihren großen Eibenholzbogen höchstens 600 m weit schossen, trug nach durchaus glaubwürdigen Berichten aus dem 18. Jahrhundert der zusammengesetzte Bogen eines Mitglieds der türkischen Gesandtschaft zu London rund 900 m weit. (Vgl. *Weule* s. o.) Von der Durchschlagskraft des Hornbogens der Sioux-Indianer weiß *Friederici* („Die Wirkung des Indianerbogens“, *Globus* Bd. XCI, 1907) zu berichten, daß mehrfach wohl beglaubigte Fälle überliefert sind, „in denen ein Pfeil durch einen Bison vollkommen hindurchgeschossen wurde. Einen vergleichenden Maßstab mag die Tatsache geben, daß der mächtigste Coltrevolver sein Geschosß nicht durch den Körper eines Bisons zu treiben vermag.“

Über die chemischen Grundlagen der Disposition.

Von Dr. F. Quade, Berlin-Halensee.

Unter Disposition im physiologischen Sinne versteht man die besondere Veranlagung eines Organismus zu Störungen seines Normalbefindens durch irgendwelche Einflüsse, mögen sie nun von außen her kommen oder im Organismus selbst zur Ausbildung gelangt sein.

Die Ursachen solcher verschiedenen Veranlagung bei Angehörigen derselben Art sind nur zum geringen Teil aufgeklärt. Aber selbst bei verschiedenen Arten erklären die bekannten Abweichungen in Bau und Funktion der Zellen und Gewebe die Gründe verschiedener Disposition oft nur unzulänglich.

Man weiß, daß Kupfersalze Pilze abtöten, ohne höhere Pflanzen, z. B. den Weinstock, irgendwie erheblich zu schädigen und kann dies einfach darauf zurückführen, daß in den kleinen, auf dem Weinblatt befindlichen Pilz leicht die zur Abtötung genügende Kupfermenge eindringen kann, ohne daß die viel größere Wirtspflanze soviel Gift aufnimmt, um als Ganzes daran zugrunde zu gehen.

Die Dosis letalis eines Giftes, mag es sich nun um ein mineralisches Gift, ein Alkaloid oder ein Bakterientoxin handeln, ist in erster Linie abhängig von der Größe des Organismus. Giftmengen, die ein Kind töten, rufen bei Erwachsenen nur vorübergehende Erkrankung hervor.

Die meisten krankhaften Störungen, zunächst einmal bei allen Infektionskrankheiten, sind durch Gifte bedingt; aber so einfach, wie in dem oben erwähnten Falle, läßt sich die verschiedene Wirkung der Gifte auf die einzelnen Organismen nur selten erklären.

Es leben im Darm von Menschen und Tieren Millionen von Bakterien, deren Stoffwechselprodukte den Darm nicht angreifen, so daß der Trä-

ger keinen Nachteil davon hat, ein Beweis, daß Bakterien an sich nicht zu schädigen brauchen. Aber Cholera-, Ruhr- und Typhusbazillen, die giftige Stoffwechselprodukte bilden, zerstören die Darmschleimhaut und schädigen anderweitig. Viele Bakterien leben als harmlose Parasiten auf der Haut, die giftigen Tuberkelbazillen rufen Lupus hervor; durch Toxine zerstören die Erreger von Aussatz und Syphilis gesundes Gewebe. Im Darm, besonders von Kindern, haust oft ein Würmchen, der Pfiemenschwanz (*Oxyurus*) in großen Mengen, ohne, trotz seines regen Stoffwechsels andere Belästigungen als gelegentliches Jucken im Anus hervorzurufen. Der kaum größere Erreger der gefährlichen Tunnelkrankheit der Bergleute ruft die schweren Anämien, wie nachgewiesen, nicht etwa durch Blutentziehung hervor, sondern durch Ausscheidung von Toxinen.

Bei Bakterien nie, bei größeren Parasiten selten, sind die direkten anatomischen Schädigungen Ursache der krankhaften Symptome. Die Giftwirkung steht vielmehr im Vordergrund des je nach der Konstitution des Patienten so verschiedenen Krankheitsbildes. Zwar wenn sich die Finne von *Taenia coenurus* (Drehwurm) gerade im Gehirn des Schafes entwickelt und so die Drehkrankheit hervorruft, wenn Pilze Pflanzenknospen befallen und nicht zur normalen Entfaltung kommen lassen, so darf dabei ebensowenig an Giftwirkung gedacht werden, wie etwa bei Schädigung der Leberfunktion durch Druck eines Myomes oder der Gallenblase infolge von Steinen. Aber diese Fälle sind die selteneren. Im allgemeinen wird sich die Frage nach den Verschiedenheiten der Disposition für Infektionskrankheiten mit der nach der Empfindlichkeit für die Gifte der Infektionserreger decken, also chemisch-physiologisch, nicht anatomisch, zu beantworten sein.

Die transplantable Krebs- oder Sarkomzelle kann man in gewissem Sinne auch mit den pflanzlichen und tierischen Infektionserregern vergleichen. Wie die Krebskachexie lehrt, scheidet die Krebsgeschwulst Toxine aus. Die Krebszelle dürfte sich um so leichter an den Stellen neu ansiedeln (Metastasenbildung), bzw. dahin künstlich übertragen lassen, wo das normale Gewebe ihrem Gifte (hier vielleicht richtiger Ferment) keinen Widerstand leisten kann; es ist also auch eine chemische Ursache der Disposition für maligne Geschwülste zu vermuten.

Als erster Anlaß zu degenerativen Organerkrankungen läßt sich oft eine vorausgegangene Infektionskrankheit nachweisen. Ein sicher durch Bakterieninvasion hervorgerufener Gelenkrheumatismus, eine schwere Angina oder Influenza, bei denen durch die Eingangspforte der Mandeln die Bakterien ins Blut gekommen sind, kann das Herz geschädigt haben; was die Toxine angerichtet haben, hat es dann, bei seiner steten Arbeit auch, als die Bakterien längst verschwunden waren, nicht wieder ausheilen können und der Schaden

hat sich vergrößert. Ganz ähnliche Vorgeschichten können chronische Erkrankungen von Leber und Niere, von Gallenblase und Pankreas haben.

Die mehr oder minder große Empfindlichkeit der Organe für die Gifte, die Infektionskrankheiten in den Körper gebracht haben, kann die eine Person die Krankheit glatt überwinden lassen, bei der andern von ungünstiger Disposition eine Organerkrankung im Gefolge haben, für die man vergeblich nach anatomischen Ursachen suchen würde.

Wenn das Herz des Fettsüchtigen schwach wird, jemand, der täglich 10 Liter Bier zu sich nimmt, sich Herz und Nieren ruiniert, der Nagelesser aus dem Wanderzirkus Magengeschwüre bekommt, sind wir schnell mit der Erklärung zur Hand. Wir wissen, daß Fettleibigkeit für Herzleiden, zu starkes Trinken für Nierenkrankheiten die Disposition schafft — Organschädigungen infolge Überanstrengung. — In tausend anderen Fällen müssen wir jedoch chemische (Gift-) Schädigung annehmen, wofür die Disposition je nach der Affinität der Organe für das Gift wecheln kann.

Wie gegen die Gifte der sich vermehrenden Infektionserreger, variiert auch die Empfindlichkeit gegen andere Reizstoffe aus Mineral- und Organismenreich bei den einzelnen Individuen beträchtlich. Jeder Arzt weiß, wie verschieden seine Patienten auf Jod und Quecksilber, Blei und Arsenik reagieren, auf Alkaloide und Schlafmittel, auf Alkohol, Kaffee und Tabak.

Bei einem Menschen rufen die Pollen gewisser Pflanzen in den Sommermonaten Heuschnupfen hervor, beim andern die Berührung der *Primula obconia* Ekzem, beim dritten Mücken- oder Bienenstiche starke Schwellungen, während andere von alledem nichts spüren. Überall verschiedene Disposition, für die anatomische Differenzen, z. B. die verschiedene Dicke der Schleimhaut oder Epidermis, nur höchst unzureichende Erklärungen liefern, also auch chemische Ursachen herangezogen werden müssen. Und was im vorstehenden im wesentlichen für den Menschen ausgeführt wurde, gilt auch für Pflanzen und Tiere. Wenn die Tuberkelbazillen der Warmblütler für Kaltblütler relativ unschädlich sind, und umgekehrt, kann man hierfür vielleicht die physikalische Ursache der Gewöhnung an verschiedene Temperaturen heranziehen, nicht aber, wenn das *Trypanosoma naganii*, das durch die Tsetsefliege verbreitet wird, beim Rindvieh eine tödliche Krankheit hervorruft, für die der Mensch unempfindlich ist; oder wenn der Erreger der Maul- und Klauenseuche für Einhufer, z. B. Pferde, oder Raubtiere, z. B. Hunde, ungefährlich ist.

Bleiben amerikanische Reben von der Reblaus verschont, erweisen sich manche Getreiderassenzüchtungen als besonders winterhart, manche Zuckerrübenvarietäten der Trockenfäule nicht so ausgesetzt, so haben wir hier ähnliche

Dispositionsunterschiede zwischen Angehörigen gleicher Arten, wie bei den verschiedenen Rassen der Haustiere. Fast ausnahmslos müssen sie, da sie anatomisch nicht erklärt werden können, auf chemische Verschiedenheiten in Art oder Menge der Zellbestandteile zurückgeführt werden.

Aus dem bisher Erwähnten geht hervor, daß mangels plausibler anatomischer Ursachen in den meisten Fällen, wo Verschiedenheit der Empfänglichkeit für Schädigungen durch dieselbe Noxe bei Angehörigen der gleichen Gattung, Art oder sogar Rasse konstatiert wird, chemische Abweichungen im Aufbau der Zellen und Organe dafür verantwortlich zu machen sind. Damit ist das Problem, eins der wichtigsten in dem sehr vernachlässigten Wissenszweig der vergleichenden Physiologie, klar herausgestellt. Was bisher zu seiner Lösung gefunden ist, ist noch niemals aus den Arbeiten über Krankheiten der Tiere und Pflanzen, insbesondere der Haustiere und Kulturpflanzen, den diesbezüglichen pathologischen, bakteriologischen und toxikologischen Publikationen, aus Veröffentlichungen über Parasitismus, über Anaphylaxie- und Immunisationserscheinungen, über Rassenbiologie und hygienische Statistiken zusammengetragen worden. Verfasser fühlt sich hierzu außerstande und kann im folgenden nicht mehr als einige Hinweise und Anregungen geben, glaubt aber, daß aus einer systematischen Bearbeitung dieses Gegenstandes, zu dem der praktische Arzt, der am Krankenbett seine vergleichenden Studien über Dispositionen machen kann, der Ethnologe, der den durch Rassenverschiedenheit bedingten Abweichungen im Auftreten von Volkskrankheiten nachgeht, der Tierarzt, dem ein der Art nach höchst mannigfaltiges Beobachtungsmaterial zur Verfügung steht, kasuistische Beiträge liefern kann, welche der Forscher mit allem Rüstzeug, das ihm Chemie und Physiologie, Histologie und Bakteriologie, Toxikologie und Pathologie an die Hand gibt, exakt zu bearbeiten hat, sehr viel für Biologie und Therapie zu gewinnen ist. Wer aber selbst nicht praktisch arbeitet, würde sich durch kompilatorische Arbeit des Gegenstandes und Sammlung aller der zerstreuten Literaturnotizen, die zusammenhanglos, wie sie heute sind, leicht in Vergessenheit geraten können, sehr verdient machen.

Nun zum einzelnen: Sollen tierische oder pflanzliche Krankheitserreger sich in einem Organismus ansiedeln, so muß er ihnen zunächst geeignete Ernährungsverhältnisse bieten und muß ferner keine Stoffe enthalten, die für den Parasiten schädlich sind.

Im zuckerreichen Blut des Diabetikers finden die Erreger der Furunkulose einen besonders geeigneten Nährboden. Auch vermögen die Gewebszellen, durch den Zuckergehalt des Blutes alteriert, den Bakterientoxinen nicht die normale Heilkraft entgegenzusetzen, so daß beim Diabetes erklärlich wird, welche chemische Ursache

die Disposition für Furunkulose, Gangrän, oft auch Tuberkulose, schafft.

Viele Bakterien, die Darmkrankheiten hervorrufen, werden von Säuren in höherer Konzentration abgetötet oder in ihrer Entwicklung gehemmt. Je stärker also die Säure des Magens, desto geringer die Gefahr von Darmerkrankungen. Die Widerstandsfähigkeit der Carnivoren gegen Fleischvergiftung und die Erreger menschlicher Darmkrankheiten dürfte im wesentlichen auf die hohe Acidität ihres Magensaftes zurückzuführen sein. Achylie und mit Hypacidität einhergehende Magenstörungen schaffen die Disposition für Darmerkrankungen.

Wichtiger noch als die niedrig molekularen Parasitengifte sind für das Problem der Disposition die Antitoxine und Immunkörper. Der Säugling wird mit der Muttermilch gerade die Immunstoffe aufnehmen, die für seine Art die wichtigsten sind. Ernährung mit pasteurisierter Kuhmilch, deren an sich schon für den Menschen weniger wertvolle Immunkörper durch das Erhitzen zerstört sind, disponiert, wie statistisch nachgewiesen, den menschlichen Säugling für eine Reihe von Erkrankungen.

Dank einem gewissen, bei der Mehrzahl vorhandenen Gehalt des Blutes oder der Organe an Immunkörpern soll der Europäer im allgemeinen die Syphilis leichter überstehen als der Japaner, der Neger aus dem tropischen Afrika die Malaria besser als der Nordländer.

Bekannt ist, daß schlechte Ernährung den Gehalt des Blutes an Defensivmitteln, z. B. an den sogenannten Osponinen, herabsetzt. Darum das häufige Auftreten von Epidemien im Gefolge von Hungersnöten. Körperliche Entbehrungen schaffen die Disposition für Flecktyphus (Hungertyphus) und Dysenterie, für Tuberkulose und schwarze Pocken.

Je genauer wir die Immunkörper nach Art und chemischem Aufbau kennen lernen werden, desto klarer werden uns auch die chemischen Ursachen vieler Dispositionen werden. Wenn Keuchhusten und Windpocken, Masern und Ziegenpeter, Scharlach und Diphtherie typische Krankheiten des Kindesalters sind, werden wir annehmen dürfen, daß den Organen des Kindes chemische Körper fehlen, die im Laufe der Entwicklung erworben werden und die Disposition für diese Krankheiten herabsetzen.

Auf chemische Verhältnisse konnte *Kyes* die große Differenzen zeigende Empfindlichkeit verschiedener Tierarten gegen Schlangengifte, besonders das Gift der Brillenschlange, zurückführen. Kobragift bildet mit dem Lecithin aus den Hüllen der roten Blutkörperchen eine Adsorptionsverbindung. Der Lecithingehalt der Erythrocyten ist nun bei Pferd und Rind, Hund und Menschen recht verschieden. Je reicher aber die Blutkörperchen an Lecithin sind, desto stärker ist die Hämolyse, desto heftiger also die Wirkung des Schlangengiftes auf das Blut.

Toxine wie Alkaloide haben eine verschiedene Affinität zu den einzelnen Zellbestandteilen, den einfachen Eiweißkörpern und den Nucleinen, den Phosphatiden (phosphorhaltigen Lipoiden), den Fetten und dem Cholesterin. Je reicher das eine oder andere Organ an diesen Substanzen ist, desto mehr von dem Gifte wird es binden, desto erheblicher also auch in seiner Funktion gestört werden. Eingehendere Beobachtungen in dieser Richtung werden vielleicht die Erklärung dafür bringen können, warum Stubenvögel so außerordentlich leicht Rauchvergiftungen erliegen, Ziegen nach Exstirpation der Schilddrüse im übrigen normal fortleben können, während sonst schon die bloße Herabminderung der Funktion dieses Organes bei Menschen und Säugetieren zu Verblödung und Degeneration führt.

Bei Kindern unter 10 Jahren beobachtet man nie Heuschnupfen. Es wird also die Disposition hierfür erst erworben oder kommt im Laufe der Entwicklung — Erblichkeit wurde allerdings nicht beobachtet — zur Ausbildung. Eine erste Infektion mit den Pollen findet statt und eine neue, noch so minimale löst in den vorinfizierten Geweben Erscheinungen aus, die an die bei der Anaphylaxie beobachteten erinnern.

Ob die nach Genuß von Krebsen, Krabben, Hagebutten oder Walderdbeeren auftretenden Schleimhautreizungen, Nesselausschläge usw. auch nur entstehen, nachdem der Organismus durch eine sicher feststellbare frühere Aufnahme dieser Speisen sensibilisiert ist, wäre wohl kasuistisch zu ermitteln. Zutreffendenfalls wäre hier, wie beim Heuschnupfen die Disposition der Erkrankung durch den anaphylaktischen Zustand der bezüglichen Gewebe bedingt. Warum sich aber beim einen diese Anaphylaxie einstellen kann, bei der Mehrzahl der Menschen nicht, ist ebenso unklar wie das Wesen der Idiosynkrasien gegen gewisse Arznei- und Genußmittel (Jod, Brom, Chinin, Veronal, Vanillin) oder die Hautreizungen nach Sublimat, Jodoform und dem Berühren gewisser Pflanzen, wie der *Primula obconica* oder des Giftsumach (*Rhus toxicodendron*).

Nicht nur anatomische Mißbildungen, auch chemische Konstitutionsanomalien können Dispositionen schaffen. Fehlen dem Zahngewebe an der richtigen Stelle die härtenden Aschenbestandteile, wird es leicht von der Caries angegriffen, der Mangel an alkalischen Erden gibt bei Rachitis und Osteomalacie die Disposition für Knochenbrüche, die Pigmentarmut disponiert Albinos für Hauterkrankungen.

Die Filtration einer Suspension durch ein engmaschiges Gewebe, die Diffusion zweier Flüssigkeiten, die Absorption eines Gases durch eine wässrige Lösung oder dgl. betrachtet man als rein physikalische Vorgänge. Wie zahlreiche Versuche gelehrt haben, ist die Funktion von Darmschleimhaut und Niere aber nicht als rein physikalische aufzufassen. Störungen in ihrer Tätigkeit müssen also weniger durch mechanische Änderung des

Zellverbandes, als durch chemische Differenzen bedingt sein, was ja beispielsweise auch in den veränderten Färbungsverhältnissen, z. B. des erkrankten Nierengewebes gegenüber dem normalen seinen Ausdruck findet. Wäre die Forschung hier weiter, würde sie vielleicht chemische Ursachen für die Disposition zur Brightschen Nierenentzündung oder zu manchen vom Darm her ihren Einzug haltenden Infektionskrankheiten finden.

Ein gleiches wie für Darm und Niere gilt für andere drüsige Gebilde, wie Schild- und Nebenschilddrüse, Hypophyse und Nebenniere, Milz und Knochenmark, Bauchspeicheldrüse, Leber und Galle. Anatomische Differenzen lassen sich, wenn eine Erkrankung dieser Drüsen gerade begonnen hat, häufig nicht bemerken. Also müssen es wohl zunächst ganz geringfügige Abweichungen in ihrer Zusammensetzung und ihrem Stoffwechsel sein, die beim einen Basedow oder Myxödem, Akromegalie oder Leukämie, Diabetes oder Gicht entstehen lassen, während andere, ohne die aller Wahrscheinlichkeit nach in einer von der Norm abweichenden chemischen Zusammensetzung des drüsigen Gewebes begründeten Disposition, gesund bleiben.

Manche dieser Dispositionen, besonders die für Gicht und Schilddrüsendegeneration, scheinen angeboren zu sein, andere, z. B. für Diabetes, werden erst erworben. Ob aber ein mangelhafter Stoffwechsel der fermentbildenden Zellen, die Produktion irgendwelcher giftigen Stoffe oder irgend etwas anderes das dispositionsbegründende Moment für diese Erkrankungen ist, wissen wir nicht.

Beispiele für ähnliche Verhältnisse im Pflanzen- und besonders im Tierreich lassen sich leicht erbringen. Durch gute Düngung kann man schwache Pflanzen so widerstandsfähig machen, daß sie ihre pflanzlichen und tierischen Schmarotzer los werden, durch kräftige Ernährung Raupen die Disposition für Infektionskrankheiten, die sie bei schlechter Fütterung erwerben, nehmen, in beiden Fällen also eine in unzulänglicher chemischer Zusammensetzung der Organismen begründete Disposition beheben.

Soll auch nicht vergessen werden, daß für viele Erkrankungen die individuellen Unterschiede, wie die von Alter und Geschlecht, von Rasse und Art usw. gleichgültig sind, unterliegt fast jeder Mensch einer Infektion durch Pest oder Syphilis, falls einmal die Krankheitserreger eingedrungen sind, wird jeder Warmblütler durch Blausäure oder Kohlenoxyd vergiftet, jede Pflanze durch schweflige Säure oder Sublimat geschädigt, so spielt doch für die Mehrzahl der Erkrankungen die Disposition, die, wie wir gesehen haben, meist durch chemische Verhältnisse bedingt ist, eine große Rolle.

Beobachtet ein Gärtner etwa, daß gewisse Bäume von Blattläusen verschont bleiben, ein Landwirt, daß bestimmte Kartoffelrassen auf gleichem Boden gewachsen, trocken eingebracht und gleich

gelagert, weniger leicht auskeimen oder faulen als andere, ein Tierarzt, daß dunkle Landschweine seltener Rotlauf bekommen als die hochgezüchteten Kulturrassen, ein Reisender, daß Volksstämme sich an regelmäßigen Genuß von Rizinusöl als Speisefett gewöhnt haben, ein Arzt, daß Basedow fast nur bei Frauen und häufig im Zusammenhang mit Störungen der Geschlechtsdrüsensfunktionen auftritt, so sollte er solche Beobachtungen aufzeichnen und, falls sie sich wiederholt bestätigen und noch nicht mitgeteilt sind, veröffentlichen. Kann er selbst vielleicht auch keine wissenschaftliche Erklärung geben, so regt er doch die Forschung über solche Fragen der Disposition an.

Wer mit Lebewesen zu tun hat, kann den gesamten Lernstoff seines Gebiets beherrschen und doch, wenn er individuelle Dispositionen nicht berücksichtigt, in der Behandlung seiner Pflinglinge große Fehler machen. Die Wissenschaft, zufrieden, allgemeine Grundsätze der Hygiene und Therapie aufgestellt zu haben, ist nur selten, z. B. bei Haustieren und Kulturpflanzen, soweit, auch die physiologischen Rassenunterschiede etwas zu berücksichtigen und beschränkt, sogar beim Menschen, die individuelle Behandlung im wesentlichen auf bloße Beachtung der Verschiedenheit der Lebensalter und Geschlechter.

Was gibt trotz der vorzüglichen Vorbildung des Arztes dem tüchtigen älteren Praktiker eine Überlegenheit über den jüngeren Kollegen? Neben der Routine und der nur allmählich zu erlernenden Kunst, auch der Psyche des Patienten Rechnung zu tragen, vor allem ein scheinbar instinktives, in Wahrheit aus einer Summe von Beobachtungen gewonnenes Gefühl für das, was für diese und das, was für jene Konstitution taugt.

Was sonst den Fortschritt des Menschengeschlechtes bedingt, nämlich daß die ältere Generation der jüngeren das fertige Resultat ihrer Erfahrungen übermittelt, damit diese nicht wieder den gleichen Weg zurückzulegen hat, sondern weiter kommen kann, soll auch für das vorliegende Gebiet Geltung gewinnen. Bringt uns doch jeder Beitrag zur Erkenntnis der Grundlagen der Disposition dem Ziel, die Natur in ihrer Mannigfaltigkeit zu verstehen, näher und damit in die Lage, sie zu beherrschen, d. h. Nutzenwendungen für die Therapie zu ziehen. Das aber ist die Hauptsache.

Physikalisch-chemische Untersuchungen am lebenden Protoplasma.

Sammelreferat von Dr. Bruno Kisch,

Assistent am pathol.-physiol. Institut in Köln a. Rh.

Im Laufe der letzten Jahre sind im pflanzenphysiologischen Institut der deutschen Universität in Prag vom Chef dieses Instituts, Prof. *Czapck*, sowie von seinen Schülern eine Reihe von physikalisch-chemischen Untersuchungen an der lebenden Zelle durchge-

führt worden, die zwar vorläufig, da die Untersuchungen noch lange nicht abgeschlossen sind, noch zu keiner endgültigen Entscheidung der wichtigen behandelten Fragen geführt haben, deren Resultate aber doch so interessant sind, daß ich sie gerne, der freundlichen Aufforderung der Redaktion der *Naturwissenschaften* folgend, hier kurz darlegen möchte.

Czapek hat im Jahre 1911 auf Grund einer großen Anzahl von Versuchen feststellen können, daß, sobald man Gewebsteile höherer Pflanzen in die Lösungen der verschiedensten oberflächenaktiven Stoffe bringt, die natürlichen Inhaltsstoffe der Zellen (wie Gerbstoff, Farbstoffe usw.) aus diesen in das umgebende Medium austreten, sobald die Oberflächenspannung dieses Mediums einen bestimmten Wert unterschreitet¹⁾. Und zwar zeigte sich, daß die Exosmose eintrat, wenn der Wert der Oberflächenspannung der betreffenden Lösung geringer war als 0,8 der Oberflächenspannung von destilliertem Wasser gegen Luft, gemessen mit dem Czapekschen Kapillaranometer. Aus der Konstanz dieses Wertes bei den verschiedensten angewendeten Substanzen, wie: ein- und mehrwertigen Alkoholen, Ketonen, Estern, ungesättigten Alkoholen, oberflächenaktiven Kolloiddösungen usw. und aus der Unabhängigkeit der Wirkung von der chemischen Zusammensetzung der Stoffe, schloß Czapek, daß deren Wirkungsweise auf das Plasma so zu erklären sei, daß nach den bekannten, von W. Gibbs entwickelten Prinzipien die in das Plasma eingedrungenen oberflächenaktiven Stoffe sich in der äußersten Plasmaschicht ansammeln und so die oberflächenaktiven Stoffe der intakten Plasmahaut verdrängen würden, wodurch dann eine abnorme Durchlässigkeit der Plasmahaut für die Inhaltsstoffe der Zelle resultiert. Da dies aber, nach oben erwähnten Prinzipien, nur geschehen kann, wenn die aufgenommene Substanz in der dargebotenen Konzentration eine, wenn auch nur geringe, Überlegenheit in ihrer Oberflächenaktivität gegenüber den in der normalen Plasmahaut vorkommenden oberflächenaktiven Stoffen zeigt, so hätten wir in der Czapekschen Methode ein Mittel, die Oberflächenspannung der lebenden Plasmahaut zu messen und Czapek hat diese für die Zellen höherer Pflanzen zu ca. 0,685 der Oberflächenspannung Luft-Wasser bestimmt. Durch diese Untersuchungen Czapeks wurde gezeigt, daß eine große Reihe differentester Stoffe eine gleichartige Schädigung der Zelle durch eine bestimmte physikalische Eigenschaft, nämlich ihre Oberflächenaktivität, bedingen.

In der gleichen Arbeit hat Czapek den Einfluß verschiedener Säurekonzentrationen auf die Permeabilität des Plasmas für die Zellinhaltsstoffe studiert. Es zeigte sich ein Austritt dieser Stoffe aus dem Zellinnern bei der Einwirkung von Säurekonzentrationen von mindestens $n/6400$. Es scheint demnach, wie dies bereits von Kahlenberg und True früher auf Grund ganz andersartiger Versuche konstatiert wurde, daß bei hinreichend stark dissoziierten Säuren eine spezifische Wirkung des Anions auf die Zelle nicht ausschlaggebend in Betracht kommt. (Doch war z. B. die Wirkung der Essigsäure in den Versuchen eine im Hinblick auf ihren Dissoziationsgrad auffallend stärkere.) Interessant ist nun ferner die Tatsache, die Czapek feststellte, daß eine wässrige $n/1200$ -Natrium-Oleat-Lösung von Normalsäure in einer Konzentration von

$1/6400$ eben verseift wird, also von der gleichen Konzentration, die auch für die lebende Zelle eben wirksam ist, und daß die Oberflächenspannung der $n/1200$ -Oleat-Lösung der für die Plasmahaut bestimmten außerordentlich nahe liegt. Es schien so der Versuch aussichtsreich, auf diesem Wege der analogen Erscheinungen etwas über die Zusammensetzung der Plasmahaut und das Wesen der Wirkung des H-Ions auf die lebende Zelle zu ermitteln.

Nachdem Czapek hiermit für das große Gebiet der höheren Pflanzen eine Reihe neuer Tatsachen festgestellt hatte, schien es wichtig, die gleichen Verhältnisse an einer anderen Gruppe von Organismen zu untersuchen, insbesondere deshalb, weil gewisse Zellen sich ständig in einem Medium von besonders niedriger Oberflächenspannung befinden und daher für sie die oben ermittelten absoluten Werte nicht Geltung haben können. Zu diesen Organismen, die normalerweise in einem an Alkohol reichen Medium (das daher eine relativ geringe Oberflächenspannung hat) leben, gehört die Hefe. Ich habe daher die Gültigkeit der von Czapek ermittelten Zahlen für die Hefe (*Saccharomyces cer.*) und eine Reihe anderer niederer Organismen geprüft¹⁾. Bei meinen Versuchen habe ich zuerst den Einfluß der Oberflächenspannung des umgebenden Mediums auf die Exosmose von Invertin aus Hefezellen bestimmt. Dabei konnte ich feststellen, daß die Hauptmenge des Invertins aus den Zellen bei der Anwendung isokapillarer Lösungen (d. h. Lösungen von gleicher Oberflächenspannung) austritt, unabhängig von den chemischen Eigenschaften der angewendeten Stoffe, daß also qualitativ wohl die gleichen Verhältnisse vorliegen, die Czapek für höhere Pflanzen feststellen konnte. Der absolute Wert der Oberflächenspannung bei den wirksamen Konzentrationen der untersuchten Substanzen war aber bedeutend geringer als der für die Zellen höherer Pflanzen ermittelte. Er betrug nur ca. 0,5 der Oberflächenspannung Wasser-Luft. Dadurch wird es erklärlich, daß die Hefezellen in Alkoholkonzentrationen leben können, durch deren niedere Oberflächenspannung allein schon die Zellen höherer Pflanzen schwer geschädigt werden. Durch geeignete Versuche konnte ich ferner zeigen, daß die Wirkung oberflächenaktiver Stoffe, die die Permeabilität des Plasmas in der geschilderten Weise beeinflusst, eine irreversible ist. Auch scheint es von Bedeutung zu sein, daß nach meinen Versuchen die Hefezellen die Einwirkung von verschiedenen Säuren bis zu einer Konzentration von ca. $n/6$ vertragen, welcher Wert ebenfalls bedeutend höher ist als der von Czapek für höhere Pflanzen ermittelte. Ferner konnte ich zeigen, daß sich eine Reihe von Schimmelpilzen gegenüber oberflächenaktiven Stoffen und Säuren qualitativ und quantitativ ganz ähnlich verhalten, wie die Hefezellen. Nur Sporen und Konidien der Pilze sind gegen die Einwirkung der Alkohole und Säuren ganz besonders widerstandsfähig, was zum Teil sicher durch die Undurchlässigkeit ihrer dicken Zellmembran gegenüber dem wirksamen Agens bedingt ist. Es spricht vieles dafür, daß dieses Verhalten der Hefe und Schimmelpilze, das so auffallend in quantitativer Hinsicht von dem höherer Pflanzenzellen abweicht, dadurch bedingt ist, daß in der Plasmahaut jener andere oberflächenaktive Stoffe enthalten sind, als in der höherer Pflanzenzellen. Aus verschiedenen Gründen kämen als

¹⁾ Fr. Czapek, Über eine Methode zur direkten Bestimmung der Oberflächenspannung der Plasmahaut von Pflanzenzellen. Jena, G. Fischer, 1911.

¹⁾ Bruno Kisch, Über die Oberflächenspannung der lebenden Plasmahaut bei Hefe und Schimmelpilzen. Biochem. Zeitschr. Bd. 40, 1912.

solche Stoffe vielleicht Lecithin, Cholesterin, oder aber auch andere Lipide in Betracht. Schließlich habe ich es in der genannten Arbeit versucht durch Untersuchungen über die Fällung von Lecithinemulsionen durch verschiedene Säurekonzentrationen eine Analogie mit dem Verhalten der niederen Pflanzenzellen gegen die entsprechenden Säuren zu finden.

Bei der großen Rolle, die den Zelllipoiden und insbesondere den Lipoiden der Plasmahaut bei der Wirkung oberflächenaktiver Stoffe auf die Zelle wohl nach den mitgeteilten Versuchen zuzukommen scheint, war es von großem Interesse, zu untersuchen, ob auch bei der Narkose, deren wichtige Beziehung zu den Zelllipoiden seit den grundlegenden Untersuchungen von *H. H. Meyer* und *Overton* bekannt ist, der Oberflächenspannung der narkotisch wirkenden Stoffe eine entscheidende Rolle zufällt. Eingehend hat sich *H. Nothmann-Zucker кандl*¹⁾ mit dieser Frage befaßt und hierbei eine Reihe wichtiger und interessanter Tatsachen feststellen können. *Nothmann-Zucker кандl*, welche den Einfluß der Narkotika auf die Plasmaströmung der Zelle untersuchte, konnte eine *gesetzmäßige Beziehung zwischen der Wirksamkeit der Narkotika und der Oberflächenspannung* der untersuchten Lösungen *nicht feststellen*. Sie fand, daß die Kurve für Konzentration und Zeit der Wirkung des *Athylalkohols* den Kurven für den Verlauf unimolekularer Reaktionen gleicht; sie konnte ferner feststellen, daß die Wirkungskurven der Alkohole *nicht den Adsorptionsisothermen gleichen*, woraus man wohl schließen kann, daß bei der Einwirkung der Alkohole eine ganze Reihe von Prozessen sich abspielen, so daß die Adsorption, die bei der Aufnahme der Alkohole in die Zelle wohl eine wichtige Rolle spielt, in der Wirkungskurve nicht zum Ausdruck kommt. *Hingegen konnten die Wirkungskurven der Ketone*, die *Nothmann* bezüglich ihres Einflusses auf die Plasmaströmung untersuchte, *als Adsorptionsisothermen gedeutet werden*. Ferner wurde festgestellt, daß bei der gewählten Versuchsanordnung eine Hemmung der Plasmaströmung durch Mineralsäuren und einige organische Säuren, eben bei Konzentrationen eintrat, die höher als $n/6300$ waren. Also bei demselben Wert, den *Czapek* als Grenzwert bei der Beobachtung der Exosmose gefunden hatte. Bei der Hemmung der Plasmaströmung zeigte sich ferner bei der Untersuchung der Wirksamkeit von Fettsäuren die besondere Giftigkeit der Ameisensäure. Die folgenden Glieder der Reihe wirkten in Konzentrationen von mehr als $n/3200$, erst von der Capronsäure an nahm ihre Wirksamkeit zu. *Nothmann* erklärt die *erhöhte Giftigkeit der niederen Fettsäuren durch deren stärkere Adsorbierbarkeit*, die in der älteren physikochemischen Literatur tatsächlich festgestellt wurde.

Es wurde in der gleichen Arbeit auch der Einfluß der Temperatur auf die Wirkung der Alkohole und anderer Gifte untersucht. Die Giftigkeit der Lösungen steigt gleichmäßig mit der Temperatur an, die Zunahme ist am größten im Temperaturintervall von 28–38°. Auch ist sehr bemerkenswert, daß die Alkoholwirkung im Dunkeln rascher eintritt als im Licht. Die Wirkung der niederen Alkoholkonzentrationen konnte durch Mangan- und Zinksulfat sowie durch Aluminiumnitrat abgeschwächt werden, was im Hinblick auf die weiter unten zu besprechenden Untersuchungen von *Szűcs* und von *Endler* nicht unwichtig scheint. Die

Kombination von Cyankali und Alkohol ergab in allen Fällen eine Verstärkung der Wirkung auf die Plasmaströmung. Die Wirkung der Salzsäure und Fettsäuren wird durch $MnSO_4$ und $ZnSO_4$ ebenfalls verstärkt. Durch Sauerstoffentzug konnte bei Zimmertemperatur keine Verstärkung der Alkoholwirkung hervorgerufen werden, wohl aber bei 30° und über 30°, bei welchen Temperaturen auch die Wirkung von Säuren, Sublimat, Cyankali usw. durch Sauerstoffmangel gesteigert wird.

Wenn schon in dieser Arbeit von *Nothmann-Zucker кандl* wiederholt die Wichtigkeit der experimentellen Beeinflussbarkeit von Lebensvorgängen in der Zelle durch Ionenwirkungen zutage tritt, so tritt die Wichtigkeit dieses Problems ganz besonders in einer Reihe von Arbeiten hervor, die von *Endler* und von *Szűcs* gleichzeitig und ganz unabhängig voneinander im Institute durchgeführt worden sind, und die ich nun der zeitlichen Reihenfolge ihrer Publikation nach besprechen möchte. *Endler*¹⁾ befaßte sich mit dem Problem des Durchtritts von Salzen durch das Protoplasma. Er konnte zeigen, daß Neutralsalze, die sich im, die Zelle umgebenden Medium befinden, in niederen Konzentrationen den Eintritt von Farbstoffen in die Zelle fördern und bei weiterer Steigerung der Konzentration hemmen. Wenn auch leider die genauen Verhältnisse hierbei nicht zahlenmäßig und quantitativ dargestellt werden konnten, so zeigte sich doch zweifellos, daß der Einfluß verschiedener, an das gleiche Anion gebundener Kationen auf die Farbstoffaufnahme kein deutlicher war, wenn man aber die Wirkung verschiedener Salze mit gleichem Kation und verschiedenen Anionen benutzte, sich, nach der Reihenfolge ihrer aufnahmshemmenden Wirkung folgende Reihe ergab: Nitrat < Chlorid, Sulfat < Tartrat, Citrat < Aluminat < Salicylat.

Sehr interessant ist, daß diese Reihe mit der seinerzeit von *Hofmeister* ermittelten Fällungsreihe der Anionen übereinstimmt. Doch schon die Versuche *Endlers* über Farbstoffaustritt aus der Zelle zeigen, daß man die Hemmung der Farbstoffaufnahme durch Salze keineswegs etwa einfach mit einer Fällung von Plasmakolloiden erklären könnte. Unter den Kationen zeigte allein eine starke hemmende Wirkung das Al, das auch schon in den Untersuchungen von *Nothmann-Zucker кандl* eine besondere Stellung bei der kombinierten Giftwirkung unter den anderen Kationen einnahm, und dessen besondere Eigenschaften bezüglich seiner Wirkung aufs Plasma wir noch in der wichtigen Untersuchung von *Szűcs* kennen lernen werden.

Der Austritt von in die Zelle aufgenommenen Farbstoffen wird nach *Endler* bei toten Zellen von den Kationen in folgender Reihe gefördert: Na < K < Mg < Ca < Al. Bei lebenden Zellen ist der Unterschied in der Wirkung der einzelnen Kationen weniger deutlich und weniger regelmäßig. Die Anionen wirken in dem gleichen Sinne in der Reihenfolge Nitrat < Chlorid < Sulfat < Tartrat < Citrat. Dabei wäre für das Al einerseits und für Tartrat und Citrat andererseits eine Ähnlichkeit ihrer Wirkung noch insofern zu erwähnen, als sie zum Unterschied von den anderen Ionen, bei den lebenden Zellen eine Förderung des Farbstoffaus-

¹⁾ *Helene Nothmann-Zucker кандl*, Die Wirkung der Narkotika auf die Plasmaströmung. *Biochem. Zeitschr.* Bd. 45, 1912.

¹⁾ *Josef Endler*, Über den Durchtritt von Salzen durch das Protoplasma. I. Mitteilung über die Beeinflussung der Farbstoffaufnahme in die lebende Zelle durch Salze. *Bioch. Zeitschr.* Bd. 42, 1912. II. Mitteilung über eine Methode zur Bestimmung des isoelektrischen Punktes des Protoplasmas auf Grund der Beeinflussung des Durchtritts von Farbstoffen durch OH- und H-Ionen. *Biochem. Zeitschr.* Bd. 45, 1912.

trittes bei einer niederen, dagegen Hemmung bei einer höheren Konzentration bewirken.

Nun untersuchte Endler den Einfluß von OH- und H-Ionen auf die Farbstoffspeicherung bei konstanter Salzkonzentration. Er konnte, wie auch schon frühere Autoren, in einem bestimmten Konzentrationsgebiet eine Erhöhung der Farbstoffspeicherung bei steigender OH-Konzentration feststellen, desgleichen des Farbstoffaustrittes aus der Zelle, doch wird von einer bestimmten Konzentration der OH-Ionen an der Farbstoffeintritt gehemmt. H-Ionen hemmen den Eintritt von Salzen. Interessante Beobachtungen hat Endler über die durch Säure zu erzielende *Beeinflussung der Wirkung von Salzen auf die Plasmamembranpermeabilität für Farbstoffe* gemacht. Während bei Säurezusatz bis zu einer Konzentration von $n_{12\ 800}$ Neutralsalze den Farbstoffaustritt in der vorhin berichteten Weise beeinflussen, hemmen sie, wenn die Säurekonzentration der Lösung n_{6400} erreicht, den Austritt, der erst bei einem bestimmten höheren Salzgehalt wieder vermehrt erscheint. Besonders wichtig ist aber, das bei n_{6400} Säurezusatz eine Umkehrung der wirklichen Anionenreihe erfolgt, die nun lautet:

Tartrat < Citrat,

Sulfat < Chlorid < Nitrit < Rhodanat < Nitrat.

Eine entsprechende Umkehrung der Kationenreihe, die bei n_{6400} Säure nur angedeutet ist, ist vollkommen bei n_{3200} Säure. Durch diese Methode hat Endler für das Plasma von Elodea den isoelektrischen Punkt abgeleitet, der allgemein nach der Definition von Michaelis dadurch bestimmt ist, daß das Verhältnis der Dissoziationskonstanten des untersuchten Amphoterelektrolyten dasselbe ist, wie das Verhältnis der OH- und H-Konzentrationen der Lösung. Der isoelektrische Punkt, den Michaelis seinerzeit für das Stroma der Blutkörperchen mit $1,10 \cdot 10^{-5}$ n. H ermittelte, liegt für das Plasma der Elodeazellen nach Endler etwa zwischen $1,56 \cdot 10^{-4}$ n und $0,78 \cdot 10^{-4}$ n, während Endler mit der gleichen Methode den isoelektrischen Punkt für das denaturierte Plasma etwas tiefer liegend bestimmt hat. Bemerkenswert scheint in der Arbeit ferner, daß Amphoterelektrolyten durch Alkali wie durch Säure beim Eintreten ins Plasma gefördert werden, desgleichen allgemein die Farbstoffaufnahme durch höhere Temperatur, deren Optimum aber vom Gehalt der Lösung an H- und OH-Ionen sowie Salzen abhängt. Diese letztere Tatsache stimmt mit dem überein, was Nothmann-Zuckermandl in ihrer Arbeit über den Einfluß erhöhter Temperatur auf den Verlauf von Giftwirkungen sah. Ferner hat Endler die Hemmung der Farbstoffaufnahme durch einige Nichteletrolyte bestimmt. Endler gibt ferner an, die Aufnahme von Farbstoffen werde durch Zusatz verschiedener Alkohole nicht beeinflusst, solange der speichernde Stoff noch in der Zelle vorhanden ist. Wird der Farbstoff in Fetttropfen gespeichert, so ändert sich die hemmende Wirkung der Salze durch Alkoholgegenwart nicht. Gerade diese Versuche über die Alkoholwirkung scheinen mir, noch erweitert und genau durchgeführt, unsere Kenntnis über die Wirkung der Alkohole auf den Stoffdurchtritt durch das Plasma, die aus vielen Ursachen ja ungemein wichtig ist, ergänzen und bereichern zu können. Kolloide verzögern nach Endler die Farbstoffaufnahme dadurch, daß sie durch Adsorption die Konzentration des Farbstoffes in der Außenlösung herabsetzen. Der Farbstoffaustritt aber wird durch sie beschleunigt.

Eine Anzahl wichtiger, neuer Erkenntnisse, aber auch eine Reihe von Anregungen für Untersuchungen

auf anderen Gebieten der Physiologie enthalten die zwei Arbeiten, die Szücs¹⁾ aus dem pflanzenphysiologischen Institut publiziert hat.

Szücs hatte bereits viel früher Untersuchungen über die Aufnahme der Anilinfarben durch die lebende Zelle und ihre Hemmung durch Elektrolyte ausgeführt und zahlenmäßig zum Ausdruck gebracht. Nun hat er sich zunächst mit einigen charakteristischen Wirkungen des Aluminiumions befaßt. Schon beim Referieren der Arbeiten von Nothmann-Zuckermandl und von Endler haben wir die besondere Stellung des Al unter den Kationen hervorgehoben. Eine ältere Literaturangabe²⁾ schrieb sogar dem Al-Ion die Fähigkeit zu, die Plasmolysierbarkeit der Zellen aufzuheben. Diese Erscheinung konnte Szücs bestätigen, er fand aber auch die richtige Erklärung hierfür, indem er zeigen konnte, daß die Ionen des Aluminiums in gewissen Konzentrationen eine Erstarrung des Protoplasten hervorrufen. Dies konnte erstens durch die mit der Erstarrung eintretende Unplasmolysierbarkeit der Zellen gezeigt werden, und ferner indem die Umlagerungen innerhalb der Zellen, wie sie bei normalem Plasma durch Zentrifugieren hervorgerufen werden, nach der Al-Einwirkung nicht mehr auftreten. Diese Wirkungen sind abhängig von der Aluminiumionenkonzentration und der Einwirkungsdauer der Lösungen auf die Zellen. Bei längerer Einwirkung höherer Konzentrationen tritt in dem bereits erstarrt gewesenen Plasma eine Wiederauflöserung ein. Analoge Fälle aus physikalisch-chemischen Untersuchungen in vitro sind bei den Schwermetallsalzfällungen des Eiweißes aus der Literatur bekannt. So fällen z. B. die Kupfersalze das Eiweiß und im Überschuß des fällenden Agens tritt eine Wiederauflösung des Niederschlages ein. Was aber bei den Szücs'schen Versuchen in vivo besonders wichtig erscheint, ist, daß die doch scheinbar so schwere Veränderung des Plasmas durch die Aluminiumionen, wie er zeigen konnte, einen reversiblen Prozeß darstellt. Wir haben demnach in der von Szücs angegebenen Methodik ein Mittel, physikochemische Zustandsänderungen des lebenden Plasmas genau zu verfolgen. Bei diesen Versuchen zeigte sich ferner, daß die den Farbstoff Anthokyan enthaltenden Zellen gewisser Pflanzenteile sich unter vitalen Bedingungen durch Aluminiumionenwirkung ihrer Plasmolysierbarkeit nicht berauben lassen. Aus der Literatur ist nun bekannt, daß die Elektrolytfällung eines Kolloides durch Nichteletrolyte verhindert wird, und ebenso daß das Anthokyan zu seiner Entstehung einen großen Zuckergehalt der Zellen bedarf und so lag es Szücs nahe, in Analogie hierzu das Ausbleiben der Al-Wirkung bei anthokyanhaltigen Zellen auf den hohen Zuckergehalt derselben zurückzuführen. In der Tat gelang es Szücs durch Zusatz anderer Nichteletrolyte auch bei anthokyanfreien Zellen die Al-Ionenwirkung zu hemmen, und so eine überzeugende Probe auf die Richtigkeit der erwähnten theoretischen Erklärung des Vorganges anzustellen. Doch reichen nur sehr hohe Konzentrationen eines Nichteletrolyten zur Aufhebung der Wirkung der Al-Ionen hin. Aus Szücs's Untersuchungen geht hervor, daß die Beeinflussung der Plasmolysier-

¹⁾ Joseph Szücs, Über eine charakteristische Wirkung des Aluminiumions auf das Protoplasma. Jahrbücher f. wissensch. Botanik Bd. LII und Experimentelle Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen. I. Mitteilung Jahrb. f. wiss. Botanik Bd. LII.

²⁾ Fluri, M., Flora oder Allg. Bot. Ztg. Bd. 99, 1909.

barkeit und der Chloroplastenumlagerung durch Zentrifugieren wohl auf dieselbe Ursache, nämlich die Erstarrung des Plasmas zurückzuführen ist, sowie, daß entgegen der noch vielfach vertretenen Ansicht, auch lipoidunlösliche anorganische Elektrolyte sehr rasch von der Zelle aufgenommen werden können. Schließlich wurde eine bereits von andern Autoren angegebene aber nicht richtig gedeutete Versuchsanordnung von Szücs untersucht und dahin erklärt, daß die Permeabilität des Plasmas für verschiedene Stoffe durch Wasserstoffsuperoxyd erhöht wird.

Als wichtigstes Ergebnis seiner nächsten Arbeit, die eine Fortsetzung und Beendigung früherer Untersuchungen von Szücs darstellt, der *experimentellen Beiträge zu einer Theorie der antagonistischen Ionenwirkungen*, die detailliert zu referieren, leider die engen Grenzen eines Sammelreferates verbieten, faßt Szücs selbst in der Weise zusammen, daß die Ursache der antagonistischen Ionenwirkung in allen Fällen in der gegenseitigen Beeinflussung der Aufnahmegeschwindigkeit zweier im gleichen Sinne geladener Ionen beruht. Der Beweis für die Richtigkeit dieser Anschauung wurde dadurch erbracht, daß eine vollkommene Parallelität zwischen der Intensität der die Aufnahme hemmenden Wirkung eines Ions auf das andere und zwischen der Entgiftungsgröße gezeigt werden konnte.

Während in den bisher angeführten Arbeiten die Wirkung verschiedener Faktoren auf das Plasma der Zelle untersucht wurde, beziehen sich die im Institute ausgeführten Untersuchungen von Erna Liebaldt¹⁾ auf die Beeinflussung bestimmter Teile der Zelle, nämlich der Chlorophyllkörner. Als wichtiges neues Ergebnis dieser Untersuchungen ist zu nennen, daß dargelegt wird, das Chlorophyllkorn der höheren grünen Pflanze bestehe aus zwei Phasen, einer leicht quellbaren Hydroidphase und einer (grüngefärbten) Lipoidphase. Die Lipoidphase dürfte in der Hydroidphase feinst emulsionsartig verteilt sein, so daß der normale Aufbau des Chloroplasten eine amikronische Verteilung der beiden Komponenten darstellt. — Durch die Einwirkung wässriger Lösungen oberflächenaktiver Substanzen gelang es nun die beiden Phasen in beliebigem Grade zu entmischen und die amikronische Verteilung der Lipoidkolloide in den Hydrokolloiden in eine submikronische und mikronische überzuführen. Bei der Wirkung der oberflächenaktiven Substanzen lassen sich nach Liebaldt drei Stadien beobachten: 1. Das Stadium der Agglutination, entspricht dem Übergang aus dem amikronischen in den submikronischen Verteilungszustand als Folge hauptsächlich der Quellung der Hydroidphase; 2. Stadium der Chlorophyllolyse: die Vergrößerung der Teilchen zu Mikronen und die dadurch fortschreitende Trennung beider Phasen; 3. das Stadium der Kristallabscheidung in Konzentrationen knapp an der Lösungsgrenze für Chlorophyll und etwas darüber. Eine gesetzmäßige Abhängigkeit des Eintretens einer der drei Phasen von der Oberflächenspannung der verwendeten Lösung ließ sich nicht ermitteln.

Zum Schluß möchte ich hier noch Untersuchungen erwähnen, die zwar nicht im Prager pflanzenphysiologischen Institut durchgeführt wurden, zu denen ich aber die Anregung aus meinen Untersuchungen über

den Invertaseaustritt aus Hefezellen schöpfte¹⁾. Ich habe an einer Reihe von Kaltblütlern aus den drei Gruppen der Tierreihe, Würmer, Selachier und Teleostier die Hämolyse durch die Reihe der homologen Alkohole untersucht. Obwohl sich nun eine so genaue Abhängigkeit des Hämolyseintrittes von der Oberflächenspannung der umgebenden Lösung, wie dies beim Invertinaustritt der Fall war, nicht zeigen ließ, so liegen doch die für die einzelnen eben wirksamen Alkohole in einer großen Reihe von Versuchen ermittelten Oberflächenspannungswerte für die einzelnen Arten einer jeden dieser Tiergruppen so nahe beieinander, daß man wohl zu der Ansicht kommen kann, daß bei der Hämolyse die Wirkung der Oberflächenspannung eine bedeutsame Rolle spielt und bloß nicht rein zum Ausdruck kommt, weil sie eben nicht der *einzige* maßgebende Faktor ist, und man könnte wohl daran denken, daß gegenüber den Pflanzenzellen der größere Lipoidreichtum der tierischen Zellen die reine Oberflächenspannungswirkung nicht so hervortreten läßt, wie bei der Exosmose von Zellinhaltsstoffen bei Pflanzen, eine Ansicht, die auch schon von J. Traube ausgesprochen wurde. Es scheint mir bemerkenswert, daß innerhalb einer Tiergruppe bei allen untersuchten Tieren dieser Gruppe die eben hämolysierenden Konzentrationen eines bestimmten Alkohols immer ganz genau übereinstimmen. Z. B. bei allen Selachiern erreicht man Hämolyse durch eine Äthylalkohollösung von der Oberflächenspannung ca. 0,72 (die Oberflächenspannung Wasser: Luft = 1 gesetzt), für die untersuchten Teleostier aber bei ca. 0,68 und diese Werte gelten nicht nur bei verschiedenen Tieren derselben Art, sondern auch bei verschiedenen Arten der genannten Tiergruppen. Dies scheint auch interessant in bezug auf die Angaben H. Fühners über die Änderung des Traubeschen Koeffizienten 3, 3², 3³ . . . bei der Narkose innerhalb der einzelnen Gruppen der Tierreihe, welchen Unterschied Fühner auf einen Unterschied im Lipidgehalt der Nervenzellen bei den verschiedenen Tiergruppen zurückführt. Auch die Resultate, die ich bei der Hämolyse erhalten habe, ließen sich vielleicht in ähnlichem Sinne deuten²⁾. Vergleichende Versuche über die Hämolyse an Menschen und Warmblütlern habe ich zum Teil bereits begonnen.

Mit diesen kurzen Ausführungen habe ich einen Überblick wenigstens über die wichtigsten Ergebnisse der physiko-chemischen Arbeiten zu geben versucht, die in den letzten Jahren in dem Institute Prof. Czepeks in Prag durchgeführt und bereits veröffentlicht worden sind. Viele der behandelten Fragen sind wohl einer endgültigen Lösung noch ferne, aber was bisher festgestellt werden konnte, läßt die angewendeten Methoden als außerordentlich geeignet erscheinen, uns neue Gesichtspunkte und neue wertvolle Anschauungen in einer Reihe der wichtigsten Probleme zu geben.

¹⁾ Die Ergebnisse dieser in der physiologischen Abteilung der zoologischen Station in Neapel durchgeführten Untersuchungen werden im I. Hefte der internationalen Zeitschrift für physikalisch-chemische Biologie mitgeteilt werden.

²⁾ Betreffs näherer Angaben muß ich auf die demnächst erscheinende Mitteilung über die genannte Arbeit verweisen.

¹⁾ Erna Liebaldt, Über die Wirkung wässriger Lösungen oberflächenaktiver Substanzen auf die Chlorophyllkörner. Zeitschr. f. Botanik Jahrg. 5, 1913.

Die Stickstofffrage, ihre Entwicklung und Lösung sowie ihre Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft.

Von Prof. Dr. F. Hönig, Rostock.

(Schluß.)

Die Rolle des Stickstoffes, und zwar namentlich in seiner hauptsächlichsten Verbindung, d. h. in Form des Salpeters, war eigentlich bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts eine rein politische. „Die Chemie“, so hat Napoleon I. gesagt, „ist nur eine Spielerei, wenn sie sich nicht mit den Bedürfnissen des Krieges und der Industrie beschäftigt.“ Und ein anderer Franzose sagte noch im Jahre 1828 in einer Kammersitzung: „Der Salpeter ist der Beschützer des großen und des kleinen Landes sowie der verletzten Rechte; er bietet Sicherheit für die Einhaltung der Verträge, er ist unser Verteidigungsmittel.“ Der Salpeter wurde bis dahin in der Hauptsache zur Herstellung des Schießpulvers gebraucht. Da man ihn dringend und unbedingt gebrauchte, so nahm man ihn in der rücksichtslosesten Weise überall dort, wo man ihn nur irgendwie erlangen konnte. Eine neue und ausgedehnte Verwendungsmöglichkeit begann sich für den Salpeter zu erschließen, als die Lehren *Justus von Liebig* sich immer weiter ausbreiteten und festen Fuß faßten. In seinem epochemachenden Werk „Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie“ zeigte *Liebig*, daß die Pflanze die zum Aufbau ihrer Organe nötigen Elemente ausschließlich anorganischen Stoffen entnimmt, und daß alles, was erfahrungsgemäß die Fruchtbarkeit des Bodens erhöht, wie Brache, Fruchtwechsel, Düngung usw., darauf hinausläuft, der Pflanze diese anorganischen Stoffe in geeigneter Form darzubieten. Freilich legte *Liebig* damals den Hauptwert auf die Zufuhr von Kali, Kalk, Phosphorsäure usw. und glaubte, daß die Pflanze in der Lage sei, den Luftstickstoff als solchen zu assimilieren und zu verwerten. Eine Eigenschaft, die, wie wir heute wissen, aber nur einer einzigen Pflanzenfamilie, nämlich den Leguminosen zukommt. In dem Maße aber, wie die Lehren *Liebigs* immer weitere Verbreitung fanden, in dem Maße erkannte man auch die außerordentliche Bedeutung gerade des Stickstoffes für die pflanzliche Ernährung. Bereits vor mehr als einem halben Jahrhundert hat einer der eifrigsten Verfechter der *Liebigschen* Theorien in der landwirtschaftlichen Praxis, *Schultz-Lupitz* den klassischen Ausspruch getan: „Der Stickstoff ist außer dem Wasser der gewaltigste Motor im Werden, Wachsen und Schaffen der Natur; ihn einzufangen, ihn zu beherrschen, das ist die Aufgabe, ihn zu Rate zu halten, darin liegt die Ökonomie, seine Quelle, welche unerschöpflich fließt, sich dienstbar zu machen, das ist es, was Vermögen schafft.“ Worin besteht denn nun die Bedeutung des Stick-

stoffes und inwieweit ist die eingangs aufgestellte Behauptung, daß die Stickstofffrage und ihre Lösung von der allergrößten Bedeutung für die ganze Menschheit sei, begründet? Der Stickstoff ist bekanntlich der charakteristische Bestandteil der Eiweißkörper und aller eiweißähnlichen Stoffe, Proteine, wie wir auch kurz zu sagen pflegen. Protein kommt wohl her vom griechischen *protos*, der erste, vornehmste. Man hat durch diese Bezeichnung wohl allgemein zum Ausdruck bringen wollen, daß die Proteinstoffe zu den wichtigsten Baustoffen des tierischen Organismus und damit auch des menschlichen Körpers gehören. Alles, was wir als Fleisch bezeichnen, ist ja weiter nichts als Eiweiß, als dessen charakteristischen Bestandteil wir, wie schon oben erwähnt, den Stickstoff anzusprechen haben. Dieser ist mit ungefähr 16 % am Aufbau der Eiweißstoffe beteiligt. Die Eiweißstoffe oder Proteine werden in den Pflanzen aus anorganischen Stoffen, nämlich aus Kohlensäure, Wasser und Salpetersäure aufgebaut. Wir haben uns diesen Aufbau wahrscheinlich so zu denken, daß aus Kohlensäure und Wasser zunächst ein Kohlehydrat entsteht, und daß dann hieraus durch Einbezug des Stickstoffs das Eiweißmolekül aufgebaut wird. Im Gegensatz zum pflanzlichen Organismus kann dagegen der tierische sein Eiweiß, also seinen Hauptkörperbestandteil einzig und allein nur aus dem ihm gebotenen Nahrungseiweiß bilden. Die einzige Schlußfolgerung hieraus ist also: Ohne pflanzliche Vegetation kein tierisches Dasein und damit auch keine Existenzmöglichkeit für den Menschen. Je mehr aber die Bevölkerung zunahm und zunimmt, von desto einschneidenderer Bedeutung ist und wird die ganze Stickstofffrage. Schätzungsweise betrug die Bevölkerung der Erde zu Christi Zeiten ungefähr 270 Millionen, während man heute mit einer solchen von über 1700 Millionen rechnet. Dabei haben wir in Deutschland allein eine jährliche Bevölkerungszunahme von rund einer Million Seelen zu verzeichnen. Es ist wohl ohne weiteres einleuchtend, daß, um diese Menschenmasse zu erhalten und zu ernähren, seit Jahrzehnten nicht nur eine Vermehrung unserer Viehstapel unter gleichzeitiger Heranzüchtung von frühreifen, mastfähigen und milchergiebigsten Tieren stattgefunden hat, sondern daß die Ernteerträge auch um ein Vielfaches gesteigert werden mußten. Letzteres war in der Hauptsache aber nur möglich durch Anwendung der künstlichen Düngemittel im allgemeinen und von stickstoffhaltigen im besonderen. Nach dem von *Justus von Liebig* aufgestellten Gesetz des Minimums bedingt der in der geringsten Menge vorhandene Pflanzennahrungsstoff die Größe der Ernte. Es kann nun gar keinem Zweifel unterliegen, daß der Stickstoff in der weitaus größten Mehrzahl der Fälle derjenige ist, welcher sich im Minimum vorfindet. Es rührt das vielfach wohl mit daher, daß der dem Boden durch die Ernte ent-

zogene Stickstoff diesem so gut wie gar nicht wieder zugeführt wird. Der vom tierischen Organismus in den flüssigen Ausscheidungen abgesonderte Stickstoff geht zum allergrößten Teil verloren. Er entweicht in die Luft oder wird durch die Flüsse ins Meer gespült. Denn der Stickstoff, welcher von der Pflanze aus dem Boden aufgenommen wird, mit der Pflanze in den Tierkörper und aus diesem wiederum auf den Acker wandert, macht nach den Angaben von *H. Erdmann* nur den fünfhunderttausendsten Teil des Gesamtstickstoffes aus. Die Größe der obigen Verluste hat *Immendorff* (Jena) an zwei Beispielen sehr augenscheinlich dargelegt. Man kann bei Hamburg im Mittel mit einem Stickstoffgehalt des Elbwassers von 4 bis 5 Milligramm im Liter rechnen. Es enthält dann ein Kubikmeter des Wassers mindestens 4 g Stickstoff. Da nun der Fluß bei Hamburg im Jahresmittel ungefähr 1000 cbm Wasser in der Sekunde vorbeiführt, so sind darin 4 kg Stickstoff enthalten. Eine einfache Rechnung ergibt, daß in 24 Stunden 345 600 g Stickstoff ins Meer abfließen. Es macht das in einem Jahre die ansehnliche Menge von 1 261 440 dz Stickstoff und diese Stickstoffmenge wiederum entspricht rund:

8 200 000 dz Chilisalpeter
oder 6 300 000 dz schwefelsaures Ammoniak.

In den letzten Jahren wurden in ganz Deutschland durchschnittlich (in einem Jahr) verbraucht an Chilisalpeter rund 6 000 000 dz im Werte von rund 120 Millionen Mark und rund 3 000 000 dz schwefelsaures Ammoniak im Werte von rund 78 Millionen Mark.

Da wir den Stickstoffgehalt des Elbwassers recht niedrig einschätzten, so können wir sagen, daß der Elbstrom allein in einem Jahre fast soviel Stickstoff ins Meer führt, wie in den Mengen von Chilisalpeter und von schwefelsaurem Ammoniak zusammengekommen enthalten ist, die Deutschland jährlich verbraucht. Diese Stickstoffmenge hat einen Wert von rund 200 Millionen Mark.

Sehr bedeutend sind auch die Mengen von Stickstoff, die der Landwirtschaft bei der üblichen Stalldüngerbehandlung verloren gehen.

Berechnen wir mit *Holdefleiß* diesen Verlust sehr mäßig für das Jahr und das Stück Großvieh auf 16 kg Stickstoff, also gleich der Menge, die in einem Doppelzentner Chilisalpeter enthalten ist, so ergibt sich bei einem Großviehbestand Deutschlands von 30 Millionen (das Kleinvieh mit eingerechnet) ein Stickstoffverlust, der ungefähr gleich ist dem Gehalt von 30 Millionen Doppelzentner Chilisalpeter, also ungefähr fünfmal soviel wie Deutschland zurzeit jährlich verbraucht. Der Wert dieses Stickstoffes — dem Werte der entsprechenden Menge von Chilisalpeterstickstoff gleichgesetzt — würde nahezu 600 Millionen Mark jährlich betragen. In Rücksicht auf diese Verhältnisse ist es wohl ohne weite-

res verständlich, wenn eigentlich fast jeder Boden sehr scharf und deutlich auf eine Stickstoffdüngung reagiert; dies hat auch die deutsche Landwirtschaft sehr wohl und sehr bald erkannt. Infolgedessen hat die Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln, dann aber auch die von Düngemitteln überhaupt eine ständig anwachsende Steigerung erfahren. Sie betrug nach *M. Hoffmann*¹⁾:

	1900 t	1905 t	1909 t	Wert im J. 1909 in Mill. M
1. Knochenmehl .	63 462	66 000	90 000	8 $\frac{1}{2}$
2. Guano, künstl. u. natürl.	37 000	71 000	45 000	5 $\frac{1}{4}$
3. Superphosphat inkl. Misch. Dünger überhaupt .	755 000	994 000	1 212 000	58
4. Thomasmehl . .	879 000	1 128 000	1 218 000	55
5. Chilisalpeter . .	353 000	395 000	470 000	95 $\frac{1}{2}$
6. schwefelsaures Ammoniak . . .	118 000	205 000	229 000	72
7. Kalisalze: Reines Kali . .	833 000	1 437 000	2 024 000	41 $\frac{1}{2}$
hierv. entfallen auf Rohsalze . .	775 000	1 337 000	1 811 000	
(reines Kali) . .	94 000	164 000	222 000	
8. Verschiedenes .	50 000	50 000	50 000	10
Insgesamt	3 089 000	4 346 000	5 417 000	372 $\frac{1}{2}$

Aus dieser Tabelle ist also ersichtlich, daß von den in Deutschland für Düngemittel ausgegebenen Summen der größte Anteil auf die stickstoffhaltigen Düngemittel entfällt. Mit dem gesteigerten Verbrauch an Düngemitteln ist aber auch eine wesentliche Erhöhung der Ernteerträge Hand in Hand gegangen. So wurden nach den Angaben von *H. Großmann*²⁾ pro Hektar in Doppelzentner geerntet:

	1893—1900	1900	1905	1909
Roggen	14,0	14,4	15,6	18,6
Weizen	17,5	18,7	19,2	20,0
Hafer	17,5	17,2	15,7	21,0
Gerste	17,0	18,0	17,9	21,0
Kartoffeln	119,0	126,0	145,7	140,5

Hierzu kommt noch, daß die Anbaufläche für zwei der ertragreichsten aber gleichzeitig auch stickstoffbedürftigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen, nämlich den Weizen und die Zuckerrübe, die stärkste Vergrößerung erfahren hat. In bezug auf die erstere Frucht hängt dies wohl damit zusammen, daß der Konsum von Weizenbrot ein viel größerer geworden ist, während der des gröberen Roggenbrotes mehr und mehr zurückgeht. Unter Zugrundelegung der Zunahme

¹⁾ Mitteilungen der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft 1910.

²⁾ Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft.

Fruchtsorte.	Es sind in Deutschland bebaut	Es beträgt der durchschnittliche Ertrag pro ha	Bei intensiver Bewirtschaftung wird erzielt pro ha	Es kann pro ha mehr erreicht werden	Es wird pro kg Stickstoff erzielt ein Mehretrag	Es kann die Stickstoffzufuhr betragen mehr		Es kann an Ernteertrag mehr erreicht werden	Die Mehreinfuhr beträgt
	ha	kg	kg	kg	kg	pro ha	total	Millionen t	Millionen t
	ha	kg	kg	kg	kg	kg	t	t	t
Roggen	6 000 000	1 500	2 850—3 000	1 500	25	60	360 000	9,0	0,5
Weizen	2 400 000	1 880	3 800—4 000	2 000	15	130	372 000	4,8	2,0
Hafer	4 000 000	1 720	3 500—3 800	2 000	20	100	400 000	8,0	0,5
Kartoffeln	3 200 000	12 990	25 000—30 000	12 000	100	120	384 000	40,0	0,35
Gerste	1 000 000	1 660	3 200—3 500	1 500	25	60	60 000	1,5	2,0

an Weizenbrotessern vom Jahre 1871 mit 371 Millionen bis zum Jahre 1897 mit 516 Millionen hat z. B. der bekannte englische Chemiker *Sir William Crookes* berechnet, daß im Jahre 1930 746 Millionen Weizenbrotesser vorhanden sein werden. Hieraus würde folgern, daß der Weizenkonsum, welcher 1898 75 Millionen Liter betrug, im Jahre 1930 120 Millionen Liter betragen muß. Diese für den Weltkonsum berechneten Zahlen finden sinngemäß natürlich auch auf Deutschland Anwendung, d. h. die deutsche Landwirtschaft muß bestrebt sein, ihre Weizenерträge, wie überhaupt alle Ernteerträge, noch wesentlich zu steigern, um der Aufgabe, die einheimische Bevölkerung allein zu ernähren, gerecht werden zu können. Dazu ist aber unter anderem eine entsprechend erhöhte Anwendung von künstlichen Düngemitteln im allgemeinen und eine solche von stickstoffhaltigen im besonderen unbedingt erforderlich. Wie sehr gerade noch die Anwendung von stickstoffhaltigen Düngemitteln ausdehnungsfähig ist, folgert *Caro*¹⁾ z. B. daraus, daß Deutschland zurzeit nur 150 000 t Stickstoff verbraucht, in Wirklichkeit aber mindestens 700 000 t verwenden müßte, wenn man wenigstens voraussetzt, daß für eine rationelle Düngung pro Kilogramm Phosphorsäure etwa 2 kg Stickstoff notwendig sind (*Caros* Ansicht). Hierbei ist der Verbrauch Deutschlands auf jährlich rund 350 000 t Phosphorsäure eingeschätzt. In den nachfolgenden Tabellen hat dann *Caro*¹⁾ zunächst die Durchschnittserträge der in Deutschland hauptsächlich angebauten Ackerfrüchte zusammengestellt und weiterhin die angegeben, die bei rationeller Düngung, in Sonderheit genügender Stickstoffzufuhr, erzielt werden könnten.

Die in der letzten Rubrik enthaltenen Zahlen bedeuten die heutige Einfuhr der betreffenden Frucht nach Deutschland.

In der nachstehenden Tabelle sind, gewissermaßen als Ergänzung zur obigen, die Ernteerträge der Jahre 1903—1907 angegeben, und auch der wirkliche Verbrauch an Stickstoff in Kilogramm pro Hektar:

¹⁾ Die Stickstofffrage in Deutschland. Verlag von Leonhard Simion. Berlin 1908.

	pro Hektar in Kilogramm				Stickstoffverbrauch pro Hektar in Kilogr.
	Weizen	Roggen	Gerste	Hafer	
Deutschland	2120	1630	1900	4700	57
Österreich .	1230	1250	1370	1000	28
Ungarn . .	1200	1150	1260	1130	26
Frankreich .	1460	1140	2500	2500	35
Belgien . .	2600	1800	—	5160	64
Portugal .	750	—	—	—	4
Italien . .	880	900	—	820	—

Hiernach steht in bezug auf die Höhe der Ernteerträge Belgien an erster Stelle, jedoch entspricht dem auch wiederum die größte pro Flächeneinheit angewandte Stickstoffmenge. Des weiteren geht aber auch aus dieser Zusammenstellung hervor, wie steigerungsfähig wohl noch in fast allen Ländern der Stickstoffverbrauch ist. Das gleiche gilt auch für die hier in Frage kommenden außereuropäischen Länder, so namentlich für Nordamerika, dessen ursprünglich zum Teil außerordentlich fruchtbare Böden durch fortgesetzten Raubbau nunmehr erschöpft sind.

Nach allem kann es also gar keinem Zweifel unterliegen, daß der Stickstoffbedarf der Landwirtschaft in der ganzen Welt von Jahr zu Jahr eine wesentliche Steigerung erfahren wird und auch erfahren muß, sofern wenigstens bei der immer noch anwachsenden Bevölkerung der Bedarf derselben an pflanzlichen, indirekt aber auch an tierischen Nahrungsstoffen gedeckt werden soll. Die Stickstofffrage ist also im wahrsten Sinne des Wortes eine Lebensfrage für das ganze menschliche Geschlecht. In diesem Sinne hat sich auch bereits schon Ende des vorigen Jahrhunderts der bekannte englische Chemiker *Sir William Crookes* in einer Sitzung der British Association geäußert, indem er sagte: „Auf die Dauer wird es unmöglich sein, der beständig anwachsenden Bevölkerung der Erde Brot zu schaffen, wenn es nicht gelingt, auf künstlichem Wege dem Boden die erforderliche Stickstoffdüngung zu geben; . . . Die Möglichkeit, den in der Luft befindlichen Stickstoff in Bindung zu bringen, ist aus diesem Grunde eine der größten Erfindungen, die nur darauf wartet, durch den Scharfsinn der Chemiker zweckentsprechend nutzbar gemacht zu werden.“ Daß sich der Ausspruch und der Wunsch *William Crookes'* inzwischen in weitgehendstem Umfange

erfüllt hat, ist ja bereits oben ausführlich dargelegt. Jedenfalls kann jetzt die Menschheit in bezug auf die Deckung des Stickstoffbedarfes der Zukunft wesentlich vertrauensvoller entgegenblicken, als dies noch am Ende des vorigen Jahrhunderts möglich war, wenngleich noch keineswegs die Stickstofffrage als in vollem Umfange gelöst zu betrachten ist.

Wie steht es aber nun mit dem Wert der verschiedenen, stickstoffhaltigen Produkte für die Düngung, d. h., ist es für die Ernährung der Pflanze gleichgültig, ob wir ihr den Stickstoff in Form von Salpetersäure oder von schwefelsaurem Ammoniak zuführen, ferner sind Chilisalpeter, Norgesalpeter und Kalkstickstoff als gleichwertig zu betrachten oder nicht? Endlich, in welchem Produkt stellt sich der Stickstoff zurzeit am billigsten? Was zunächst die Form anbetrifft, in welcher der Stickstoff von der Pflanze aufgenommen wird, so wissen wir heutigen Tages, daß dieses am ehesten und besten in der Form von Salpeterstickstoff geschieht. Man neigt sogar heute ganz allgemein der Anschauung zu, daß im Boden mit Hilfe der nitrifizierenden Bakterien in diese Form auch erst der Ammoniakstickstoff sowohl wie der Kalkstickstoff übergeführt werden müssen, um für die Pflanze überhaupt aufnehmbar zu sein. Infolgedessen verbürgen Chilisalpeter und der ihm durchaus ähnliche Kalksalpeter unter normalen Verhältnissen die sicherste und rascheste Stickstoffwirkung bei der Ernährung unserer landwirtschaftlichen Kulturpflanzen. An zweiter Stelle kommt dann das schwefelsaure Ammoniak, das sich unter gewissen Verhältnissen und zu bestimmten Pflanzen als vorzügliches Stickstoffdüngemittel bewährt hat, wenn schon es im allgemeinen auch nicht die Wirkung des Chili- und Norgesalpeters erreicht. Es hängt dies wahrscheinlich damit zusammen, daß bei der im Boden vor sich gehenden Umwandlung des Ammoniakstickstoffes in Salpeterstickstoff Verluste eintreten. An letzter Stelle in seiner Wirkung als stickstoffhaltiges Düngemittel steht endlich der Kalkstickstoff.

Leider haften aber zunächst noch beiden Luftstickstoffpräparaten, also sowohl dem Kalksalpeter als auch dem Kalkstickstoff, einige erhebliche Mängel an, die ihre Verwendung als Stickstoffdüngemittel in der landwirtschaftlichen Praxis, wenn schon auch keineswegs unmöglich machen, doch immerhin erschweren. Der Kalksalpeter ist nämlich außerordentlich hykroskopisch, d. h., er zieht bei offener Lagerung an der Luft so viel Feuchtigkeit an, daß er einfach zerfließt. Der Kalkstickstoff aber stellt ein sehr feines Pulver dar, das sehr leicht staubt und beim Ausstreuen vielfach unangenehme Belästigungen hervorruft. Hierzu kommt noch, daß der Kalkstickstoff, den wir in chemischem Sinne als Calciumcyanamid anzusprechen haben, zunächst als solcher für die Pflanze giftig ist. Er kann deshalb nicht als Kopfdünger verwandt werden, muß vielmehr min-

destens 8—10 Tage vor der Saat in den Boden gebracht werden, damit er durch seine Giftigkeit die Saat nicht in ihrer Keimfähigkeit beeinträchtigt.

Was nun den Preis der verschiedenen stickstoffhaltigen Produkte anbetrifft, so stellt sich derselbe zurzeit für ein Kilogramm Stickstoff:

im Chilisalpeter auf	1,50 M.
„ Kalksalpeter auf	1,40 „
„ schwefelsauren Ammoniak auf	1,41 „
„ 18—20 % igen Kalkstickstoff auf	1,18 „
„ 15—16 % igen Kalkstickstoff auf	1,25 „

Die Landwirtschaft würde hiernach also das Kiloprozent Stickstoff scheinbar im Kalkstickstoff am billigsten kaufen. Dies trifft jedoch nicht zu. Denn wenn wir die Wirkung des Salpeters = 100 setzen und hiermit im Vergleich die des Kalkstickstoffes selbst zu 80 annehmen (was sicherlich zu hoch ist), so dürfte hiernach schon im Kalkstickstoff sich das Kilogramm Stickstoff nicht höher als 1,20 M. stellen. Hierzu kommt noch die beschränkte Verwendbarkeit des Kalkstickstoffes (nicht als Kopfdünger, nicht auf leichten Böden, nicht für Zuckerrüben usw.), so daß man bei diesen Preisverhältnissen wahrscheinlich immer noch besser fährt, wenn man auf den in seiner Wirkung sicheren und erprobten Salpeter zurückgreift. All dies darf uns freilich nicht daran hindern, der Kalkstickstofffrage nach wie vor die größte Aufmerksamkeit zuzuwenden, sei es, daß es in Zukunft gelingt, die Produktionskosten und damit den Marktpreis des Kalkstickstoffes herabzusetzen, sei es, daß seine Umwandlung oder Überführung in ein anderes als stickstoffhaltiges Düngemittel geeignetes Produkt in einer auch wirtschaftlich rationalen Weise gelingt.

Für die Landwirtschaft, und damit indirekt für die Existenz der ganzen Menschheit ist jedenfalls die Stickstofffrage von allergrößter Bedeutung und Wichtigkeit.

Was nun weiterhin die Bedeutung des Stickstoffes für die chemische Industrie anbetrifft, so braucht diese als Rohprodukt und Ausgangsmaterial für alle stickstoffhaltigen Chemikalien eine Substanz, die den Stickstoff von vornherein in gebundener Form enthält. Wie schon erwähnt, wurde anfänglich der Salpeter zur Pulverfabrikation benötigt und verwendet. Auch heutigen Tages noch spielt er hier, wie überhaupt in der Sprengstoffindustrie, eine große Rolle. Bei der Herstellung sogenannter Sicherheitssprengstoffe (Westphalit und andere) scheint der Norges- oder Kalksalpeter, weil er reiner und vor allen Dingen frei von Chloriden und Chloraten ist, den Chilisalpeter allmählich zu verdrängen. Auch von den Luftsalpeterwerken selbst werden zurzeit schon nicht unbeträchtliche Mengen von Salpetersäure und salpetrigen Salzen hergestellt. Der Kalkstickstoff endlich kann, wenn wir von der bereits früher erwähnten Verarbeitung auf Ammoniak und Harn-

stoff absehen, zur Herstellung von Cyankali verwandt werden, das bekanntlich immer noch hoch im Preise steht. Wenn nun auch die chemische Industrie der stickstoffhaltigen Produkte dringend bedarf, so ist ihr Gesamtverbrauch jedoch im Verhältnis zu dem der Landwirtschaft nur ein verhältnismäßig geringer. Vielleicht 15—20 % aller stickstoffhaltigen Rohprodukte (Salpeter, schwefelsaures Ammoniak, Kalkstickstoff) benötigt die Industrie, während den verbleibenden Löwenanteil die Landwirtschaft verbraucht. Trotz des wesentlich geringeren Verbrauches ist aber die Stickstofffrage für die Industrie von gleicher Wichtigkeit und Bedeutung, wie für die Landwirtschaft.

Freilich dürfen wir uns nicht verhehlen, daß keineswegs mit der Lösung des Stickstoffproblems auch schon die ganze Stickstofffrage überhaupt gelöst wurde. Denn im Jahre 1912 betrug die Produktion an Kalksalpeter erst rund 700 000 dz, und die an Kalkstickstoff 1 067 000 dz, während im gleichen Jahre die Weltproduktion an Salpeter sich auf 25 000 000 dz und an schwefelsaurem Ammoniak auf rund 13 000 000 dz belief; nach der *Chemiker-Ztg.* 1914, S. 610, im Jahre 1913: 2 740 000 t Chilisalpeter, 1 365 700 t schwefels. Ammoniak, 30 000 t Norgesalpeter und 80 000 t Kalkstickstoff. Man sieht also, wie weit wir noch von einem Ersatz des Chilisalpeters und des schwefelsauren Ammoniaks durch die Luftstickstoffpräparate entfernt sind. Soweit der Kalksalpeter allein hier in Frage kommt, erscheint dies überhaupt von vornherein ausgeschlossen zu sein. Denn *O. Witt* hat nachgewiesen, daß für das Birkeland-Eydesche Verfahren in seiner derzeitigen Durchführung sämtliche Wasserkräfte Europas nicht ausreichen würden, um soviel Norgesalpeter synthetisch herzustellen, als dem augenblicklichen Jahreskonsum an Natronsalpeter entspricht. Eine Ansicht, die mit gewissen Einschränkungen auch von anderer Seite geteilt wird. Wesentlich optimistischer soll in dieser Beziehung übrigens *Haber* urteilen. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Kalkstickstoffindustrie. Auch hier werden die in Deutschland vorhandenen Wasserkräfte nicht ausreichen, um soviel Kalkstickstoff zu produzieren, als dem Bedarf Deutschlands an stickstoffhaltigen Produkten entspricht. Es sei denn, daß die Kalkstickstoffindustrie sich von der Energiequelle der Wasserkräfte unabhängig machen wird, d. h. durch Braunkohle oder überhaupt durch Kohlenverheizung die nötige Energiemenge erzeugt werden kann. Am unabhängigsten von der Energiequelle der Wasserkräfte, und damit am günstigsten für den Energiebedarf überhaupt, scheint noch das Habersche Verfahren der Ammoniaksynthese zu sein. Der geringere Energieverbrauch desselben läßt seine Durchführung überall da in unbeschränktem Maßstabe zu, wo Kohlen und Koks billig zu haben sind. Freilich gewinnen wir nach *Haber* nicht Salpeter, sondern schwefelsaures Ammoniak. In bezug auf seine Düngewirkung

ist freilich der Ammoniakstickstoff dem Salpeterstickstoff keinesfalls ebenbürtig, ganz abgesehen auch davon, daß sich das schwefelsaure Ammoniak nicht wie der Salpeter zur Kopfdüngung eignet. Es wäre also mit dem Haberschen Verfahren das Stickstoffproblem für die Landwirtschaft nicht ganz gelöst. Aber auch die chemische Industrie wäre dann nach wie vor in bezug auf ihren Salpeterbedarf auf das Ausland angewiesen. Doch eröffnen sich auch hier günstige Aussichten, und zwar insofern, als die Überführung von schwefelsaurem Ammoniak in Ammoniaksalpeter nicht nur möglich, sondern wohl auch nach dem Ostwald-Brauerschen Verfahren in einer wirtschaftlich rentablen Weise technisch durchführbar ist. Wenn nämlich ein Gemisch von Ammoniak und Luft über Platin als Katalysator geleitet wird, so findet eine Oxydation des Ammoniaks zur Salpetersäure statt, die sich dann mit dem überschüssigen Ammoniak zu Ammoniumnitrat oder Ammonsalpeter verbindet. —

Wie also zurzeit die Verhältnisse liegen, kann die Frage der Fixierung des Luftstickstoffes als gelöst betrachtet werden. Noch nicht gelöst aber ist die Frage, wie einmal nach Erschöpfung der Salpeterlager Südamerikas der Stickstoffbedarf, und zwar in Sonderheit der der Landwirtschaft Deckung finden soll. Hoffen wir, daß dieses für die ganze Menschheit so außerordentlich wichtige Problem in nicht allzu ferner Zeit gelöst werde, und daß bei der Lösung dieser Frage deutsche Intelligenz und deutscher Fleiß in gleich hervorragendem Maße beteiligt sein möge wie bisher.

Literatur:

- Bjerknes*, Birkeland-Eydes Calciumnitrat.
Biedermann, Die Sprengstoffe.
Caro, Die Stickstofffrage in Deutschland.
Donath u. Frenkel, Die technische Ausnutzung des atmosphärischen Stickstoffes.
Erdmann, Die Fixierung des Luftstickstoffes und ihre Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft.
Großmann, Die Stickstofffrage und ihre Bedeutung für die deutsche Volkswirtschaft.
Immendorff, Neue Stickstoffdüngemittel und ihre Bedeutung.
Immendorff u. Kempfski, Calciumcyanamid.
Jurisch, Über Luftsalpeter.
Jurisch, Salpeter und sein Ersatz.
Perlick, Die Luftstickstoffindustrie und ihre volkswirtschaftliche Bedeutung.
Rabius, Kritische Betrachtungen zur voraussichtlichen Lösung der Salpeterfrage.
Thiele, Die moderne Salpeterfrage und ihre voraussichtliche Lösung.
Thiele, Salpeterwirtschaft und Salpeterpolitik.
Vageler, Die Bindung des atmosphärischen Stickstoffes.
Zenneck, Die Verwertung des Luftstickstoffes mit Hilfe des elektrischen Flammboogens.

Zuschriften an die Herausgeber.

Feinzerlegung von Wasserstofflinien durch das elektrische Feld.

Vor einiger Zeit habe ich in dieser Zeitschrift vorläufige Mitteilungen über die Zerlegung von Spektral-

linien durch das elektrische Feld gemacht. Die damaligen Beobachtungen wurden mit einem verhältnismäßig lichtschwachen Gitter und mit elektrischen Feldstärken bis zu 30 000 Volt \times cm⁻¹ ausgeführt. Es wurden unter diesen Versuchsbedingungen bei der blauen Wasserstofflinie H_β zwei parallel und zwei senkrecht zum Feld schwingende Komponenten beobachtet („p- und s-Komponenten“), bei der Linie H_γ drei intensive s-Komponenten, zwei intensive und zwei schwache p-Komponenten, bei H_δ vier p- und vier s-Komponenten. Diese Zerlegung von Linien unter den angegebenen Versuchsbedingungen möchte ich als „Grobzerlegung“ bezeichnen.

Durch Verbesserung meiner optischen Methoden und vor allem durch Anwendung starker elektrischer Felder (70 000 Volt \times cm⁻¹) ist mir ein weiterer Fortschritt in der Zerlegung von Wasserstofflinien durch das elektrische Feld gelungen. Die Zerlegung unter den neuen Bedingungen sei „Feinzerlegung“ genannt. Die elektrische Feinzerlegung der Wasserstofflinie H_β hat bis jetzt 11 p-Komponenten und 11 s-Komponenten in angenähert symmetrischer Anordnung um die unzerlegte Linie ergeben. Die Intensität der p-Komponenten nimmt von innen nach außen zu, diejenige der s-Komponenten erst zu, dann wieder ab.

Die Feinzerlegung der Linie H_γ hat bis jetzt 12 p-Komponenten, 11 s-Komponenten ergeben; von den letzteren ist die mittlere wahrscheinlich doppelt. Die Intensität der Komponenten ändert sich gesetzmäßig mit dem Abstand von der unzerlegten Linie.

Die Feinzerlegung der Linie H_δ hat bis jetzt 14 p-Komponenten und 14 s-Komponenten, also im ganzen 28 Komponenten geliefert.

Die prinzipielle Bedeutung dieser Resultate liegt zutage. Es erscheint kaum mehr möglich, die 28 Freiheitsgrade¹⁾, welche das elektrische Feld an der Linie H_β enthüllt, auf Grund der Annahme zu deuten, daß an der Emission der Linie H_β nur ein einziges Elektron im Wasserstoffatom beteiligt ist. Vielmehr liegt nachstehende Deutung der aufgefundenen Feinzerlegung nahe.

Im Wasserstoffatom, das nicht durch ein elektrisches Feld deformiert ist, kommen mindestens 14 Elektronen (aus Symmetriegründen 28 Elektronen) vor, welche in der Frequenz von H_β zu schwingen und zu emittieren vermögen. Infolge ihrer räumlichen Anordnung erfahren diese 14 Elektronen durch das elektrische Feld eine verschiedene Deformation relativ zu den Atomaxen und darum auch eine verschiedene Änderung ihrer ursprünglich gemeinsamen Frequenz.

Die Ähnlichkeit, welche die relative Anordnung der Komponenten einer fein zerlegten Wasserstofflinie mit einer aus Linien zusammengesetzten Bande hat, legt die Vermutung nahe, daß ein Bandenspektrum eines Elementes ein Serienspektrum ist, das durch das sehr starke elektrische Feld eines angelagerten Valenzelektrons feinzerlegt ist.

Damit komme ich zu einem zweiten experimentellen Resultat meiner neuen Untersuchungen. Während früher an Stickstoffbanden und mehreren Bandenlinien des Wasserstoffs ein Einfluß des elektrischen Feldes nicht zu bemerken war, ist es jetzt gelungen, bei einer Reihe von Bandenlinien des Wasserstoffs eine Einwirkung des elektrischen Feldes festzustellen. Während gewisse Bandenlinien auch weiterhin sich

gegenüber dem elektrischen Feld unempfindlich zeigen, werden andere nach kürzeren oder längeren Wellen unzerlegt verschoben; wieder andere werden gleichzeitig in merkwürdiger Weise und ganz anders als die Serienlinien zerlegt.

Die Feinzerlegung der Serienlinien des Wasserstoffs untersuche ich gemeinsam mit Herrn Dr. Kirschbaum, die Zerlegung der Bandenlinien gemeinsam mit Herrn Dr. Lunelund.

Die erste eingehendere Beschreibung der neuen Ergebnisse auf Grund der Wiedergabe von Spektrogrammen findet sich in meiner demnächst bei S. Hirzel in Leipzig erscheinenden Schrift: „Elektrische Spektralanalyse chemischer Atome“.

Physik. Institut d. Techn. Hochschule Aachen,
14. Mai 1914. J. Stark, Aachen.

Nachtrag zu dem Aufsatz „Die Radioelemente und das periodische System“¹⁾.

Von Privatdozent Dr. K. Fajans, Karlsruhe²⁾.

Zu den wichtigsten Konsequenzen der Einreihung der Radioelemente in das periodische System gehört die Auffassung, daß Elemente von verschiedenem Atomgewicht und Lebensdauer identische chemische Eigenschaften besitzen können. Im letzten Kapitel des zitierten Aufsatzes wurde nun die Möglichkeit diskutiert durch Untersuchung der Atomgewichte der Endprodukte radioaktiver Reihen diese Auffassung direkt experimentell zu prüfen. Entsprechende Versuche wurden auf meine Veranlassung von meinem früheren Mitarbeiter, dem Karlsruher Assistenten Dipl.-Ing. M. Lember unter der Leitung des berühmten Atomgewichtsforschers, Prof. Dr. Th. W. Richards, in seinem Laboratorium in Cambridge (U. S. A.) ausgeführt, und sie führten zu einer glänzenden Bestätigung der Erwartungen der Theorie.

Wie ich mit Einverständnis der genannten Herren mitteilen kann, ist es mit Sicherheit nachgewiesen worden, daß Blei verschiedenen Ursprungs beträchtliche Unterschiede im Atomgewichte aufweist, ohne jedoch, soweit die bisherigen Erfahrungen reichen, weder in chemischer noch in spektroskopischer Hinsicht Verschiedenheiten zu zeigen.

Richards und Lember werden bald ausführlich ihre Versuche publizieren, es seien hier nur kurz deren Resultate angeführt, um sie mit der Theorie zu vergleichen³⁾.

Wie in meinem Aufsatz erwähnt wurde, sollen nach der Theorie die Umwandlungen der letzten radioaktiv nachweisbaren Elemente der drei Reihen alle zu Gliedern der Bleiplejade führen. Die sogenannten Endprodukte der drei Reihen sollen also die chemischen Eigenschaften des Bleies haben. Was die zu erwartenden Atomgewichte dieser Bleie anbelangt, so sei erinnert, daß das Endprodukt der Uranradiumreihe — Radiumblei — sich rechnerisch aus dem Atomgewicht des Radiums zu 206,0 ergibt, während die zwei Endprodukte der Thoriumreihe — das Thoriumblei — das Atomgewicht 208,4 haben sollen. Was endlich das Atom-

¹⁾ Diese Zeitschrift Seite 429 und 463 (1914).

²⁾ Zugleich Autoreferat über den auf der Hauptversammlung der Bunsengesellschaft in Leipzig am 23. V. 1914 gehaltenen Vortrag.

³⁾ Eine nähere Diskussion vgl. K. Fajans, „Über die Endprodukte radioaktiver Zerfallsreihen“, Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften, Mai 1914.

⁴⁾ Gemäß dem Fehlen der Polarisation im Längseffekt hat man sogar mit 42 Freiheitsgraden zu rechnen.

gewicht des aus Uran über Aktinium¹⁾ entstehenden Bleies — des Aktiniumbleies — anbelangt, so hängt sein theoretischer Wert von dem unbekannten Atomgewicht des Aktiniums ab. Wie ich kürzlich auf Grund eines näheren quantitativen Vergleiches der Lebensdauer der Isotopen in Abhängigkeit von ihrem Atomgewicht zu zeigen versucht habe²⁾, ist für das Atomgewicht des Aktiniums der Wert von ca. 227 wahrscheinlicher als der in der Tabelle 2 meines Aufsatzes angegebene Wert 226. Das Atomgewicht des Aktiniumbleies würde somit ca. 207 betragen.

Das aus thorfreien Uranmineralien gewonnene Blei — Uranblei — muß also nach dem Obigen ein Gemisch des Radiumbleies und des Aktiniumbleies bilden, wobei das letztere wegen des ungünstigen Verzweignungsverhältnisses (wahrscheinlich auch kleinerer Lebensdauer) nur einige Prozente vom ersteren ausmachen kann.

Zur Untersuchung des Atomgewichtes des Uranbleies übergab ich Herrn *Lembert* zwei Bleipräparate, die beide aus praktisch thorfreien Uranmineralien stammten: Das eine aus Carnotit von Colorado zeigte ein Atomgewicht $206,60 \pm 0,01$, das andere aus Joachimsthaler Pechblende ergab denselben Wert $206,60 \pm 0,03$. Für das Atomgewicht des gewöhnlichen Bleies resultierte in naher Übereinstimmung mit der Internationalen Atomgewichtstabelle der Wert $207,15 \pm 0,01$. *Das Uranblei hat also jedenfalls ein niedrigeres Atomgewicht als das gewöhnliche Blei.* Qualitativ steht dieses Resultat, wie leicht einzusehen, in bester Übereinstimmung mit den Erwartungen der Theorie. Der quantitative Vergleich ist aber dadurch sehr erschwert, daß über das Atomgewicht des Aktiniumbleies noch Unsicherheit herrscht. Es erscheint aber nicht sehr wahrscheinlich, daß die große Differenz, die zwischen dem Wert 206,6 und dem für das Radiumblei berechneten (206,0) besteht, ganz auf Kosten des nur in kleiner Menge vorhandenen Aktiniumbleies kommen kann. Es ist nicht ausgeschlossen, daß das aus Carnotit und Pechblende gewonnene Blei nicht reines Uranblei radioaktiven Ursprunges vorstellt, sondern durch gewöhnliches bei der Mineralbildung primär abgeschiedenes Blei verunreinigt ist. Interessant ist, daß für das Atomgewicht eines von Prof. *Boltwood* aus reinem Uraninit in kleiner Menge gewonnenen Bleies ein, wenn auch wegen der Spärlichkeit des Materials nicht sehr genauer, aber doch merklich niedrigerer Wert $206,35 \pm 0,1$ erhalten wurde. Zur vollständigen Klärung der Frage sind noch sehr weitläufige Untersuchungen an Blei möglichst verschiedenen Ursprunges, das besonders aus möglichst reinen Mineralien abgeschieden werden muß, nötig.

Was nun die Frage des Thorbleies anbelangt, so scheint seine Gewinnung frei vom Uranblei kaum möglich zu sein, da es keine unranfreien Thormineralien gibt. Das aus Thormineralien abgeschiedene Blei wird also immer ein Gemisch des Thorium- und Uranbleies vorstellen, wobei deren Verhältnis nicht nur von dem Verhältnis des Thors und Urans im Mineral, sondern auch von dem unbekannten Verhältnis der Lebensdauer dieser Bleie abhängt. Da nun das Uran schneller als das Thor zerfällt, und das Uranblei langlebiger als das Thorblei ist (vgl. den Aufsatz), so müßte man außerordentlich uranarme Thormineralien haben, um

das Thorblei in beträchtlichem Überschuß zu bekommen. Diese sind aber sehr schwer zu beschaffen. Von den bisherigen Resultaten sei nur erwähnt, daß das Atomgewicht des Bleies aus Thorianit den Wert $206,83 \pm 0,02$ ergab, der zwar höher ist als der für das Blei der thorfreien Uranmineralien erhaltene, aber immer noch niedriger als der des gewöhnlichen Bleies.

Die Entdeckung von leicht zugänglichen Bleien mit verschiedenen Atomgewichten macht es zum ersten Male möglich, direkt zu untersuchen, wie weit die Eigenschaften der Glieder einer Plejade übereinstimmen. Versuche nach dieser Richtung sind schon im Gange. Es sei nur erwähnt, daß, da die Spektren der zwei Bleie identisch zu sein scheinen, es außerordentlich wahrscheinlich ist, daß sie in allen Eigenschaften, die mit der Konfiguration der Elektronen im Atom, zumindestens der äußeren¹⁾, zusammenhängen, sich identisch verhalten werden, während sie in Eigenschaften, die direkt von der Masse abhängen, Unterschiede aufweisen müssen. So wird wohl in 100 ccm Wasser von den zwei Bleichloriden die gleiche Zahl von Molekülen gelöst; da aber die Moleküle verschiedenen schwer sind, muß die Löslichkeit in Grammen ausgedrückt merklich verschieden sein. Es eröffnen somit solche Untersuchungen einen neuen Weg zur Ermittlung des Zusammenhanges verschiedener Eigenschaften der Atome und der Moleküle.

Besprechungen.

Volkman, Paul, Einführung in das Studium der theoretischen Physik, insbesondere in das der analytischen Mechanik. 2. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. XVI, 412 S. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Die zweite Auflage der Volkmannschen Vorlesungen hat gegenüber der ersten im Jahre 1899 erschienenen Auflage mannigfache Änderungen erfahren. Zunächst ist der philosophische Teil (Einleitung in die Theorie der physikalischen Erkenntnis) an den Schluß des Werkes gekommen, während er die Einleitung der ersten Auflage gebildet hat. Diese Änderung ist sicher zu begrüßen, da der Leser, nachdem er das Material durchgearbeitet hat, sicher viel mehr Interesse für das Erkenntnistheoretische haben wird, als der Anfänger, der noch nicht gelernt hat, Begriffe und Axiome klar zu präzisieren. Der Sinn für das Erkenntnistheoretische wird durch das Volkmannsche Buch auch bei weniger philosophisch veranlagten Lesern gefördert, da der Verfasser die Entwicklung der Begriffe, der Prinzipie und Naturgesetze in historischer Beleuchtung darstellt. Das Werk ist also kein systematisches Lehrbuch in dem Sinne, wie es z. B. axiomatisch, streng logisch aufgebaute Lehrbücher der Mechanik gibt (in dem durch die verschiedensten, nicht selten sich widersprechenden Hypothesen durchwobenen Systeme der theoretischen Physik hat man sich bisher wohlweislich gehütet, Ähnliches zu versuchen). Nach Ansicht des

¹⁾ Es sei hier erwähnt, daß die Aktiniumreihe im Verhältnis 8/92 von der Uranradiumreihe abzweigt wird.

²⁾ I. c.

¹⁾ Durch den höchst interessanten Befund von *E. Rutherford* und *Andrade* (Phil. Mag. Mai 1914), daß die Wellenlängen der weichen γ -Strahlen des in die Bleiplejade gehörenden Radiums B mit den Wellenlängen der im Blei künstlich erzeugten charakteristischen Strahlung übereinstimmen, ist es gezeigt, daß diese Identität sich auch auf einen Teil der inneren Elektronen ausdehnt.

Verfassers gehören „die Definitionen¹⁾ an das Ende und nicht an den Anfang einer Wissenschaft“. In diesem Sinne ist auch das Kapitel über Raum und Zeit in der neuen Auflage vom Anfang weggelassen worden und durch das Teilkapitel IV 4, Über Maßeinheiten, ersetzt worden, das den Schluß der allgemeinen Mechanik bildet.

Das Werk beginnt in der neuen Form mit „Einleitenden Vorbemerkungen“ (Kap. I) über Anschauung und Rechnung, Koordinaten- und Vektorenrechnung. Kap. II gibt die Entwicklung der Grundlagen der Mechanik, und zwar zunächst die beiden großen Schritte: die *Galileische* Mechanik (Geschwindigkeit, Beschleunigung, Trägheit) und die *Newton'sche* Mechanik (Masse, Kraft, Aktion und Reaktion). Alsdann folgen die Anwendungen der Newtonschen Prinzipie auf die Gravitation und auf die Bewegung eines unfreien Massenpunktes. Die erste Anwendung gibt die Veranlassung zur Ableitung der drei Sätze oder Satzgruppen: Schwerpunktsätze, Flächensätze, Satz von der lebenden Kraft; die Mechanik des unfreien Punktes führt zum Begriff der Zentripetalkraft bzw. der Zentrifugalkraft nach *Huygens* (Beispiel: Pendel).

Nun kommt in schön systematischer Darstellung die Mechanik eines Massensystems (Kap. III), die Ergebnisse stets dargestellt als Konsequenzen der drei erwähnten Satzgruppen. Schließlich wird als Spezialfall die Statik von Massensystemen und das Dirichletsche Kriterium der Stabilität behandelt.

Kap. IV, V, VI sind als spezielle Ausführungen anzusehen: Anwendungen auf die praktische Physik, Theorie der Hydrostatik (mit ausführlicher Darstellung der Kapillaritätslehre, die man in Mechanikbüchern selten findet), Einführung in die Behandlung geophysikalischer Fragen.

Nach den besonderen Ausführungen werden in Kap. VII die allgemeinen Prinzipie der Mechanik (*d'Alembert*, *Lagrange*, *Hamilton* und *Maupeirtuis*, *Gauß*, *Hertz* und *Boltzmann*) mit Benutzung der Elemente der Variationsrechnung gegeben. Die Variationsprinzipie sind sehr klar dargestellt, doch wäre irgend ein Beispiel oder wenigstens eine ausführlichere Darstellung z. B. bei den nicht holonomen Bewegungen sicher von Nutzen.

Mit dem Kapitel über die Prinzipie der Mechanik schließt der eigentliche mechanisch-physikalische Teil der Vorlesungen und wir kommen zu der Zusammenfassung der erkenntnistheoretischen Ansichten des Verfassers, die zwischendurch auch in den anderen Kapiteln oft zum Vorschein kommen. Nicht selten gibt der Verfasser seinem Mißmut Ausdruck, z. B. über eine übertriebene Verwertung der Atomistik in der Physik. Die betreffenden Paragraphen (§ 75, § 76) sind sicher sehr lesenswert, wenn ich auch nicht in allem dem Verfasser beistimmen kann. Der Verfasser meint, für gewisse Gebiete ist die atomistische Auffassung wesentlich, für andere völlig unwesentlich, man soll daher die ersteren atomistisch, die letzteren phänomenologisch behandeln. Nun wird man natürlich nicht bei jedem praktischen Problem der Hydrodynamik auf die Molekularkinetik zurückgreifen, doch bin ich andererseits überzeugt, daß es kein Gebiet der Mechanik oder der theoretischen Physik gibt, in der es nicht notwendig oder wenigstens ratsam wäre, die Vorgänge sich auch einmal atomistisch klarzumachen, durchzudenken. Bei *Volkman* klingt noch das Wort von der

„Arbeitshypothese“ aus der klassischen Periode der mathematischen Physik nach, während unsere jüngere Generation — vielleicht etwas materialistisch „verroht“ — in der Idee der „molekularen Wirklichkeit“ aufgewachsen ist (das Wort „Wirklichkeit“ nicht im erkenntnistheoretischen Sinne genommen).

Was nun die „Einleitung in die Theorie der physikalischen Erkenntnis“ anbelangt, so fühle ich mich wenig berufen, eine Kritik auszuüben; ich will nur das hervorheben, was mir an dem Volkmannschen System etwas befremdend erscheint.

Volkman gibt von dem Werdegang der physikalischen Erkenntnis ungefähr folgendes Bild:

Durch die Begrenztheit unserer Sinne und unseres Fassungsvermögens ist eine *subjektive* Auffassung der Erfahrung bedingt. Diese subjektive Auffassung ist mit Fehlern behaftet, die im Laufe der Zeit aufzu decken und dann auszumerzen sind. Das Endziel ist zu der *objektiven* Auffassung der Erfahrung zu gelangen, d. h. zu einer „außerhalb“ unserer Sinne und unseres Fassungsvermögens bestehenden Wirklichkeit, die der Natur der Sache nach in sich geschlossen sein muß. Die Mittel hierzu bietet zuerst die Einführung von „Postulaten“, „Hypothesen“ und „Naturgesetzen“, eine präzisierte Konstruktion eines Erkenntnis systems, das über die sinnliche Wahrnehmung hinausgeht und uns befähigt, die Mathematik zur Behandlung der physikalischen Probleme heranzuziehen. Sind diese Grundlagen festgelegt, so beginnt eine „Oszillation“ zwischen der subjektiven Wahrnehmung und der objektiven Wirklichkeit, mit Hilfe der *Induktion* und *Deduktion*, der *Analyse* und *Synthese*, der *Isolation* und *Superposition*, eine beständige und wiederholte *Vergleichung* zwischen den Objekten außer uns und den subjektiven Vorstellungen und Anschauungen in uns. Es wird stets eine Differenz zwischen Objekt und unserer subjektiven wissenschaftlichen Auffassung bestehen, aber wir sind bestrebt, sie durch eine beständige Umbildung und Anpassung unserer Vorstellungen stets zu verringern. Diese ganze Gedankenarbeit wird aber geleitet und geregelt durch das Prinzip der *Ökonomie* (*Newton*, *Mach*).

Kommt man aus einer anderen Schule¹⁾, so findet man in dieser scheinbar einfachen Darstellung der wissenschaftlichen Forschungsarbeit vor allem die Grundlage, die Unterscheidung des Subjektiven und Objektiven, als etwas „in uns“ und „außer uns“ Gegebenem auffallend. Man kann sich schwer vorstellen, wie man sich aus dem Bereiche der Subjektivität von sich aus herausarbeiten soll. Es würde zweifellos jede Erfahrung auch dann subjektiv bleiben, wenn sie von allen Mängeln und Begrenzungen der Sinneswahrnehmung, mithin unseres Wahrnehmungsvermögens befreit wäre. Die Bearbeitung unserer subjektiven Erfahrungen erfolgt keineswegs bloß, um etwaige Mängel auszumerzen und sie dadurch bestimmter zu machen, sondern im wesentlichen allein aus dem Grunde, um sie zu einer allgemeinen, d. h. auch für andere gültigen Erkenntnis zu erheben. (Man denke nur daran, wie man aus der persönlich gültigen perspektivischen Anschauung sich einen für uns alle gemeinsamen Raum schafft.) Der Unterschied zwischen subjektiver Überzeugung und objektiver Erkenntnis ist der Ausgangspunkt aller Erkenntnistheorien, aber nur deshalb, weil eben alle Erkenntnis darauf hin gerichtet ist, um zu

¹⁾ Genauer gesagt, gehören „Nominaldefinitionen“ an den Anfang, „Realdefinitionen“ an den Schluß.

¹⁾ Meine „Schule“ besteht lediglich darin, daß ich philosophische Fragen, auf die ich stoße, mit meinem Vater (Professor *M. v. Kármán*, Budapest) bespreche.

einem allgemein gültigen, für jedes denkende Subjekt eindeutig bestimmten Wissen zu gelangen. Seit *Kant* sollte eigentlich das Wort „objektiv“ gegenüber dem Subjektiven nur in dem Sinne gebraucht werden, daß das Subjektive das Individuelle, das Objektive das allgemein Gültige bezeichnet. In diesem Sinne behandelt selbst der skeptisch angehauchte *Poincaré* die Frage der Objektivität der Wissenschaft: „Wenn wir also fragen, was der objektive Wert der Wissenschaft ist, so heißt das nicht: lehrt uns die Wissenschaft die wahre Natur der Dinge kennen? sondern es heißt: lehrt sie uns die Beziehungen der Dinge kennen? Haben diese Beziehungen objektiven Wert? heißt: sind diese Verhältnisse für alle die gleichen? Werden sie noch die gleichen sein für die, die nach uns kommen?“ (*Poincaré*, Der Wert der Wissenschaft, Leipzig 1906, S. 202.)

Die Objektivierung ist also eine Bearbeitung der subjektiven, individuellen Erfahrung, um diese zu befähigen, als Grundlage allgemein gültiger Einsicht zu dienen. Die Postulate, Hypothesen, die nach *Volkmann* über die Grenzen der sinnlichen Wahrnehmung hinaus in eine außer uns stehende Wirklichkeit führen sollten, sind die begrifflichen Hilfsmittel, um durch Anwendung der Mathematik (durch Anwendung von Zahlbegriffen und von Raumgebilden) ein allgemein gültiges Wissen zu erreichen. Es waren große Entdeckungen in der Richtung der Objektivierung in unserem Sinne, als *Pythagoras* und *Archimedes* alles auf Zahl und Raum zurückführen wollten. Zahl und Raum sind eben nicht etwa äußere Elemente der Wirklichkeit, sondern diejenigen unserer Vorstellungen, die Exaktheit mit dem Höchstmaß von Allgemeingültigkeit verbinden. Diese Objektivierung unserer Erfahrungen beginnt bereits im praktischen Leben, im Verkehr mit Mitmenschen, in Benutzung und Umgestaltung der Naturdinge, und sie ergibt auch ein kaum gering zu schätzendes Wissen (die aprioristischen Vorstellungen“, wie sie *Volkmann* bezeichnet, von deren Zwang er aber den Studierenden gerne befreien möchte). Wissenschaftliche Objektivierung unterscheidet sich von dieser praktischen Objektivierung dadurch, daß sie die zufällige Anhäufung von Erfahrungstatsachen durch eine absichtlich bewußte, methodisch geregelte Sammlung ersetzt und durch eine begriffliche Umdeutung ergänzen will.

Es würde viel zu weit führen, diese Anschauungen weiter auszuführen; nur zum Schluß will ich zur Illustration einige Sätze von *Karl Pearson* hinstellen, der diese Ansichten vielleicht in der extremsten Weise vertritt und ihnen auch ziemlich schroff Ausdruck gibt. Als Zusammenfassung eines Kapitels über den Begriff der Materie heißt es: „Der Begriff der Materie bleibt in gleicher Weise dunkel in den Definitionen der Physiker und der „common-sense“-Philosophen. Die Schwierigkeiten scheinen daher zu kommen, daß die Autoren den begrifflichen Symbolen eine zwar phänomenale aber un wahrnehmbare Existenz zuschreiben. „Veränderung in unseren Empfindungen“ dies ist der rechte Name für die Wahrnehmungstatsache, „Bewegung“ ist die begriffliche Symbolisierung dieser Veränderung. In bezug auf die Wahrnehmung sind: „was sich bewegt?“, „warum es sich bewegt?“ müßige Fragen. In der Begriffswelt sind aber nur die geometrischen Gebilde, die sich bewegen, und ihre Bewegungen dienen nur der Beschreibung“. (*Grammar of science*, London 1900, S. 276.)

Wer auch nicht jedes Wort von *K. Pearson* unterschreiben will, wird sich dem Eindruck nicht ver-

schließen können, daß der Volkmannschen Darstellung der physikalischen Erkenntnistheorie eine Umarbeitung mit Berücksichtigung ähnlicher Gedanken nicht zum Schaden gereichen würde, daß eine Umarbeitung vielmehr auch zu einer Vertiefung der wissenschaftlichen Grundauffassung führen könnte.

Th. v. Kármán, Aachen.

Huppert, S., Leitfaden der Flugtechnik. Berlin, J. Springer, 1913. IX, 368 S. und 235 Abbild. Preis geb. M. 12,—.

Die Zeiten, in denen man Flugmaschinen „erfunden“ hatte, sind gründlich vorbei. Es gibt vielleicht kein sichereres Zeichen dafür, als die ersten „Leitfäden“ oder „Lehrbücher“ der Flugtechnik, die den Ingenieur, den Techniker oder den Studierenden nicht nur etwa mit den erfolgreichen Flugmaschinen bekannt machen — zu diesem Zwecke ist in allen Kultursprachen bereits eine ausgedehnte Literatur vorhanden —, sondern ihn auch zur produktiven Tätigkeit in dem Gebiete befähigen wollen. Naturgemäß darf man an einen Leitfaden der Flugtechnik nicht mit den Forderungen herantreten, die man etwa an ein Lehrbuch der Wärmetechnik oder des Turbinenwesens stellt; das Material ist noch nicht durch das große Sieb lehrender und lernender Menschengehirne gegangen, und so ist das Wichtige vom Unwichtigen, das Dauernde vom Vorübergehenden nicht immer getrennt und abgesondert. So findet man auch in dem besten Lehrbuch über ein neues Wissensgebiet Stellen, wo dem Leser eine exaktere Darstellung, eine Verschärfung oder Vertiefung wünschenswert erscheint, während er manches wieder, was er ziemlich für selbstverständlich hält, zu breit ausgeführt findet. Was etwa daher in der vorliegenden Besprechung als Tadel erscheint, will in diesem Sinne aufgefaßt werden.

Das Buch beginnt mit einer Darstellung der allgemeinen Gesetze der Aerodynamik. Die Begriffe Koeffizienten sind klar definiert; was ich einigermaßen vermisse, ist eine einheitliche Darstellung der Modellregeln (mechanische Ähnlichkeit), insbesondere mit Berücksichtigung der Zähigkeit. Wenn auch die Flugtechnik davon unmittelbar wenig Gebrauch macht, so sind diese Regeln für ein richtiges Verständnis vieler Modellversuche unumgänglich. Das moderne Versuchsmaterial selbst ist dagegen in seinen Hauptzügen sehr systematisch geordnet und an praktischen Beispielen erläutert. Die Paragraphen über die Grenzen der erreichbaren Geschwindigkeit, über den geringsten Brennstoffverbrauch, die lediglich die Untersuchungen von *Pénard* und *Renard* — allerdings etwas flüchtig — wiedergeben, gehören eigentlich in das Kapitel „Gleichgewicht am Flugzeug“; der Verfasser will jedoch unter diesem Titel nur Stabilität verstehen.

Nach dem ganz kurzen Kapitel II (Gewichte und Tragdeckenausmaß) kommt Kapitel III über Stabilität, zu „Stetigkeit“ verdeutscht. Die Stabilität der Flugzeuge wird elementar behandelt, indem lediglich die bei gestörter Bewegung oder im Kurvenflug auftretenden Kräfte diskutiert werden. Leider bilden die exakten Stabilitätsrechnungen bisher ein ziemlich verworrenes Gebilde, so daß sie in einem Lehrbuch, das auch für den praktischen Ingenieur verständlich sein soll, schwer Aufnahme finden können. Außerordentlich lehrreich sind die schematischen Darstellungen verschiedener Steuer- und Stabilisierungsanordnungen, wie sie bei verschiedenen Flugzeugen angewendet werden. Diese Punkte findet man kaum in

irgend einem Werke so einfach und anschaulich dargestellt.

Nun kommen einige Kapitel über praktische Konstruktionsfragen und Festigkeitsberechnungen. Kapitel IV behandelt Aufbau und Berechnung des Traggerüsts, Kapitel V den Rumpf, VI und VII behandeln Abflug und Landen mit konstruktiven Details, betreffend Abflugmechanismen und Landungsgestell. Das nächste Kapitel (irrtümlich ebenfalls als Kapitel VII bezeichnet) schließt den praktischen Teil durch allgemeine Orientierung über die zur Verwendung kommenden Baumaterialien.

Der nächste Teil (VIII) behandelt die Theorie und Praxis der Luftschrauben. Nach Festsetzung der Grundbegriffe (Steigung, slip, zu „Rücklauf“ verdrückt, Kraft- und Raumausnutzung) wird die Rankinesche und Froudesche Theorie (Anwendung der Impulssätze und Theorie der Elementarwirkungen) gegeben. Ein knapper Bericht über die weiteren Theorien gibt die Grundgedanken der einzelnen Autoren in ziemlich zutreffender Weise wieder. Ein schärferer Vergleich der Grundannahmen und der Resultate wäre für ein theoretisches Werk sicher von Nutzen, bei dem jetzigen Stand der Frage kann aber dies von einem praktischen Lehrbuch kaum gefordert werden. Die Renardschen Dimensionsbetrachtungen, die Festigkeitsberechnung der Schrauben und konstruktiven Einzelheiten schließen dieses Kapitel, das zu den besten Kapiteln des Werkes und auch zu den besten elementaren Darstellungen der Schraubentheorie zu rechnen ist.

Mit Kapitel IX über Motoren bin ich nicht ganz einverstanden, da mir der Zweck der Darstellung nicht ganz einleuchtet. Für den Motorenfachmann reicht die Art der Darstellung sicher nicht aus, für den Flugtechniker sind aber einzelne aus dem Motorenbau herausgegriffene Festigkeitsberechnungen (z. B. Berechnung des Kolbenzapfens usw.) ziemlich belanglos. In den Vorlesungen an unseren technischen Hochschulen und auch im Unterricht von Fliegeroffizieren wird das Motorenwesen von der Flugtechnik fast durchwegs getrennt und so ist man — meiner Ansicht nach — in einem Leitfaden der Flugtechnik gar nicht verpflichtet, auf die speziellen Konstruktionsfragen des Motorenbaus einzugehen, oder aber soll man die Fragen gründlich und ausführlich behandeln. Sehr zu begrüßen ist die tabellarische Zusammenstellung der bewährten Motoren.

Dies Werk schließt mit einer Beschreibung einiger besonders bekannt gewordenen Flugmaschinen und einer tabellarischen Zusammenstellung ihrer Konstruktionsdaten. Da man in den meisten Zeitschriften nur unvollständige, oft oberflächliche und widersprechende Angaben über Flugmaschinen findet (z. B. stimmen die Daten in zwei Berichten über die Pariser Ausstellung, Dezember 1913, die neulich gleichzeitig in zwei vornehmen Zeitschriften erschienen sind, kaum bei zwei Flugzeugen überein), so ist eine solche, sorgfältig zusammengestellte Tabelle für Studium und theoretische Forschung von großem Wert. Leider sind die bei Huppert angeführten Bauarten schon heute etwas veraltet. Dies liegt eben auch an der Eigenart eines in so rascher Entwicklung befindlichen Gebietes.

Das Huppertsche Buch füllt sicher eine Lücke aus. Es stellt zunächst einen mutigen Versuch dar, dem aber der Verfasser sicher gewachsen ist. Es ist ihm ziemlich gelungen, den schwierigen Mittelweg zwischen Exaktheit der theoretischen Begriffsbildung und

praktischer Brauchbarkeit zu finden. Daß eine zweite oder dritte Auflage, die wir dem Buch von Herzen wünschen, in vielen Punkten vollständiger sein, die Dinge manchmal schärfer und tiefer behandeln könnte, ist wohl in einem neuen Gebiete, wo keine Vorbilder existieren, nur leicht zu verstehen.

Th. v. Kármán, Aachen.

Bryan, G. H., Die Stabilität der Flugzeuge. Aus dem Englischen übertr. von H. G. Bader. Berlin, Julius Springer, 1914. VIII, 139 S. und 40 Figuren. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Im Gegensatz zu den meisten flugtechnischen Werken wendet sich die Bryansche Monographie über die Stabilität der Flugmaschinen nicht an den großen Kreis derjenigen, die nur ein flüchtiges Interesse für alle Wunder der Flugtechnik besitzen, sondern an Leute, Theoretiker oder Praktiker, die bestrebt sind, das Problem im Grunde zu verstehen. Dabei wird an Vorkenntnissen nicht viel vorausgesetzt, man kommt mit elementaren mathematischen Mitteln recht gut durch; auch an technischen Kenntnissen wird nur sehr wenig gefordert, so daß auch derjenige, den der Gegenstand mehr vom Gesichtspunkte der Mechanik aus interessiert, das Büchlein mit Interesse lesen und die Berechnungen mit Erfolg verfolgen kann. Das Problem der Stabilität von Flugzeugen bietet eigentlich keine prinzipiellen Schwierigkeiten, es führt jedoch zu schwer zu übersehenden, ziemlich umständlichen Rechnungen, so daß manche diesbezügliche Abhandlungen fast unleserlich sind. Demgegenüber hat es Bryan verstanden, mit vereinfachten Beispielen anzufangen und so allmählich alle Faktoren nacheinander zu berücksichtigen, so daß man mit verhältnismäßig wenig Mühe, fast ohne es zu merken, schließlich doch das ganze Gebiet zu übersehen lernt. Eine Freude an Detailrechnung und gewisse Ausdauer sind freilich nötig, um das Buch durcharbeiten zu können. Die Ergänzungen des Übersetzers sind sehr wertvoll, auch die hinzugefügten Abbildungen. Die Liste von noch ungelösten Problemen, mit der das Buch schließt, wird hauptsächlich für den angewandten Mathematiker viel Anregendes bieten.

Th. v. Kármán, Aachen.

Wagner, Paul, Strömungsenergie und mechanische Arbeit. Berlin, J. Springer, 1914. XI, 252 S. Preis geb. M. 10,—.

Auf einen Schlag ist die alte ehrwürdige Hydrodynamik wieder modern geworden. Die wachsende Anwendungsfähigkeit von rotierenden Maschinen (Dampfturbinen), die Entwicklung des Schiffbaues und nicht zuletzt die Flugtechnik und Luftschiffahrt haben die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf die Gesetze der Strömungserscheinungen in Flüssigkeiten und Gasen gelenkt und es ist eine neue Disziplin entstanden, die man nach Vorschlag eines der berufensten Vertreter der Flugtechnik als „Strömungslehre“ taufen kann. Diese sollte keine Hydraulik und keine Hydrodynamik in altem Sinne sein, auch keine Aerodynamik in engerem Sinne, sondern eine gemeinsame Grundlage aller praktischen Gebiete (Wasserturbinen, Dampfturbinen, Wasser- und Luftschrauben, Flugzeug- und Luftschiffbau, Ballistik usw.), die mit Strömungen in tropfbaren oder zusammendrückbaren Flüssigkeiten zu tun haben; sie sollte exakt sein, was Richtigkeit der mechanischen Prinzipie anbelangt, so wie die klassische Mechanik, und sie sollte die Wirk-

lichkeit und die Bedürfnisse der Technik wenigstens so gut berücksichtigen, wie die alte Hydraulik oder die technische Turbinentheorie — Aufgaben, die viel leichter gestellt als gelöst werden können.

Eine Art Strömungslehre schwebte offenbar auch dem Verfasser des obigen Buches vor, als er unter dem Titel „Strömungsenergie und mechanische Arbeit“ eine Reihe von Problemen — von den Ausströmungserscheinungen des Wassers und der Luft aus Mündungen durch Schrauben-, Turbinen- und Pumpentheorie, durch Schiffswiderstand, Vogelflug und Aeroplane bis zum Luftwiderstand von Geschossen — zusammenfaßte. Es ist all den behandelten Vorgängen nur gemeinsam, daß stets Strömungsenergie in mechanische Arbeit umgewandelt oder durch mechanische Arbeitsleistung erzeugt wird, oder daß schließlich Strömungswiderstand durch mechanische Arbeit bewältigt wird. Das Buch ist keine Gelehrtenarbeit in eigentlichem Sinne; der Verfasser meint im Vorwort, es erschien ihm ratsam, die unübersehbare Arbeit einer gewissenhaften Berücksichtigung alles bisher Geleisteten überhaupt auszuschalten. Es sind vielmehr anregende Gedanken und Betrachtungen eines Praktikers, der sich die Dinge selbständig klarzumachen sucht, auch auf die Gefahr hin, daß „manches bereits früher ebenso oder treffender gesagt worden ist“. Nun muß man aber gleich bemerken, daß außer den Dingen, die „früher ebenso gesagt worden sind“, auch sehr viel Neues in den Abhandlungen zu finden ist, viele neuartige Zusammenfassungen der Beziehungen, neue Rechnungsarten, auch solche, die man nicht ohne weiteres unterschreiben würde. Im allgemeinen kann man allen Fachgenossen, die für das Gebiet oder für einen Teil desselben Interesse haben, nur empfehlen, das Buch durchzulesen. Wer es mit Kritik liest, dem wird es eine anregende Lektüre sein. Und ich glaube und hoffe, daß der Verfasser hauptsächlich dies bezweckt hat.

Th. v. Kármán, Aachen.

Astronomische Mitteilungen.

Über **teleskopische Meteore** veröffentlicht der beste Meteorforscher W. F. Denning (Bristol) in der englischen Monatsschrift für Astronomie *The Observatory* eine sehr interessante Studie. Man nimmt gewöhnlich an, daß Sternschnuppen sich in Höhen nicht über 200 km entzünden. Aber eine große Zahl sehr schwacher und nur in guten Fernrohren sichtbarer Meteore, die sich äußerst langsam bewegen, müssen in viel größeren Höhen über der Erdoberfläche aufleuchten. W. F. Denning allein hat in den letzten dreißig Jahren mehr als 1000 solcher teleskopischen Meteore beobachten können und hat deren Höhe auf etwa das Zehnfache der gewöhnlichen, zumeist mit bloßem Auge sichtbaren Sternschnuppen geschätzt. Da aber bisher noch keine genaueren Messungen für die Höhe der teleskopischen Meteore vorliegen, wird es nötig sein, identische Erscheinungen derselben gleichzeitig an zwei um mehrere Kilometer entfernten Punkten zu messen, um daraus trigonometrisch die Höhe jener kleinsten Meteore herzuleiten. Nach den bisher von W. F. Denning angestellten Beobachtungen dieser teleskopischen Meteore mit sehr langsamer Bewegung muß

man annehmen, daß die Erdatmosphäre eine noch viel größere Höhe als 400 km besitzt, die aus den höchsten Polarlichterscheinungen folgt, oder aber, daß es Meteore gibt, die auf andere Weise, also nicht durch Reibung, sich entzünden. Tatsächlich wäre es nicht unmöglich, daß eine bestimmte Klasse von Meteoren schon während ihrer Bewegung im Weltenraume, d. h. vor dem Eintritt in die Erdatmosphäre eine Entzündung erfährt. Denning nimmt auf Grund seiner Beobachtungen teleskopischer Meteore an, daß sogar in 2000 km Höhe derartige Sternschnuppen aufleuchten, also in einer Höhe, die fünfmal die gegenwärtig für die Erdatmosphäre angenommene vertikale Ausdehnung übertrifft. Jedenfalls verdient das Studium der schwachen *teleskopischen Meteore* als eine der interessantesten astronomischen Fragen und zugleich als Grenzproblem zwischen Astronomie und Meteorologie die größte Beachtung.

Über die **Schwerkraft im Erdinnern** hat O. Werner (Wolfsbehringen) eine interessante Studie mit ergänzenden Bemerkungen anderer Forscher veröffentlicht. Es ist schon längst als erwiesen zu betrachten, daß die Schwerkraft beim Eindringen in den Erdkörper zunächst wächst, bis etwa 0,18 des Erdradius in Tiefe erreicht ist, dann allmählich abnimmt, da die überliegenden Erdschichten der nach dem Innern hin wirkenden Schwerkraft entgegenwirken, und schließlich im Erdzentrum Null sein muß. Auch über die Konstitution des Erdkörpers haben sich unsere Anschauungen auf Grund der neueren erdphysikalischen Forschungen nicht unwesentlich geändert. Man muß annehmen, daß nicht allzu tief, etwa unter der rund 70 km tiefen festen Panzerdecke unseres Planeten eine feuerig-flüssige Mittelschicht liegt, aus der die Vulkane ihre Nahrung ziehen, daß aber das Innerste der Erde sich in einem starren, einem Stahlkern ähnlichen Zustande befinden muß. Dies geht schon aus den neueren Bestimmungen der mittleren Erddichte hervor, da dieselbe sich zu 5,55 bezogen auf das spezifische Gewicht des Wassers = 1 ergibt, während den Oberflächengesteinen nur die Dichte von 2,5 und der flüssigen Erdhülle nur etwas über 1 zukommt. Es folgt aus diesen Zahlen mit Notwendigkeit, daß die Erddichte nach dem Innersten hin erheblich zunimmt, damit in Verbindung mit den uns zugänglichen Dichtigkeitsverhältnissen der Erdoberfläche überhaupt ein Wert der mittleren Erddichte von 5,55 zustande kommt. Nach den neuesten erdphysikalischen Anschauungen nimmt man für die Dichte des eigentlichen Erdkerns sogar 11, also fast das spezifische Gewicht von Blei an.

Entdeckungen neuer kleiner Planeten sind von der Königstuhl-Sternwarte bei Heidelberg sowie von der Sternwarte Simeis zu melden. Die beiden auf der Sternwarte Königstuhl durch photographische Himmelsaufnahmen gefundenen Planetoiden sind von der 12,2. und 12,6. Größenklasse, der von *Neujmin* auf der Simeis-Sternwarte entdeckte Planetoid ist noch schwächer (12,8. Helligkeit).

A. Marcuse.

An dieser Stelle sei den engeren und weiteren Fachkollegen (Astronomie, Geodäsie, Erdphysik usw.) gegenüber die Bitte ausgesprochen, dem Referenten der „Naturwissenschaften“ Professor Dr. Adolf Marcuse, Berlin-Charlottenburg, Dahlmannstraße 12 alle einschlägigen Spezial-Publikationen zugehen lassen zu wollen.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

JUN 19 1914

U.S. Department of Agriculture

Heft 23.

5. Juni 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Der Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung
durch R. Emden. Von *Prof. Dr. M. P. Rudzki*,
Krakau. S. 549.

Die Meßtechnik im Röntgenwesen. Von *Privat-
dozent Dr. P. Ludewig*, *Freiburg i. S.* S. 550.

Über Konstitution und Wirkung der China-
alkaloide. Von *Dr. Hans Horsters*, *Charlotten-
burg*. S. 554.

Die Größe des Stoffwechsels bei gewerblicher
Arbeit. Von *Dr. Gösta Becker*, *Helsingfors*.
S. 558.

Wie wurde die Heilkraft der Mineralgifte entdeckt?
Von *Dr. Hans Schmidt*, *Oberlöbnitz b. Dresden*.
S. 562.

Besprechungen. S. 563.

Astronomische Mitteilungen. S. 570.

Ornithologische Mitteilungen. S. 571.

Kleine Mitteilungen. S. 572.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Abwehrfermente

Das Auftreten blutfremder Substrate und Fermente im tierischen
Organismus unter experimentellen, physiologischen
und pathologischen Bedingungen

Von

Emil Abderhalden

Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S.

Vierte, bedeutend erweiterte Auflage

427 Seiten mit 55 Textfiguren und 4 z. T. farbigen Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 80 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung

10 20 80 40 0/10 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

Soeben begann zu erscheinen:

Sammlung Vieweg

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik.

Die „Sammlung Vieweg“ will es sich zur besonderen Aufgabe machen, Wissens- und Forschungsgebiete, Theorien, chemisch-technische Verfahren usw., die im Stadium der Entwicklung stehen, durch zusammenfassende Behandlung unter Beifügung der wichtigsten Literaturangaben weiteren Kreisen bekanntzumachen und ihren

augenblicklichen Entwicklungsstand zu beleuchten.

Sie will dadurch die Orientierung erleichtern und die Richtung zu zeigen suchen, welche die weitere Forschung einzuschlagen hat.

Die in der „Sammlung Vieweg“ zu behandelnden Fragen sollen **Mathematik, theoretische, experimentelle und Kosmische Physik, reine und angewandte Chemie, Mineralogie, Geologie usw.** umfassen; ferner **die gesamte chemische Technik, Maschinen- und Bautechnik, soweit sie die Ergebnisse wissenschaftlicher Methoden, Forschungen oder Berechnungen in die Praxis umsetzen, Schiffbautechnik, Luftfahrt- und Flugtechnik, Motorentechnik, Elektrotechnik usw. usw.** Eine weitere Abteilung ist dem Gesamtgebiet der **biologischen Forschung** gewidmet. (Dissertationen und ähnliche Schriften bleiben ausgeschlossen.)

Die Hefte werden je nach den zur Bearbeitung stehenden Fragen und den sonstigen Umständen einzeln oder zu mehreren erscheinen.

Als Herausgeber der einzelnen Gebiete, auf welche sich die Sammlung Vieweg zunächst erstreckt, sind tätig:

Physik

(theoretische und praktische, und Mathematische Probleme):

Professor **Dr. Karl Scheel**,
Physikalisch-Technische
Reichsanstalt, Charlottenburg;

Kosmische Physik

(Astrophysik, Meteorologie u.
wissenschaftliche Luftfahrt —
Aerologie — Geophysik):

Geh. Reg.-Rat Professor **Dr.
med. et phil. R. Assmann**, Kgl.
Aeron. Observat. Lindenberg;

Chemie

(Allgemeine, Organische und
Anorganische Chemie, Physi-
kal. Chemie, Elektrochemie,
Technische Chemie usw.)

Professor **Dr. B. Neumann**,
Techn. Hochschule, Breslau;

Technik

(Elektro-, Maschinen-, Schiff-
bautechnik, Flugtechnik,
Motoren, Brückenbau):

Professor **Dr.-Ing. h. c. Fritz
Emde**, Technische Hoch-
schule, Stuttgart;

Biologie

in ihrem ganzen Umfange, Im-
munitätsforschung, Pharma-
kodynamik, Chemotherapie):

Professor **Dr. phil. et med.
Carl Oppenheimer**, Berlin-
Grünwald.

Bisher erschienen folgend genannte Hefte:

- Heft 1.** **Dr. R. Pohl — Dr. P. Pringsheim**, Die lichtelektrischen Erscheinungen. Mit 36 Textabbildungen. M. 3.—
Heft 2. **Dr. C. Freiherr von Girsewald**, Anorganische Peroxyde und Persalze. M. 2,40.
Heft 3. **P. Béjeuhr**, Der Blériot-Flugapparat und seine Benutzung durch Pégoud vom Standpunkt des Ingenieurs. Mit 26 Abbildungen im Text. M. 2.—
Heft 4. **Dr. St. Loria**, Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. Mit 3 Textabbildungen und einer Tafel. M. 3.—
Heft 5. **Dr. A. Gockel**, Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Mit 10 Textabb. M. 3.—
Heft 6. **D. Sidersky**, Brennereifragen. Kontinuierliche Gärung der Rübensäfte. Kontinuierliche Destillation und Rektifikation. Mit 24 Textabbildungen. M. 1,60.

Ein Verzeichnis der in Aussicht genommenen zahlreichen weiteren Hefte steht kostenfrei zu Diensten.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

5. Juni 1914.

Heft 23.

Der Bau der Atmosphäre und dessen Erklärung durch R. Emden.

Von Prof. Dr. M. P. Rudzki, Krakau,
Direktor der Universitäts-Sternwarte.

Dank den unbemannten, mit selbstregistrierenden Instrumenten ausgerüsteten Pilotballonen verfügen wir jetzt über meteorologische Daten aus Höhen (bis 30 km und darüber), die noch vor wenigen Jahren der Beobachtung ganz unzugänglich waren. Unter dem Eindruck dieser Daten haben sich unsere Vorstellungen vom Bau der Atmosphäre radikal geändert. Während man noch zu Anfang dieses Jahrhunderts die Atmosphäre für ein einstöckiges Gebilde hielt, wissen wir jetzt, daß wenigstens zwei Etagen zu unterscheiden sind. Die Grenze zwischen dem unteren Stock, der „Troposphäre“ und dem oberen, der „Stratosphäre“¹⁾ wechselt mit der Jahreszeit: sie steigt im Sommer herauf und fällt im Winter herunter, sie liegt höher über Antizyklonen als über Zyklonen²⁾; aber durchschnittlich befindet sie sich über Mitteleuropa in 11 km Höhe, dagegen bedeutend höher (über 15 km) in der äquatorialen Zone. — In der „Troposphäre“ herrschen, besonders zur Tageszeit, vertikale Strömungen; hier wird in aufsteigenden Strömen der Wasserdampf kondensiert, hier bilden sich Wolken, hier regnet's, schneit's usw., während in der „Stratosphäre“ vertikale Strömungen entweder ganz fehlen, oder sehr schwach sind. Ferner bilden sich in der „Stratosphäre“ keine Niederschläge, keine Wolken mit Ausnahme der, übrigens seltenen, rätselhaften „leuchtenden“ Wolken.

Ebenso schroff ist der Gegensatz der Temperaturverhältnisse. Zwar werden Temperaturinversionen auch in der Troposphäre nicht selten beobachtet, doch ist Temperaturabnahme mit wachsender Höhe die Regel. Demgegenüber beobachtet man in der Stratosphäre ein langsames Wachsen der Temperatur mit wachsender Höhe so, daß die Grenze zwischen der Tropo- und der Stratosphäre durch ein Temperaturminimum gekennzeichnet ist.

Wie kann sich dieses Minimum erhalten? Warum wird es nicht durch Wärmezufuß von oben oder unten ausgeglichen?

Es fehlte nicht an Versuchen, eine Antwort

¹⁾ Diese, von *Teisserenc de Bort* vorgeschlagenen Namen haben sich schon in der Meteorologie eingebürgert.

²⁾ Nach *A. Schmauß* (Beitr. zur Physik der freien Atmosphäre, VI. Bd. [1914], S. 153—164) wird die Grenze zwischen „Tropo-“ und „Stratosphäre“ häufig von großen Wellen durchzogen.

auf diese Frage zu geben, aber erst *R. Emden*¹⁾ ist es geglückt, mit Zuhilfenahme gewisser Formeln von *K. Schwarzschild*, welche sich auf die Strahlungsvorgänge beziehen, die richtige Lösung zu finden.

Emden betrachtet einen idealen, sehr einfachen Fall. Der Druck, die Temperatur sind stationär und hängen nur von der Höhe über dem Meeresspiegel ab; der Wechsel von Tag und Nacht, die Aufeinanderfolge der Jahreszeiten werden außer acht gelassen; ein stetiger, ununterbrochener Strom der strahlenden Sonnenwärme kommt vertikal von oben herab; ein ebenfalls vertikaler, stetiger Strom der strahlenden Erdwärme kommt ihm entgegen von unten herauf. Sowohl die Sonnen- wie die Erdwärme werden von der Luft teils durchgelassen, teils absorbiert und wieder ausgestrahlt. Die Ausstrahlung und die Absorption müssen einer Bedingung genügen: sie müssen überall einander die Wage halten; sonst würde die Annahme, daß die Temperaturen stationär sind, nicht erfüllt sein können. Zuerst nimmt *Emden* an, daß die Strahlung „grau“ ist. Damit will er sagen, daß sowohl die Sonnen- wie die Erdstrahlen ohne Rücksicht auf die Wellenlänge von der Luft gleich absorbiert und — natürlich — gleich ausgestrahlt werden. Wohlverstanden widerspricht diese Hypothese der Wirklichkeit, doch lohnt es sich, zu sehen, zu welchen Schlüssen sie führt. Es zeigt sich, daß die Atmosphäre sich in einem isothermen Zustand befinden muß, und zwar muß sowohl die Luft in allen Höhen, wie die Erdoberfläche dieselbe Temperatur von -19°C . besitzen, welche einem „vollkommen schwarzen“, ebensoviel Wärme wie die Erde ausstrahlenden Körper zukommt. Daß ein derartiger Zustand, der übrigens mechanisch stabil wäre, auch nicht im entferntesten an die wirklichen Zustände erinnert, braucht nicht erst hervorgehoben zu werden.

Von der naturwidrigen Hypothese der „grauen“ Strahlung geht nun *Emden* zur Hypothese der „farbigen“ Strahlung über: er setzt der Wirklichkeit gemäß voraus, daß die Luft Strahlen verschiedener Wellenlänge verschieden absorbiert und ausstrahlt. Doch indem die Darstellung der Naturverhältnisse in all ihrer Mannigfaltigkeit zu großen analytischen Schwierigkeiten Anlaß gibt, entscheidet er sich zur vereinfachenden Annahme, daß die gesamte Sonnenstrahlung aus Strahlen einer einzigen und die gesamte Erdstrahlung aus

¹⁾ Über Strahlungsgleichgewicht und atmosphärische Strahlung. Sitzb. der Kgl. Bayr. Akad. der Wiss., math.-phys. Klasse, Jahrg. 1913, S. 55—143.

Strahlen ebenfalls einer einzigen, aber anderen Wellenlänge besteht, wobei natürlich die Wellenlänge der Sonnenstrahlen kleiner ist als diejenige der Erdstrahlen. Dementsprechend nimmt *Emden* für die Erdstrahlen einen 23 mal so großen Absorptionskoeffizienten als für die Sonnenstrahlen. Wir haben vergessen, zu sagen, daß *Emden* die Absorption dem Wasserdampfgehalt der Luft proportional¹⁾ setzt. Daraus und aus einer empirischen Formel von *J. Hann*, welche sich auf den Wasserdampfgehalt der Luft bezieht, leitet er für den Absorptionskoeffizienten k die Formel

$$k = b m^3,$$

wo m die von den Strahlen durchsetzte Luftmasse und b eine Konstante bedeutet. Es ist diese Konstante, welcher *Emden* im Falle der Erdstrahlen einen 23 mal so großen Wert als im Falle der Sonnenstrahlen erteilt.

Jetzt setzt *Emden* die neuen Ausdrücke für die Absorptionskoeffizienten in die erweiterten Formeln *Schwarzschild's* ein, berücksichtigt die Bedingung der Gleichheit zwischen den absorbierten und den ausgestrahlten Wärmemengen, integriert und ersetzt, unter Anwendung des Stefan'schen Gesetzes, die Wärmemengen durch Temperaturen; es ergibt sich: für die Erdoberfläche eine Temperatur von $+15,8^\circ \text{C.}$ und für die Atmosphäre eine mit wachsender Höhe anfangs abnehmende, dann von etwa 11 km Höhe zunehmende Temperatur, die sich asymptotisch dem Werte -19°C. nähert. Das Minimum in 11 km Höhe beträgt, je nach Umständen, auf die wir nicht einzugehen brauchen, -54° bis $-59,93^\circ \text{C.}$

Solches ist das Temperaturgesetz, welches sich aus der Bedingung des Strahlungsgleichgewichts ergibt. Es bleibt noch die Frage, inwieweit dasselbe mit den Bedingungen des mechanischen Gleichgewichtes vereinbar ist. Bekannterweise befindet sich die Luft im indifferenten Gleichgewicht, wenn die Temperaturabnahme mit wachsender Höhe $0,98^\circ \text{C. pro 100 Meter}$ beträgt. Bei geringerer Abnahme ist das mechanische Gleichgewicht stabil, bei größerer labil. Nun sehen wir, daß beim *Emdenschen* Modell oberhalb 11 km, wo die Temperatur mit wachsender Höhe abnimmt, das Gleichgewicht unzweifelhaft stabil ist. Unterhalb 11 km, nämlich von 11 km bis 3130 m (wo die Temperatur -38°C. beträgt) ist es ebenfalls stabil, denn obgleich die Temperatur hier mit wachsender Höhe abnimmt, ist doch die Abnahme geringer als im Zustand indifferenten Gleichgewichtes. Nur unterhalb 3130 m ist die Temperaturabnahme größer als im Zustande indifferenten Gleichgewichtes; folglich ist hier das Gleichgewicht labil: eine noch so geringe Störung muß sofort vertikale Strömungen hervorrufen.

Die Ähnlichkeit zwischen dem Modell *Em-*

dens und der irdischen Atmosphäre ist nicht zu verkennen. Offenbar entspricht die Schicht oberhalb 11 km der Stratosphäre, die Schicht unterhalb 11 km der Troposphäre. Zwar scheinen vertikale Strömungen auf den unteren Teil der Troposphäre (auf die Schicht zwischen der Erdoberfläche und dem Niveau in 3130 m Höhe) beschränkt zu sein, während in der Wirklichkeit die vertikale Zirkulation bis an die Grenze der Stratosphäre reicht; aber das ist eine scheinbare Diskrepanz, welche davon herrührt, daß die Aufgabe als eine statische behandelt wurde. Hätte *Emden*, sobald es sich gezeigt hat, daß im unteren Teil der Troposphäre vertikale Strömungen entstehen, zu dynamischen Methoden gegriffen, so hätte er für die Höhe, bis zu welcher diese Strömungen reichen, einen anderen Wert gefunden.

Andere kleine Mängel der Theorie *Emdens*, wie z. B., daß sein Temperaturminimum etwas höher ist als das beobachtete Minimum¹⁾, erklären sich durch Einschränkungen, Vereinfachungen usw. — Aber all dies ist Nebensache; wichtig ist das Ergebnis, daß es die Strahlungsvorgänge sind, welche den entscheidenden Einfluß auf die Temperaturverhältnisse der Atmosphäre ausüben. Besonders wichtig ist der Nachweis, daß das Temperaturminimum an der Grenze zwischen der Tropo- und der Stratosphäre durch verschiedene Absorption der kurzwelligen Sonnenstrahlen einerseits und der langwelligen Erdstrahlen andererseits verursacht wird. Nachdem *Emden* den leitenden Ariadnefaden ergriffen hat, wird es schon leicht sein, die Theorie der Erdatmosphäre weiter auszubilden.

Die Meßtechnik im Röntgenwesen.

Von Privatdozent Dr. P. Ludewig, Freiberg i. Sa.

I.

Die Messungen, die in der praktischen Röntgentechnik vorgenommen werden, um die Eigenschaften der Strahlen einer Röntgenröhre bei bestimmten Versuchsbedingungen zu ermitteln, beziehen sich im wesentlichen auf die Härte der Röntgenstrahlen und die Strahlenmenge. Bei den heute üblichen Betriebsbedingungen sind jedoch diese Größen eindeutig schwer zu definieren. Bei allen Betriebsarten, dem Induktorbetrieb, dem Betrieb mit dem Hochspannungsgleichrichter und auch beim Betriebe mit hochgespanntem Gleichstrom sendet die Röntgenröhre nicht nur Strahlen einer Härte aus, sondern einen Strahlungskomplex von sehr großer Inhomogenität. Meist überwiegen natürlich die Strahlen eines bestimmten Härtegrades, aber daneben sind auch die verschiedenen anderen Härte-

¹⁾ Das wird bestätigt durch die Untersuchung von *F. E. Fowle* u. d. T. Transmissibility of Radiation, *Astroph. Journal* Bd. XXXVIII, S. 392—404.

¹⁾ In der äquatorialen Zone hat man schon -80°C. beobachtet.

grade mehr oder weniger vertreten. Bekanntlich entspricht der Härtegrad einer Röhre der Wellenlänge der ausgesandten Strahlung; Röntgenstrahlen eines einzigen Härtegrades würden Licht einer einzigen, bestimmten Wellenlänge entsprechen. Es lassen sich demnach viele Überlegungen, die uns für die einfachen Lichtstrahlen und deren Absorption geläufig sind, auf die Röntgenstrahlen übertragen. Ganz homogene Röntgenstrahlen, also Röntgenstrahlen nur einer einzigen Wellenlänge werden demnach bezüglich der Messung ihrer Eigenschaften die einfachsten Verhältnisse bieten; es entstehen um so mehr Schwierigkeiten, je komplizierter das Röntgenspektrum ist. Die geringe Übereinstimmung in den Angaben über die Eigenschaften von Röntgenröhren oder Betriebsschaltungen hat in diesen komplizierten Verhältnissen ihren eigentlichen Grund. So ist es möglich, daß bei einem bestimmten Röntgenröhrentypus, bei demselben Strom in der Röhre und der gleichen Spannung an ihren Enden die Strahlen verschiedene Eigenschaften haben können, wenn die Betriebsform eine andere ist.

Der Vergleich mit dem gewöhnlichen Licht liefert uns z. B. die Unterscheidung zwischen Filtration und Absorption, der für die Tiefenbestrahlung mit Röntgenstrahlen wichtig ist und auf den *Heinz Bauer* im neuen V. Band des Röntgentaschenbuches (1913) hinweist. Lassen wir z. B. das Licht einer weißen Lichtquelle durch eine Rotscheibe hindurchgehen, so werden alle anderen Strahlen außer dem Rot zurückgehalten. Stellen wir hinter dies erste Filter ein zweites, drittes usw. der gleichen Farbe, so findet eine weitere Filtration nicht mehr statt, sondern nur noch eine Absorption. Erst eine Glasscheibe einer anderen Spektralfarbe wird das von der Rotscheibe durchgelassene Licht weiter filtrieren können. Es ist demnach klar, daß auch bei den Röntgenstrahlen eine erste Schicht eine besondere Schwächung herbeiführt und weitere Schichten eine nur unmerkliche Änderung der Strahlen zur Folge haben, daß dann nur eine Schicht neuen Materials die Strahlen ändern kann.

II.

Derartige Überlegungen zeigen, wie kompliziert die Verhältnisse bei der Messung der Röntgenstrahleneigenschaften liegen. Die in der Technik gebräuchlichen Härtemesser wollen nun in einem einzigen Apparat die Härte der Röntgenstrahlen bestimmen. Nach der erwähnten physikalischen Natur dieser Strahlen ist aber eine exakte Bestimmung der Härte nur durch die Aufnahme und den Vergleich der aus den Röntgenröhren austretenden Röntgenspektren möglich. Die in der Praxis gebräuchlichen Meßverfahren haben diese Methode als zu umständlich abgelehnt. Die mit ihnen bestimmten Härtegrade haben demnach keinen absoluten Wert, sondern sind stark von den bei der Messung be-

nutzten Versuchsbedingungen abhängig. Es sind die so erhaltenen Zahlenwerte nur dann vergleichbar, wenn eine bestimmte Betriebsart vorausgesetzt wird. *Es ist aber ein Härtemesser nur dann als einwandfrei anzusehen, wenn jede seiner Angaben einem bestimmten Röntgenspektrum zugeordnet ist.* Diese Forderung erfüllen die heute gebräuchlichen Härtemesser nur in beschränktem Maße.

Die Härtemesser zerfallen in drei Gruppen. Die erste benutzt einmetallige Skalen, die zweite zweimetallige Skalen und die dritte elektrische Methoden.

Einmetallige Skalen. Die Härte der Strahlen wird in den Härtemessern von *Walter* und *Beez* in der Weise bestimmt, daß man die Anzahl gleichdicker, vom selben Metall hergestellter Schichten zählt, hinter denen noch Strahlen festgestellt werden können. Der Grundgedanke ist also hier der, daß die Strahlung von einer bestimmten Schichtdicke absorbiert wird und daß diese Schicht um so dicker ist, je härter die Strahlen sind. Da dies nach dem Obigen in keiner Weise zutrifft, bieten diese Skalen kein eindeutiges Maß für die Härte.

Zweimetallige Skalen. Die Härtemesser von *Röntgen*, *Benoist*, *Walter* und *Wehnelt* vergleichen die Durchlässigkeit einer Substanz von veränderlicher Dicke mit der Durchlässigkeit einer als Normalsubstanz (Silber) angenommenen Schicht konstanter Dicke. Sie sind so lange eindeutig, als man bei einer und derselben Betriebsform bleibt.

Elektrische Härtemesser. Sie beruhen auf der Annahme, daß die Strahlenhärte von der Spannung an der Röntgenröhre abhängt und messen daher entweder, wie das Qualimeter von *Bauer*, diese Spannung oder einen Wert, der dieser Spannung proportional ist (Sklerometer von *Klingelfuß*). Über eine exakte Prüfung dieser Angaben ist bisher nichts veröffentlicht.

Bei den ein- und zweimetalligen Skalen geschieht die Messung mit dem Leuchtschirm. Sie ist daher nicht ganz gefahrlos. Die elektrischen Methoden haben den Vorteil, eine gefahrlose Ablesung mit einem Blick zu gestatten.

III.

Die zweite Art der in der Röntgentechnik gebräuchlichen Meßverfahren sucht die *Röntgenstrahlenmenge*, die in der Röntgentherapie eine wichtige Rolle spielt, zu bestimmen. Man setzt voraus, daß die physiologische Wirkung der Röntgenstrahlen auf einen Körperteil proportional der absorbierten Strahlenenergie ist. Es zeigt sich nun, daß die Einheit der Strahlenmenge, die man als *Eythendosis* bezeichnet hat, wie *Kröncke*¹⁾ nachweist, proportional der Intensität und der Härte der Strahlen ist.

Die hier gebräuchlichen Meßverfahren beruhen auf der chemischen Wirkung der Strahlen,

¹⁾ Siehe weiter unten.

auf der Wärmeentwicklung in der Röntgenröhre und den Angaben elektrischer, in den Stromkreis der Röhre eingeschalteter Meßinstrumente.

Chemische Wirkungen. Hier gibt es etwa 10 verschiedene Dosierungsverfahren, die alle nach den Erfahrungen der Praxis keine eindeutigen Messungen zu liefern imstande sind.

Wärmewirkung. Köhler mißt die Wärmemenge, die an der Antikathode beim Auftreffen der Kathodenstrahlen erzeugt wird und glaubt, so ein Maß für die „Dosis“ zu gewinnen. Es ist möglich, daß dies Verfahren in der Praxis von Bedeutung wird.

Elektrische Methoden. Klingelfuß mißt den linearen Mittelwert des Sekundärstromes und mit dem Sklerometer die an der Röntgenröhre liegende Spannung, Walter die Stromstärke und mit der Walterskala die Härte der Strahlen. Beide gründen auf der Kenntnis der so gemessenen Größen ein Dosierungsverfahren.

IV.

Aus den bisherigen Darlegungen geht hervor, daß heute in der Praxis der Röntgentechnik bei einem Vergleich der Messungsergebnisse verschiedener Autoren die größte Vorsicht am Platze ist. Es ist daher im Interesse der Entwicklung der Röntgentechnik freudig zu begrüßen, daß in einer Göttinger Dissertation „Über die Messung der Intensität und Härte der Röntgenstrahlen“ Helmut Kröncke den Versuch macht, durch exakte experimentelle Messungen die Größen nachzuweisen, die bei der Beurteilung der Strahlung einer Röntgenröhre maßgebend sind. Immerhin tritt für die Übernahme der in der Arbeit enthaltenen Resultate in die Praxis insofern eine Einschränkung ein, als bei diesen Messungen der in der Praxis ganz ungebräuchliche Betrieb mit Gleichstrom verwendet wurde. Es geschah dies aus dem Grunde, weil bei dem gebräuchlichen technischen Induktor- und Gleichrichterbetrieb innerhalb eines Stromstoßes die für die Erzeugung der Röntgenstrahlen maßgebenden elektrischen Bedingungen außerordentlich wechseln, während beim Gleichstrombetrieb wenigstens in dieser Beziehung eindeutige Verhältnisse vorliegen.

Bei der zum Betriebe der Röntgenröhre nötigen Gleichspannungsanlage wurde eine Methode zur Erzeugung hochgespannten Gleichstroms benutzt, die von Des Coudres und Koch beschrieben ist. Bei ihr wird ein mit Wechselstrom betriebener Induktor verwendet, dessen Sekundärspule einen Hochspannungskondensator aufladet, und zwar mit Hilfe einer in den Sekundärkreis eingeschalteten Kontaktvorrichtung immer an einem bestimmten Punkt der Wechselstromkurve. Die parallel zum Kondensator liegende Röntgenröhre erhält dann bei richtiger Einregulierung der Versuchsbedingungen einen reinen Gleichstrom, dessen Konstanz durch die photographische Registrierung einer Glimmlichtoszillographen-

röhre kontrolliert werden kann. Zu den Versuchen wurden 6 Röhren der Firmen H. Bauer, C. H. F. Müller, Reiniger, Gebbert und Schall und Polyphos benutzt.

V.

Die für die Röntgenstrahlen charakteristischen Größen sind nach Kröncke die Härte und die Intensität der Strahlen. Unter Intensität der Strahlen versteht man die Energie, die in der Zeiteinheit durch eine Flächeneinheit senkrecht zur Fortpflanzungsrichtung der Strahlen hindurchtritt. Zur Messung dieser Größe lassen sich Bolometermethoden, Ionisierungsmethoden und photographische Methoden verwenden. Als einwandfreieste und relativ einfachste Methode wurde die Ionisierungsmethode gewählt, die auf der Tatsache beruht, daß der von den Röntgenstrahlen erzeugte Sättigungsstrom direkt proportional der bolometrisch gemessenen Intensität ist. Es wird bei dieser Methode ein geladener Luftkondensator in den Gang der zu messenden Strahlen gebracht; dann geht zwischen den Platten des Kondensators ein Strom über. Ist die Spannung am Kondensator so groß, daß Sättigungsstrom erreicht wird, so ist dieser Stromwert direkt proportional der Intensität der Strahlen.

Die Messung der Härte beruht auf folgenden Überlegungen. Es wird angenommen, daß die Absorption der Strahlen in einem Körper unter sonst gleichen Bedingungen nur von der Wellenlänge und damit von der Härte der Strahlen abhängt. Es kann also die Absorption der Strahlen in irgendeinem Normalkörper als Maß für die Härte benutzt werden. Dies gilt aber nur, wenn man von der Wirkung aller Sekundärstrahlen absehen kann, und das ist in sehr guter Annäherung bei allen Elementen erfüllt, deren Atomgewicht unter 32 liegt. Von diesen Elementen hat sich das Aluminium (Atomgewicht 27,1) als besonders geeignet erwiesen.

Bedeutet demnach J_0 die Intensität der zu messenden Strahlen und J die Intensität der von einer Intensität von der Dicke d durchgelassenen Strahlen, so ist der Absorptionsindex x nach der Gleichung

$$J = J_0 e^{-dx}$$

ein Maß für die Absorption der Strahlen. Kröncke benutzt den Absorptionsindex x , der an einer Schicht von 0,5 mm Aluminium gemessen wurde. Nur bei Angabe dieser Schichtdicke ist dieser Index eindeutig bestimmt. Um Aufschluß über den Grad der Inhomogenität der Strahlen zu erhalten, um also zu untersuchen, ob Strahlen verschiedenen Härtegrades vorhanden sind — und das ist tatsächlich immer der Fall —, muß man auch die Absorptionsindizes angeben, die auf eine Schichtdicke von 1,0 und 1,5 mm gemessen und auf 0,5 mm bezogen sind.

Die sehr ausführlichen Messungen ergaben bezüglich der Intensität:

1. Die Intensität der Strahlen ist direkt proportional dem Strom J in der Röntgenröhre.
2. Sie ist eine lineare Funktion der erzeugenden Spannung.
3. Sie hängt in hohem Maße von der Glasdicke der benutzten Röntgenröhre ab.

Daraus läßt sich zum ersten Male eine exakte *mathematische* Beziehung für die Intensität ableiten, die bei allen weiteren Untersuchungen grundlegend werden dürfte. Bezeichnet man nämlich mit

K eine Konstante,

r die Entfernung zwischen Meßkondensator und Antikathode,

D einen Faktor, der eine Funktion der Glasdicke ist,

J den Strom in der Röhre,

V die Spannung an der Röhre,

V_0 eine Konstante,

so wird die Strahlungsintensität S (in absolutem Maße gemessen) durch die Gleichung

$$S = \frac{K}{r} DJ (V^2 - V_0^2)$$

berechnet werden können.

Die Messungen über die *Härte* ergaben:

1. Die Härte ist völlig unabhängig von der Stärke des durch die Röhre fließenden Stromes.
2. Sie kann also nur von der Spannung abhängig sein und ist demnach eine eindeutige Funktion der Spannung.
3. Die Strahlung einer Röhre wird um so härter sein, je dicker das Glas der Röhre ist, denn um so mehr weiche Strahlen werden von dem Glas abgefangen.

VI.

Diese von *Kröncke* gefundenen Resultate geben dem ganzen Gebiet eine sichere Grundlage. Seine Untersuchungen gehen noch weiter. Um neben der Ionisierungsmethode eine *photographische Methode* zur Messung der Intensität und Härte der Strahlen heranziehen zu können, mußten die Beziehungen bekannt sein, die zwischen der Schwärzung der Platte einerseits und der Intensität und Härte der Strahlen andererseits bestehen. Läßt man gewöhnliches Licht einer bestimmten Wellenlänge in demselben Energiebetrag einmal mit großer Intensität kurze und dann mit kleiner Intensität entsprechend längere Zeit auf eine Platte einwirken, so erhält man nicht die gleiche Schwärzung. Es gilt vielmehr das Schwarzschildsche Gesetz, nach welchem zu gleichen Werten von St^p (wo S die Intensität, t die Zeit und p einen Faktor, der kleiner als 1 ist, bedeuten) gleiche Schwärzungen gehören. Es war zunächst zu prüfen, ob dies Gesetz auch für die Röntgenstrahlen gültig ist. Dazu wurden bei Schleußnerschen Röntgenplatten die Belichtungszeiten bei verschiedenen Intensitäten so gewählt, daß das Produkt $J \cdot t$ konstant blieb, so daß der Platte immer dieselbe Energiemenge zu-

geführt wurde. Es zeigte sich, daß dann im Gegensatz zu den Verhältnissen bei gewöhnlichem Licht die Schwärzungen gleich waren. Für die benutzten Röntgenplatten gilt also nicht das Schwarzschildsche Gesetz, sondern das Gesetz von *Bunsen-Roscoe*. Die Intensität der Strahlen läßt sich demnach auf photographischem Wege vergleichen. Bei der Untersuchung des Einflusses der Härte auf die photographische Platte zeigte es sich dagegen, daß die photographisch gemessenen Werte gegenüber den durch Ionisation gemessenen Abweichungen bis zu 50 % zeigen.

VII.

Es fragt sich nun, *welche Lehren die praktische Röntgentechnik aus diesen Untersuchungen ziehen kann*. Einmal ergeben sich die schon oben geäußerten Bedenken bezüglich der heute gebräuchlichen Meßverfahren. Ist es möglich, an ihre Stelle andere Methoden zu setzen, die zugleich wissenschaftlich einwandfrei und praktisch brauchbar sind?

Bezüglich der *Härte* ergibt sich, daß bei Gleichstrom ein zur Röntgenröhre parallel geschaltetes *Voltmeter* vollkommen einwandfreie und eindeutige Angaben über die Härte vermitteln kann. Auch beim Induktor- oder Gleichrichterbetrieb ist es möglich, den Voltmeterangaben einen bestimmten Härtegrad zuzuordnen. *Aber immer nur dann, wenn man bei einer Betriebsform bleibt*. Das Gesamtergebnis ist also dieses: Zu einer einwandfreien und gefahrlosen Härtemessung ist nur das Voltmeter geeignet. Man kann aber dessen Angaben nur so lange zu exakten Vergleichsmessungen benutzen, als man bei einer Betriebsform bleibt. Wie groß die Fehler werden können, die beim Übergang zu einer anderen Betriebsform auftreten, wäre einer zukünftigen Untersuchung vorzubehalten.

An Stelle der erwähnten *Dosierungsverfahren* läßt sich nach den Krönckeschen Überlegungen für Gleichstrombetrieb eine exakte Meßmethode in der Weise erreichen, daß man Stromstärke und Spannung der Röntgenröhre mißt. Aus diesen beiden Werten läßt sich ihre Intensität ableiten und aus der Intensität, Härte und Dauer der Strahlen eine exakte Dosierung gewinnen. Ähnliche Beziehungen gelten auch für den Induktor- und Gleichrichterbetrieb.

VIII.

Die bisherigen Ausführungen, die im wesentlichen den Darlegungen *Krönckes* folgen, bedürfen noch einer Ergänzung. Es bestehen nämlich außer den erwähnten noch zwei Meßverfahren, die in diesem Zusammenhange nicht unerwähnt bleiben dürfen. Das eine beruht auf der von *Christen* definierten „Halbwertschicht“, unter der man die Dicke derjenigen Schicht eines Stoffes zu verstehen hat, in welcher gerade die Hälfte der auftreffenden Strahlung absorbiert wird. Der hierauf beruhende Härtemesser besteht

aus einem Bleisieb, das so konstruiert ist, daß die Gesamtfläche des zwischen den Löchern bleibenden Bleimaterials gerade so groß ist als die Gesamtfläche der Sieblöcher. Man vergleicht dann die Helligkeit eines hinter dem Sieb angebrachten Fluoreszenzschirmes mit der Helligkeit, die hinter einem keilförmigen Bakelitstück entsteht. Dies Material wurde deswegen gewählt, weil es das gleiche Absorptionsvermögen wie Wasser hat.

Die zweite Methode beruht auf der Messung des durch ionisierte Luft hindurchgehenden Stromes, wenn die Luft von Röntgenstrahlen ionisiert ist. Diese Methode, die auch *Kröncke* bei seinen Untersuchungen benutzt hat, ist konstruktiv in dem Universal-Ionometer der Firma Siemens & Halske durchgebildet, das wohl am meisten den von *Kröncke* gestellten Anforderungen genügt.

Über Konstitution und Wirkung der Chinaalkaloide.

Von Dr. Hans Horsters, Charlottenburg.

Um das Jahr 1639 brachte die Gattin des Vizekönigs von Peru, die Gräfin *del Cinchon*, bei ihrer Rückkehr nach Spanien ein Mittel gegen Fiebererkrankungen mit, das bei den Eingeborenen der mittleren Anden in Gebrauch war, und dessen ausgezeichnete Wirkung sie während einer schweren Erkrankung an Wechselfieber selbst erprobt hatte. Von Spanien aus verbreitete sich der Ruf dieses Heilmittels in kurzer Zeit über ganz Europa, so daß schon um die Mitte des XVII. Jahrhunderts seine Anwendung in fast allen fieberversuchten Landstrichen bekannt war (1643 Rom, 1655 England). Das neue Heilmittel fand sich in der Rinde verschiedener baumartiger Rubiaceen, denen *Linné* der Überbringerin zu Ehren den Speziesnamen *Cinchona* gab (*C. Calisaya*, *C. lancifolia*, *Rimijia*). Die heilbringende Rinde bezeichnete man als Chinarinde (vom peruan. Quina = Rinde). Die Urheimat dieser Bäume ist in den Anden Bolivias und Perus zu suchen; jedoch gedeihen sie auch in anderen tropischen und subtropischen Gebieten ausgezeichnet, so vor allem in Indien, wo seit 1859 Anpflanzungen großen Stiles erfolgreich durchgeführt worden sind.

Erst verhältnismäßig spät, im Jahre 1820, gelang es zwei französischen Forschern, *Pelletier* und *Caventou*, die physiologisch wirksamen Bestandteile aus der Chinarinde zu isolieren. Außer dem Chinin $C_{20}H_{24}O_2N_2$ und dem Cinchonin $C_{19}H_{22}O_2N_2$ (*Pelletier* und *Caventou*) und ihren Derivaten fand man im Laufe der Zeit noch eine Reihe ähnlicher Basen in den Rinden der verschiedenen Cinchonaarten, so das Cuprein $C_{19}H_{22}O_2N_2$, das Chairamin $C_{22}H_{26}O_4N_2$, das Aricin $C_{23}H_{26}O_4N_2$ usf. Aus der großen Zahl dieser

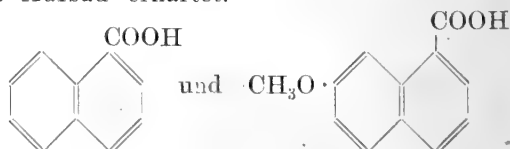
Basen haben als Arzneimittel größere Bedeutung nur die Chinaalkaloide im engeren Sinne¹⁾:

links drehend:	rechts drehend:
Chinin	Chinidin
Cinchonidin	Cinchonin
Hydrochinin	Hydrochinidin
Hydrocinchonidin	Hydrocinchonin

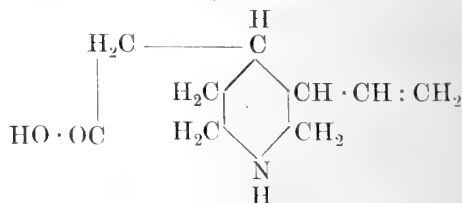
und von diesen in der Hauptsache nur das Chinin behalten. In neuester Zeit lenkt noch das Cuprein die Aufmerksamkeit wegen seiner anästhesierenden Eigenschaften auf sich.

Daß die Erforschung des chemischen Baues der Chinaalkaloide erst etwa 30 Jahre nach ihrer Entdeckung in den schönen Arbeiten *Pasteurs*²⁾ über die Chinatoxine ihre ersten Früchte zeitigte, wird bei den verwickelten Konstitutionsverhältnissen dieser Körperklasse nicht wundernehmen. So ist denn auch die endgültige Aufklärung der Konstitution der Chinaalkaloide ein Resultat der jüngsten Zeit. Die schwierigen erfolgreichen Arbeiten auf diesem Gebiete, die erst den künstlichen Aufbau so wichtiger Stoffe möglich gemacht haben, sind hauptsächlich geknüpft an die Namen *W. Königs*, *von Miller* und *Rhode*, *Z. Skraup* und *P. Rabe*.

Im Verlauf dieser Arbeiten wurde gefunden, daß das Molekül des Chinins bei der energischen Oxydation durch Chromsäure in zwei Teile gespalten wird. Das eine Spaltungsstück, ein Abkömmling des Chinolins, war schon 1870 von *Caventou* und *Willm* aufgefunden worden; seine Bestimmung zu einer γ -Chinolincarbonsäure oder deren 6-Methoxyderivat, wurde durch Abbau und Aufbau erhärtet.



Viel schwieriger gestaltete sich die Feststellung der Konstitution des anderen Teils, der sogenannten „zweiten Hälfte“. Es ist in der Hauptsache das Verdienst von *Königs* und *Skraup*, den Nachweis geführt zu haben, daß dieses Spaltungsstück ein Abkömmling des Piperidins oder Hexahydropyridins ist und ihm die Konstitutionsformel:

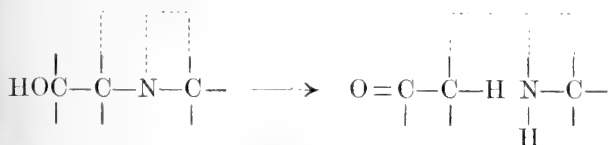


zuerteilt werden muß.

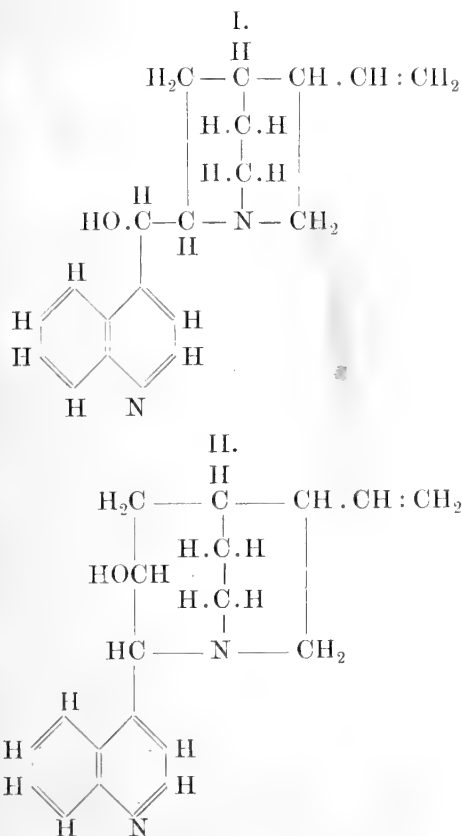
¹⁾ Anmerkung während des Druckes: In allerjüngster Zeit lenkt das Äthylhydrocuprein *Morgenroths* die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich. Es soll die Wirkung des Chinins um ein Mehrfaches übertreffen. Jedoch ist die Diskussion über diesen Körper, besonders bezgl. seiner schädigenden Eigenschaften noch nicht abgeschlossen.

²⁾ *Compt. rend.* 37, 114 (1853).

Über die Art, wie diese beiden Teile miteinander verbunden sind, ist durch die Arbeiten von *Millers* und *Rhodes* teilweise Aufklärung gebracht worden. Diesen beiden Forschern gelang es zu zeigen, daß die von *Pasteur* beobachtete Toxinumlagerung der Chinaalkaloide eine Ringspaltung darstellt, bei der der tertiär gebundene Stickstoff der „anderen Hälfte“ in die sekundäre Iminogruppe und außerdem das alkoholische Hydroxyl in die Ketogruppe übergeht, ohne daß aber das Alkaloid in zwei getrennte Spaltungsstücke zerfällt.

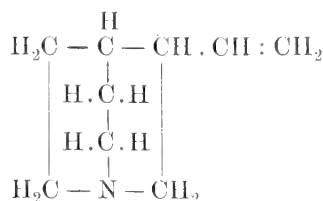


Durch stärkere oxydative Eingriffe erhält man aus diesen Chinatoxinen ebenfalls Merochinen und Cinchonin- resp. Chininsäure. Zu diesen Beobachtungen wurden durch jahrelange Arbeit neue ebenso bedeutende hinzugefügt und auf Grund des gesamten Materials und wertvoller eigener Arbeiten hat dann *Paul Rabe*¹⁾ im Jahre 1907 für den Grundkörper der ganzen Klasse, für das *Cinchonin*, $\text{C}_{19}\text{H}_{22}\text{N}_2\text{O}$, folgende zwei Formeln als einzig mögliche aufgestellt:



Und kurz darauf erbrachte er den experimentellen Nachweis, daß von diesen beiden Formeln Formel I die richtige ist, indem es ihm gelang,

Derivate der zweiten Hälfte, des sogenannten Chinuelidins, zu erhalten, die diesem Körper fraglos die Konstitution:



zuweisen.

Schließlich ist es *Rabe* und neben ihm *Ad. Kaufmann* in allerneuester Zeit gelungen, aus den Produkten der schwachen Oxydation bei Chinaalkaloiden, den *Chinaketonen*, durch geeignete Reduktionsmittel die Alkaloide zu regenerieren, und da man von den Pasteurschen Chinatoxinen relativ leicht zu den Chinaketonen gelangen kann, so ist eine Partialsynthese von Chinaalkaloiden bereits heute verwirklicht.

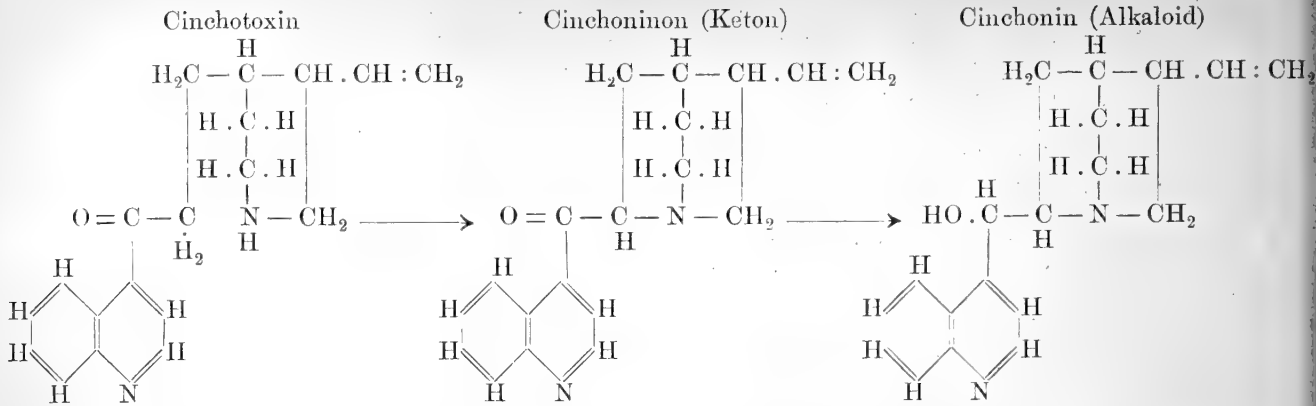
(Vgl. die Konstitutionsformeln S. 556.)

Nachdem der chemische Bau der Chinaalkaloide endgültig festgestellt ist, liegt es nahe, über den Zusammenhang zwischen Konstitution und Wirkung bei diesen so nahe verwandten und doch pharmakologisch so verschiedenen Körpern Betrachtungen anzustellen, und so Vergleiche zu ziehen mit schon bekannten Körpern ähnlicher Konstitution oder Wirkung, wie andererseits Ausblicke zu gewinnen auf Stoffe, welche die einzigartigen Heilwirkungen des Chinins zu geben versprechen.

Das Chinin ist das ideale Mittel gegen Wechselfieber, insbesondere gegen Malaria (von malaria = böse Luft). Ursprünglich sah man seine Bedeutung lediglich in einer stark fieberherabmildernden Wirkung, bis die Entdeckung des Malariaerregers, der verschiedenen Arten von *Haemamoeba* durch *Laveran* in den neunziger Jahren einer neuen Anschauung Bahn brach.

Da erst legte man der Eigenschaft des Chinins als eines universellen Protoplasmagiftes, das nicht nur die Lebenstätigkeit der Protozoen hemmt, sondern in genügender Konzentration alle lebendige Substanz schädigt, größere Bedeutung bei. Seine Einzigartigkeit als Malariamittel verdankt es der Eigenschaft, daß es auf den Erreger schon in Verdünnungen einwirkt, in denen es die Gewebe höherer Organismen kaum beeinflusst. Zwar beeinträchtigt es die Lebenstätigkeit der amöboiden weißen Blutkörperchen schon in großen Verdünnungen stark, so daß z. B. beim Menschen durch Chininbehandlung die Zahl der Leukozyten auf $\frac{1}{4}$ der Normalzahl zurückgehen kann; um aber seine Giftwirkungen auf die quergestreifte Muskulatur und damit auf das Herz (Lähmung), oder auf das Gehirn (Schwindel, Ohrensausen, Taubheit, Amblyopie, zuweilen Blindheit, Rausch, Lähmung) auszuüben, dazu sind Gaben notwendig, die die übliche Dosierung bei Fieber um das Mehrfache übertreffen.

¹⁾ Annal. d. Ch. 350, 180.



Dennoch zeigt das Chinin bei langdauernder Anwendung üble Wirkungen auf den Magen und Darmkanal, auf die Milz (Verkleinerung) und vor allen Dingen Störungen bei den Entgiftungssynthesen in der Niere (Verhinderung der Hippursäurebildung, verminderte Harnsäureausscheidung). Bemerkenswert ist auch, daß einzelne Personen gegen geringste Gaben von Chinaalkaloiden, manchmal genügt Berührung mit der Hand, starke Idiosynkrasie zeigen, die sich in Ausschlägen der Haut, besonders Urticaria, äußert. In neuester Zeit endlich ist auf die lokalanästhesierende Wirkung der Chinaalkaloide, vor allem des Cupreins und seiner Derivate, aufmerksam gemacht worden¹⁾.

Ein aus allgemeinen Prinzipien abgeleiteter Zusammenhang zwischen Konstitution und Wirkung läßt sich aus Mangel an allgemeinen Gesetzen auch bei den Chinaalkaloiden nicht aufstellen. Trotzdem bestehen interessante Beziehungen dieser Körperklasse zu ähnlichen Stoffen. Zunächst sei gesagt, daß die linksdrehenden Chinaalkaloide nach den Befunden von *Fredericy* und *Terroine*²⁾ in ihrer Wirkung auf das Herz weit giftiger sind als die entsprechenden rechtsdrehenden. Die Chinaketone *P. Rabes* sind in ihrer trypanociden Wirkung viel unsicherer wie die Alkohole, d. h. die eigentlichen Alkaloide. Daß mit einer Sprengung der Kohlenstoff-Stickstoffbindung im Chinuklidin, wie sie bei den Chinatoxinen vorliegt, die allgemeine Giftwirkung stark zunimmt, ist durch die Tatsache zu erklären, daß sich hierbei Piperidinderivate bilden, deren Giftigkeit gegen Organewebe bekannt ist (Coniin im Schierling usw.). Die hydrierten Chinaalkaloide zeigen stärkere Toxizität (Atemstillstand) im Vergleich zu den nicht hydrierten, in gleichem Maße ist aber ihre trypanocide Wirkung erhöht. Die Methoxygruppe im Chinolinrest des Chinins, die dem giftigeren Cinchonin fehlt, soll nach *Winterstein* als Verankerungsgruppe wirken, worauf die unsichere Wirkung des Cinchonins zurückzuführen wäre, gewöhnlich schreibt man ihr

einen entgiftenden Einfluß zu. Demgegenüber ist anzuführen, daß das Cuprein, welches analog dem Chinin gebaut ist, mit dem einzigen Unterschied, daß es an Stelle der CH_3O -Gruppe einfaches Hydroxyl trägt, nur etwa halb so giftig wirkt wie Chinin, obwohl in den meisten Fällen die Giftigkeit des Phenolhydroxyls durch Umwandlung in die entsprechenden Phenoläther herabgesetzt wird.

Zur Erklärung der eigentlichen Chininwirkung, der antipyretischen und der spezifisch toxischen auf Protozoen, kann man sich auf zwei prinzipiell verschiedene Anschauungen stützen. Entweder man nimmt an, daß nur dem unveränderten Chininmolekül die eigenartige Wirkung zukommt, ein Standpunkt, der durch die großen Unterschiede in der pharmakologischen Wirkung nach sehr geringen chemischen Änderungen gestützt werden kann, oder man rechnet von vornherein mit einem Zerfall des Chininmoleküls im Organismus und schreibt die Wirkungen den Zerfallsstücken oder ihren Umsetzungsprodukten zu, wobei die *synthetische Fähigkeit des Organismus gebührend zu berücksichtigen wäre*. Nun zeigt das Experiment, daß der menschliche Organismus von dem zugeführten Chinin etwa 60 % abbaut, während die fehlenden 40 % nach geringfügigen chemischen Änderungen (Methylierung mit folgender Oxydation) im Harn ausgeschieden werden.

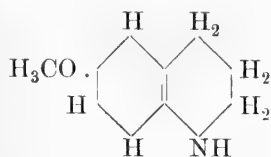
Ruft einzig das *intakte* Chininmolekül die besprochenen Wirkungen hervor, so ist, wenigstens nach dem heutigen Stande der Wissenschaft, eine eingehendere Diskussion über Konstitution und Wirkung hier kaum möglich. Für die synthetische Forschung ungleich wertvoller (wenn auch nur als Arbeitshypothese) ist der Gesichtspunkt, nach dem die Wirkungen in den Zerfallsstücken oder deren Umsetzungsprodukten lokalisiert sind.

Der Abbau des Chininmoleküls im Organismus wird wahrscheinlich denselben Verlauf nehmen, wie wir ihn durch *chemische* Mittel auch ausführen können. Das Resultat werden die beiden Spaltungsstücke: Chinolinderivat und Chinuklidinabkömmling sein, die dann durch den Körper unschädlich gemacht werden. Ob das

¹⁾ *Leber*, Z. Aug. HK. 30. I. 57; *Morgenroth*, Berl. Kl. Wochenschrift, 1913.

²⁾ *H. d. Phys. Path.* XV, 5, 961.

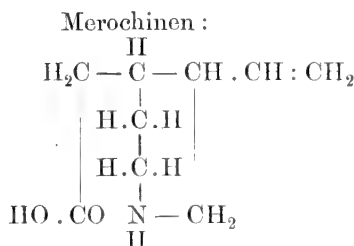
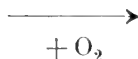
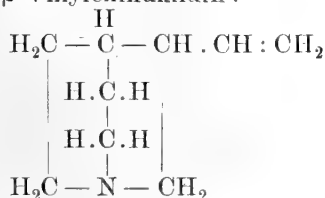
Chinuklidin als solches entsteht oder bereits Piperidinabkömmlinge, entzieht sich unserer Kenntnis. Von den beiden Spaltungsstücken haben nun die Chinolinderivate stark antipyretische Eigenschaften, und es ist nicht von der Hand zu weisen, daß der *Chinolinrest* des Chinins für die fieberherabmildernde Wirkung des Alkaloids stark in Frage kommt, gehört doch das Tetrahydroparachinanisol, das Thallin:



zu den kräftigsten bekannten Antipyretica, dem allerdings amöbocide Wirkungen fehlen.

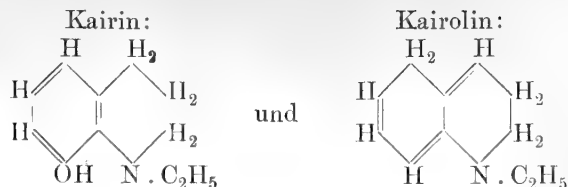
Für die pharmakologischen Wirkungen der „anderen Hälfte“ des Chininmoleküls, des β -Vinylchinuklidins, fehlen bisher genauere Beobachtungen. Sein erstes Abbauprodukt, das Merochinen:

β -Vinylchinuklidin:



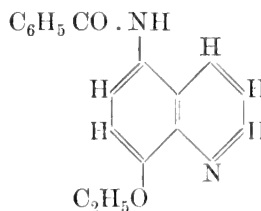
ist merkwürdigerweise, obwohl es ein Piperidin-derivat darstellt und zudem die protoplasmaschädigende Vinylgruppe enthält, physiologisch unwirksam, insbesondere besitzt es keine zerstörende Kraft gegen Protozoen. Nichtsdestoweniger kommt für die Malariawirkung des Chinins diese „zweite Hälfte“ in erster Linie in Betracht, und es läßt sich, wenn man die wahrscheinliche chemische Einwirkung des Organismus auf dieses zweite Spaltungsstück berücksichtigt, sehr wohl eine Erklärung für die Lokalisation der amöbociden Eigenschaften in Abkömmlinge des Chinuklidins resp. des Merochins finden, deren Wiedergabe hier zu weit führen würde.

Da die Unwirksamkeit der *direkten* Chinuklidinderivate experimentell erwiesen war, so ist die chemisch-synthetische Forschung zur Darstellung von Chininersatzmitteln bisher stets vom Chinolin ausgegangen, einmal wegen der relativen Billigkeit dieses Ausgangsmaterials, dann aber, weil, wie gesagt, das Experiment die typische Chininwirkung immer wieder dem Chinolinkern zuzuweisen scheint. Eines der ersten derartigen Mittel war das oben angeführte Thallin, das aber wegen seines zerstörenden Einflusses auf die roten Blutkörperchen bald zur Seite gelegt wurde. Aus dem gleichen Grunde sind:

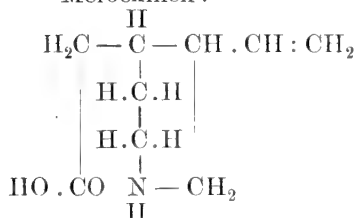


verlassen worden. Diese Körper sind alle starke Antipyretica, teilweise auch gute Antineuralgica, besitzen aber die typische Wirkung des Chinins auf den Malariaerreger nicht. Zu Körpern, denen neben der antipyretischen auch die amöbocide Wirkung eigen zu sein scheint, ist man erst in der allerjüngsten Zeit gelangt¹⁾.

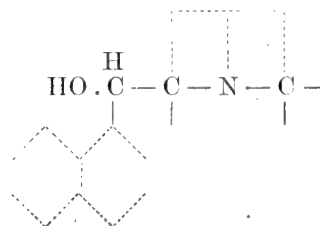
Nachdem auch die Einführung des relativ unschädlichen antipyretischen und antineuralgischen Analgens:



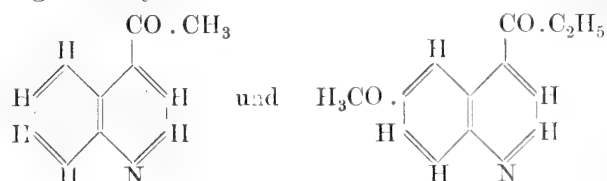
Merochinen:



in die ärztliche Praxis in der Hauptsache an seiner Unlöslichkeit gescheitert war, ist man auf Grund der *neuen* Annahme, daß der Gruppierung:



im Chininmolekül *bezüglich seiner Wirkung* die Hauptaufgabe zufalle, dazu gelangt, Derivate der sog. Chinolyketone:



darzustellen und hat gefunden, daß deren aminartigen Derivaten, zu denen man auf folgendem Wege gelangt:

¹⁾ P. Rabe, B. d. d. chem. Ges. 46, 1026 u. 1032 (1913). — Ad. Kaufmann, B. d. d. chem. Ges. 45, 3090 (1912); 46, 57 u. 2929 (1913).

Nr.	Versuchspersonen	Körpergewicht kg	Stündliche CO ₂ -Abgabe: g		Arbeitsleistung pro Stunde kg-m
			während der Ruhe	in der Arbeit	
1	Handnäherin	44	22,8	25,8	900
2	Schreiber . .	64	32,3	37,7	1620
3	Schneider . .	49	26,1	31,9	1740
4	Lithograph .	64	32,3	38,9	1980
5	Maschinen-näherin . .	44	22,8	31,2	2520
6	Zeichner . .	64	32,3	45,7	4020
7	Mechaniker .	43	31,4	45,1	4110
8	Damenschuhmacher . .	62	31,5	46,4	4470
9	Herrenschuhmacher .	47	29,7	56,4	8010

Bei der Berechnung der Arbeitsmenge nimmt *Wolpert* an, daß 1 g CO₂ einem Arbeitswert von 300 kg-m entspricht, was einen Wirkungsgrad von etwa $\frac{1}{4}$ darstellt, und findet aus der Differenz zwischen der CO₂-Abgabe bei Ruhe und Arbeit die Arbeitsmenge.

Die Arbeitsmengen würden also bei diesen Versuchen 900—8000 kg-m pro Stunde sein. Wenn man aber das Körpergewicht der Versuchspersonen berücksichtigt und unter der Annahme, daß 1 g CO₂ = 3,0 Kal., die stündlichen Ruhewerte der Versuchspersonen pro Körperkilogramm berechnet, findet man, daß diese zwischen 1,51 und 2,19 variieren. Der Stoffwechsel ist aber bei vorsätzlicher Muskelruhe nüchtern nur etwa 1 Kal. pro Stunde und Kilogramm, und beim in gewöhnlichem Sinne ruhenden Menschen kaum höher als etwa 1,43 Kal. Da man nun ferner voraussetzen darf, daß ein Mensch, der sich im „ruhigen“ Zustande nicht ganz ruhig verhalten hat, bei der Arbeitsleistung nicht mehr Extrabewegungen ausführt, als wenn er vorher eine wirkliche Ruhe beobachtet hat, sind wir wohl zu der Annahme berechtigt, daß die zugrunde der Arbeitsleistung in den Versuchen von *Wolpert* benutzte Differenz der Kohlensäureabgabe während der Arbeit und bei der Ruhe zu klein gewesen ist, und daß sich also auch die daraus berechnete Arbeitsmenge geringer als die tatsächlich geleistete dargestellt hat.

Nehmen wir, um einen extremen Wert zu bekommen, an, daß der Ruhestoffwechsel bei den Versuchspersonen *Wolpert*s 1 Kal. pro Kilogramm und Stunde betragen hätte, so erhalten wir folgende Werte:

kg-m pro Stunde	kg-m pro Stunde
Handnäherin . . 3330	Zeichner 7320
Schreiber 4920	Mechaniker 9240
Schneider 4680	Damenschuhmacher 7710
Lithograph . . . 5280	Herrenschuhmacher 12210
Maschinennäherin 4950	

Diese Zahlen sind etwas zu groß, da wir hier von einem sehr niedrigen Wert für den Ruhestoffwechsel ausgegangen sind. Doch ist zu bemerken, daß der Ruhestoffwechsel bei *Benedict* und *Carpenter* 1,05 Kal. betrug.

Wenn wir nun annehmen, daß die Arbeitsleistung 8 Stunden lang gedauert hat und daß der Energiewechsel pro Stunde dem stündlichen Mittelwerte der betreffenden Arbeitsversuche entspricht, sowie, daß der Stoffwechsel während der übrigen 16 Stunden durchschnittlich gleich demjenigen in den entsprechenden Ruheversuchen ist, erhalten wir für die Versuche von *Benedict* und *Carpenter* samt von *Wolpert* folgende Kalorienmenge pro die:

Maschinenschreibern . .	1545—2724
Handnäherin	1713
Schreiber	2455
Schneider	2019
Lithograph	2484
Maschinennäherin . . .	1843
Zeichner	2647
Mechaniker	2589
Damenschuhmacher . . .	2626
Herrenschuhmacher . . .	2780

Die höchsten Zahlenwerte für den täglichen Energiewechsel betragen nur etwa 2800 Kal., während die Mittelwerte der in der ersten Tabelle aufgenommenen Kostmasse mit alleiniger Ausnahme der drei ersten Gruppen entschieden größer sind. Selbst wenn wir dieselben durch Abzug von 10 % auf den Nettowert reduzieren, haben nur die vier ersten Gruppen eine so geringe Energiezufuhr, wie die in vorstehender Tabelle aufgenommene maximale. Auch beziehen sich ja die bisher besprochenen Versuche auf Gewerbe, wo die Arbeit als verhältnismäßig leicht bezeichnet werden muß.

Es schien daher von einem gewissen Interesse zu sein, neue Versuche in dieser Richtung, und zwar unter besonderer Berücksichtigung der anstrengenderen Gewerbe, vorzunehmen. Auch bot sich die Möglichkeit dazu dadurch, daß die im physiologischen Institut zu Helsingfors eingerichtete Respirationskammer, deren Bodenfläche nicht weniger als 22 Quadratmeter beträgt, die Ausführung selbst solcher Arbeit gestattete, die ziemlich viel Raum beansprucht.

Die im folgenden zu besprechenden Versuche sind von *J. V. Hämäläinen* und mir angestellt und vor kurzem im Skandinavischen Archiv für Physiologie Bd. 31, S. 98, veröffentlicht worden.

Auf die nähere Versuchsmethodik will ich nicht eingehen, nur bemerken, daß auch hier nur die Kohlensäureabgabe bestimmt werden konnte. Aus der Kohlensäureabgabe haben wir die Kohlenstoffabgabe in Gramm berechnet.

Jeder Versuch dauerte 2 Stunden lang. An jeder Versuchsperson wurden teils ein Ruheversuch, bei welchem das Versuchsindividuum im Bette lag und die vorsätzliche Muskelruhe mög-

lichst zu beobachten hatte, teils mindestens drei Arbeitsversuche ausgeführt. Die Arbeitszeit hat also bei jeder Versuchsperson wenigstens 6 Stunden, in drei Perioden verteilt, betragen. Die von uns untersuchten Gewerbe waren folgende: Schuhmacher, Schneider, Buchbinder, Metallarbeiter, Maler, Schreiner, Steinhauer und Holzsäger, Hand- und Maschinennäherin, Waschfrau, Aufwartefrau und Buchbinderin. In jedem Gewerbe wurden Versuche an zwei Individuen gemacht.

Überhaupt haben wir nur berufsmäßige Arbeiter zu unseren Versuchen benutzt. Nur die Waschfrau bildet hiervon eine Ausnahme.

Die Arbeit ist in allen Versuchen so streng berufsmäßig wie möglich gewesen.

In der folgenden Tabelle sind die an unseren Versuchspersonen gewonnenen Mittelzahlen für die Kohlenstoffabgabe während der Ruhe und Arbeit sowie das Körpergewicht und Lebensalter zusammengestellt worden.

Nr.	Gewerbe	Alter	Körpergewicht kg	Stündliche Kohlenstoffabgabe Mittel g	
				während der Ruhe	in der Arbeit

I. Männliche Arbeiter.

1	Schuhmacher . . . a	56	66	6,68	15,63
2	„ . . . b	30	65	7,92	15,56
3	Schneider . . . a	39	64	6,50	11,27
4	„ . . . b	46	73	9,27	12,31
5	Buchbinder . . . a	19	68	7,93	14,89
6	„ . . . b	23	65	7,71	14,79
7	Metallarbeiter . a	34	63	7,36	19,66
8	„ . . . b	27	59	9,01	19,90
9	Maler a	25	70	9,43	21,01
10	„ b	27	67	10,12	20,95
11	Schreiner . . . a	42	70	7,37	18,51
12	„ . . . b	24	64	7,72	22,16
13	Steinhauer . . . a	27	71	8,17	37,07
14	„ . . . b	22	64	7,69	33,28
15	Holzsäger . . . a	42	76	7,82	45,50
16	„ . . . b	43	65	7,66	40,96

II. Weibliche Arbeiter.

17	Handnäherin . . a	52	63	6,80	7,50
18	„ . . . b	35	65	5,84	8,00
19	Maschinennäherin a	52	63	6,80	9,35
20	„ . . . b	19	50	5,84	10,78
21	Waschfrau . . . a	43	57	6,83	25,91
22	„ . . . b	19	50	5,84	16,91
23	Aufwartefrau . . a	43	57	6,83	23,70
24	„ . . . b	19	50	5,84	13,01
25	Buchbinderin . . a	21	48	6,33	8,88
26	„ . . . b	22	51	5,50	11,50

Es ist nicht möglich, aus der Bestimmung der Kohlenstoffabgabe allein die Größe der Verbrennung mit vollständiger Exaktheit zu berechnen, da ja der kalorische Wert von 1 g C, je

nachdem dieser Kohlenstoff Fett oder Kohlenhydraten entstammt, 12,3 bzw. 9,5 Kal. beträgt. Man kann aber hier einen mittleren Wert, z. B. den von *Rubner* angewendeten, 11 Kal. für 1 g C benutzen. Der hierbei entstehende Fehler dürfte dann höchstens etwa 14 % betragen, wenn nämlich infolge eines unglücklichen Zufalls nur Kohlenhydrate verbrannt werden würden. Dies ist aber äußerst unwahrscheinlich, wodurch der Fehler wesentlich reduziert wird und kaum auf mehr als ± 5 % geschätzt werden kann.

Nach diesen Zahlen berechnet, variiert der Ruhewert pro Stunde und Körperkilogramm in unseren Versuchen bei Männern zwischen 1,11 und 1,68 Kal., bei Frauen zwischen 1,00 und 1,45 Kal. Da es nun nicht sehr wahrscheinlich ist, daß der wirkliche Ruhewert, d. h. die Größe der Verbrennung bei möglichst aufgehobenen Muskelbewegungen und -spannungen, bei einzelnen Individuen so starke Variationen darbietet, müssen diese davon bedingt gewesen sein, daß sich die einzelnen Versuchsindividuen in verschiedenem Grade bewegt haben. Es würde daher, besonders bei Versuchen, wo die Arbeit nicht sehr groß ist, ein nicht zu vernachlässigender Fehler eintreten, wenn diese Ruhewerte ohne weiteres zur Berechnung der durch die Arbeit bewirkten Zunahme der Verbrennung benutzt würden. Welche Zahl ist aber hier am zweckmäßigsten? Wie oben schon gesagt, ist der Minimalverbrauch bei einem erwachsenen nüchternen Menschen rund 1 Kal. pro Stunde und Körperkilo und bei einem nicht arbeitenden, im gewöhnlichen Sinne ruhenden Menschen bei normaler Kost im Durchschnitt für 24 Stunden 1,43 Kal. pro Stunde und Körperkilogramm. Bei unseren Ruheversuchen war die Verbrennung bei den Männern durchschnittlich 1,32 Kal. und bei Frauen 1,24 Kalorien pro Stunde und Kilogramm. Aus besonderen Gründen, die hier nicht näher diskutiert werden können, haben wir 1,25 Kal. pro Stunde und Kilogramm als Ruhewert angenommen.

Bei der Berechnung der Arbeitsleistung in Kilogramm-Metern haben wir als Reduktionsfaktor die Zahl von *Benedict* und *Milner*, d. h. einen Wirkungsgrad von 20 %, angenommen. Dabei findet man:

Nr.	Gewerbe	Arbeitsgröße kg-m	
		pro Stunde	pro 8 Stunden

I. Männliche Arbeiter.

1	Schuhmacher . . . a	7 565	60 520
2	„ . . . b	7 650	61 200
3	Schneider a	3 740	29 020
4	„ b	3 740	29 920
5	Buchbinder a	6 715	53 720
6	„ b	6 970	55 760
7	Metallarbeiter . . . a	11 645	93 160
8	„ . . . b	12 325	98 600

Nr.	Gewerbe	Arbeitsgröße kg-m	
		pro Stunde	pro 8 Stunden
9	Maler a	12 155	97 240
10	" b	12 410	99 280
11	Schreiner a	9 860	78 880
12	" b	13 940	111 520
13	Steinhauer a	27 115	216 920
14	" b	24 310	194 480
15	Holzsäger a	34 510	276 080
16	" b	31 450	251 600

II. Weibliche Arbeiter.

17	Handnäherin a	340	—
18	" b	595	—
19	Maschinennäherin a	2 040	16 320
20	" b	4 845	38 760
21	Waschfrau a	18 190	145 520
22	" b	10 540	84 320
23	Aufwartefrau a	13 345	106 760
24	" b	6 885	55 080
25	Buchbinderin a	3 230	25 840
26	" b	5 355	42 840

Die Nr. 17 und 18 sind bei der Berechnung der Arbeitsgröße von 8 Stunden ausgeschlossen, weil die für die Arbeit übrige Kalorienmenge nicht weniger als 400 % differierte, je nachdem man die durch die Ruheversuche direkt gefundene Zahl oder 1 Kal. pro Stunde und Körperkilo als Ruhewert anwendete.

Bei den einzelnen Arbeitskategorien konnte man wohl nach diesen Versuchen die Arbeitsleistung für den 8stündigen Arbeitstag folgendermaßen anteilten:

I. Männliche Individuen:

leichte oder mäßige Arbeit . bis 60 000 kg-m
strenge Arbeit bis 160 000 „
angestrenzte Arbeit . . . bis 280 000 „
und höher.

II. Weibliche Individuen:

leichte oder mäßige Arbeit . bis 40 000 kg-m
strenge Arbeit bis 100 000 „
angestrenzte Arbeit . . . bis 145 000 „
und höher.

Die Arbeitsleistung eines männlichen Mittelarbeiters — Metallarbeiter, Schreiner, Maler — kann also etwa auf 100 000 kg-m geschätzt werden.

Es bietet ein großes Interesse dar, auch Zahlen für den gesamten täglichen Energiewechsel bei Arbeitern in verschiedenen Gewerben zu berechnen. Wenn ich dies jetzt mache, bemerke ich ausdrücklich, daß unsere Untersuchungen nur als eine Art Voruntersuchungen zu betrachten sind, und daß befriedigendere Aufschlüsse nur durch größere Versuchsreihen aus verschiedenen Ländern erhalten werden können.

Wir nehmen an, daß der Arbeitstag 8 Stunden lang und die Dauer des Schlafes 7 Stunden ist, sowie daß im Schlaf der Energiewechsel 1 Kal. pro Kilogramm und Stunde beträgt. Für die übrigen 9 Stunden berechnen wir einen Umsatz von 1,43 Kal. pro Stunde und Kilogramm (vgl. oben!). Im Durchschnitt für die 16 arbeitsfreien Stunden würde der Energiewechsel also pro Stunde und Körperkilo

$$\frac{7 \times 1 + 9 \times 1,43}{16} = 1,25 \text{ Kalorien}$$

betragen.

Ferner nehmen wir als Durchschnittswert für das Körpergewicht eines erwachsenen Mannes 70 kg und einer Frau $\frac{4}{5}$ davon, d. h. 56 kg, an und berechnen daraus die Größe des Energiewechsels während der 16 Ruhestunden. Dazu legen wir den aus der direkt bestimmten Kohlensäureabgabe berechneten Energiewechsel während der 8 Arbeitsstunden, um solcherart den gesamten Energiewechsel pro 24 Stunden zu bekommen. Wir machen dabei keine Reduktion für das Körpergewicht, indem wir uns vorstellen, daß die direkt gewonnenen Zahlen die betreffende Arbeitsleistung am besten charakterisieren, und da wir uns nicht gut vorstellen können, daß z. B. ein Schneider eine geringere Arbeit leistet, wenn er 3 kg leichter ist.

Wir bekommen dann im Durchschnitt und in runden Zahlen für die von uns untersuchten Gewerbe folgende Werte für den täglichen Energiewechsel.

I. Männliche Arbeiter.

Schneider	2400—2500 Kal.
Buchbinder	2700 „
Schuhmacher	2800 „
Metallarbeiter	3100—3200 „
Maler	3200—3300 „
Schreiner	3200—3300 „
Steinhauer	4300—4700 „
Holzsäger	5000—5400 „

II. Weibliche Arbeiter.

Handnäherin	1800 Kal.
Maschinennäherin	1900—2100 „
Buchbinderin	1900—2100 „
Aufwartefrau	2300—2900 „
Waschfrau	2600—3400 „

Wie aus der Berechnungsweise dieser Zahlen hervorgeht, sind dieselben als Nettozahlen zu betrachten. Um einen Vergleich mit den Ermittlungen über die bei freigewählter Kost genossene Nahrung, deren Bruttowerte in einer Tabelle im Anfang dieses Aufsatzes angegeben sind, zu erhalten, ist die Energiemenge des Kotes — rund 10 % des Bruttowertes — zu diesen Zahlen hinzuzufügen, d. h. diese Zahlen sind mit etwa 10 % zu erhöhen.

Sind nun Metallarbeiter, Maler und Schreiner als „mittlere Arbeiter“ zu betrachten, würde der tägliche Nahrungsbedarf für einen solchen nach

unseren Versuchen und Berechnungen 3400 bis 3600 Kalorien brutto betragen.

Voits Kostmaß für einen mittleren männlichen Arbeiter enthält brutto 3055 Kalorien. In Übereinstimmung mit mehreren anderen Erfahrungen geht aus unserer Untersuchung hervor, daß derselbe für einen solchen etwas zu gering sein möchte.

Wie wurde die Heilkraft der Mineralgifte entdeckt?

Ein Beitrag zur Frage der Auffindung von Arzneimitteln.

Von Dr. Hans Schmidt, Oberlöbnitz b. Dresden.

Wie das Arsen, nachdem es lange als Heilmittel in den Hintergrund getreten war, neuerdings im Salvarsan wieder zu großem Ansehen gekommen ist, so scheint die neue chemotherapeutische Richtung auch auf die anderen Heilgifte der alten *Iatrochemiker* zurückgreifen zu wollen. Die von dem gewaltigen *Paracelsus* begründete iatrochemische Richtung war es ja, welche die stärksten Gifte aus dem Mineralreich wie Quecksilber, Arsen, Antimon, Blei, Kupfer durch gehörige chemische Bereitung als Arzneimittel verwenden lehrte. Während eigentlich nur das Quecksilber seither nie wieder aus dem Arzneischatz entschwand, werden die anderen Gifte, nachdem sie im 19. Jahrhundert in den Hintergrund gedrängt waren, jetzt wieder neu entdeckt, so das Kupfer und das Antimon¹⁾. Gerade wie das Arsen im Salvarsan soll auch das Antimon in ähnlicher Form nach den neuesten Forschungen bei Lues und Trypanosomenkrankungen einen günstigen therapeutischen Effekt ausüben. Das Antimon, dem schon vor *Paracelsus* der Alchemist *Basilus Valentinus*²⁾ seinen berühmten „Triumphwagen Antimonij“ widmete und es u. a. besonders als Mittel gegen die „Franzosenkrankheit“ empfiehlt.

Sonderbar erscheint nun die Tatsache, daß man heute mit allen Hilfsmitteln der systematischen Forschung eigentlich nur die Heilgifte wieder entdeckt, welche die *Iatrochemiker* mit ihren — was chemische Bereitung und Dosierung anbelangt — recht primitiven Hilfsmitteln auch schon gefunden hatten aus Deduktionen heraus, die uns heute völlig dunkel sind.

¹⁾ Wie es kürzlich wegen der Gefährlichkeit des Salvarsans zu einer Interpellation im Reichstag kam, so wurde auch das Antimon im 16. Jahrhundert bekämpft, damals mit dem Erfolg, daß 1566 vom Pariser Parlament seine Anwendung verboten wurde. Das Verbot mußte später wieder aufgehoben werden.

²⁾ *Bas. Val.* lebte im 15. Jahrhundert in Erfurt. Seine um 1600 zuerst gedruckten weit verbreiteten Schriften wurden noch von *Goethe* studiert. Haupt-sächlich weil man heute keine Manuskripte mehr von ihm hat, ist es zur *fable convenue* geworden, seine historische Person anzuzweifeln; ob mit Recht, ist sehr fraglich.

Woher hatten die *Iatrochemiker* ihre Kenntnis von der Heilkraft der Mineralgifte? Spärliche Berichte aus dem griechisch-römischen Altertum, die wir heute kennen, können sie nicht veranlaßt haben, ihre gefährlichen Heilexperimente anzustellen. Woher wußte z. B. ein *Basilus Valentinus* von der Beziehung einer aus dem ungarischen Spießglanzerz herauspräparierbaren Antimonialtinktur zu manchen Krankheiten, die er dann mit ihr kurierte? Daß nur nach sorgfältiger, chemisches Wissen voraussetzender Bereitung ein Heilpräparat daraus zu gewinnen war, betont er immer wieder. Also kann man doch nicht die „Überlieferung im Volksmunde“ einwenden, was ja zudem das Problem nur zeitlich zurückverlegen würde. Was aber konnte einen Alchemisten veranlassen, gerade das ungarische Spießglanzerz zu nehmen und soviel Intelligenz daran zu wenden, ganz neue Methoden zu erfinden, um die wunderkräftigen Tinkturen und Öle daraus zu bereiten? Ist das ein Tasten? Ist das nicht vielmehr ein Arbeiten auf ein bewußtes Ziel hin? Was aber ließ ihn das Ziel schauen?

Und das Antimon ist heilkräftig, das lehrt nicht nur sein alter Ruhm, sondern das zeigen auch die neuesten Forschungen wieder. Heute weiß man, daß Antimon dem Arsen nahe verwandt ist, was in der Nachbarschaft im periodischen System der Elemente seinen Ausdruck findet. Heute kann man somit, z. B. von der bekannten Wirkung des Arsens ausgehend, darauf kommen, das Antimon zu prüfen. Wie aber konnten die *Iatrochemiker* darauf kommen, die Wirkung dieser Stoffe zu verkünden, die sie zunächst als zwei Erze kannten? Von der Ähnlichkeit der in ihnen steckenden Elemente konnten sie ja zunächst nichts wissen.

Hier ist ein Fall, wo ganz gewiß die Erklärung verstummen wird, die in manchen einschlägigen Kompendien zu finden ist, daß die Jahrtausende währende Empirie der Naturvölker schließlich zu einer Auswahl der brauchbaren Arzneimittel geführt habe. Damit ist unsere Stellung zur Natur, unsere induktive Methode, systematisch-empirisch an die Naturerscheinungen heranzugehen, in frühere Zeiten zurückprojiziert, ein Fehler, der dadurch nicht kleiner wird, daß er heute so weit verbreitet ist. In Wirklichkeit ist unsere eben angedeutete Denkart kaum mehr als 100 Jahre alt. Naturvölker aber gehen nicht mit Experimenten an die Natur heran. Damit hat eben erst die neuere Zeit angefangen, und selbst sie hat noch nicht auf der ganzen Erde die ursprüngliche religiöse Scheu vor allen Naturgewalten, insbesondere vor chemischen und organischen Prozessen ausgerottet.

Noch rätselhafter wird die Frage nach der Auffindung der Arzneimittel durch die Tatsache, daß bestimmte Heilmittel aus dem Pflanzenreich den Völkern aller Himmelsstriche *übereinstimmend* bekannt sind, eine Erscheinung, die

kürzlich wieder *Heffter*¹⁾ als Problem fixiert hat; er reiht sie unter die „Völkergedanken“ ein, eine von *Bastian* geprägte Bezeichnung für die Übereinstimmung der ersten kulturellen Hilfsmittel bei allen primitiven Völkern.

Hierin zeigt sich eine Sicherheit im Auffinden des richtigen Mittels, eine Sicherheit, wie wir sie nicht beim empirischen Tasten, sondern bei instinktiven Fähigkeiten finden. Es läßt sich sehr wohl bei den Naturvölkern an ein *instinktives* Erfassen des Zusammenhangs zwischen Heilmittel und Krankheit denken, ein Zusammenhang, der doch zweifellos besteht und auch in der spezifischen Wirkung vieler alter und neuer Heilpräparate seinen Ausdruck findet. Daß sogar Tiere die stimulierende und auch die heilende Wirkung mancher Pflanzen instinktiv benutzen, ist bekannt. Wie viel wir mit jedem Schritt von der dem Tiere näher stehenden Stufe der Entwicklung zum Kulturmenschen an Fähigkeiten des Instinkts verloren haben, können wir sehen, wenn wir uns mit heute noch im primitiven Zustand befindlichen Völkern vergleichen. Könnte nicht das Auffinden der Arzneimittel auch eine Art „Instinkt“ sein, den wir verloren haben? Den einzelne, mit religiösem Nimbus umgebene Personen, die Medizinmänner in besonders hohem Maße besaßen und vielleicht noch besitzen?

Ist man von dieser Vorstellung befriedigt, so wird das Auffinden der Heilwirkung mineralischer Gifte, die erst nach eigens von den Iatrochemikern erfundener chemischer Bereitung zutage tritt, um nichts weniger rätselhaft. Hier ist es doch nicht der primitive „Volksinstinkt“, hier ist es die bewußte Tat einzelner, außerordentlicher Intelligenzen. Man müßte denn annehmen, daß die berühmten iatrochemischen Ärzte noch einen atavistischen Rest jenes Instinkts besaßen, welcher z. B. die Naturvölker die Chinarinde als Mittel gegen die Malaria finden ließ. Eine Stelle, die sich in dem erwähnten „Triumphwagen Antimonij“ des *Basilius Valentinus* findet²⁾, scheint auf ein solches Verhältnis hinzudeuten: „Denn meine Theoria gehet aus der Natur, vnd meine Practica darauff aus der gewissen erfahrung . . .“ Er weiß sich also eins mit der Natur³⁾.

Heute haben wir an Stelle jener vielleicht ganz verloren gegangenen Gabe die Fähigkeit, denkend und experimentierend die Heilmittel zu finden. Als glänzendes Beispiel haben wir hier den systematischen Forschungsgang vor Augen, der *Ehrlich* zum Salvarsan führte⁴⁾.

¹⁾ In einer Rede zur Stiftungsfeier der Kaiser-Wilhelms-Akademie 1913.

²⁾ Ausgabe von *Thölden*, Leipzig 1604, pag. 97.

³⁾ D. h. nach der mittelalterlichen Ausdrucksweise mit ihren schaffenden Kräften, mit der „Heimlichkeit der Natur“.

⁴⁾ Und doch bekennt *Ehrlich*, zu einer wichtigen Etappe der Forschung, die zur molekularen Gruppierung des Salvarsans führte, „gewissermaßen instinktiv“ gedrängt worden zu sein, worauf ich schon in meiner Monographie „Die aromatischen Arsenverbindungen“ (Berlin 1912) pag. 77 hinweisen konnte. Sollten vielleicht doch Reste jener alten Gabe auch heute noch den langen Weg des systematischen Probiens verkürzen helfen?

Heute wertet man solch planvolles experimentelles Vorgehen höher als ein intuitives Erfassen in der Wissenschaft, Selbsterrungenes höher als Gegebenes. Doch dürfen wir nicht vergessen, daß die Chemotherapie eigentlich ein Ausbau dessen ist, was die Iatrochemiker an fundamentalen Tatsachen fanden. Wir können nur hoffen, daß wir denkend jenen Zusammenhang zwischen der Krankheit und dem heilenden Mineralgift einmal erkennen lernen, den die Iatrochemiker wohl gefühlt haben, und daß wir dann mit Sicherheit sehen können, was wir jetzt durch Tasten und Irren hindurch mühsam finden müssen.

Besprechungen.

Lorch, W., Die Torf- und Lebermoose. 296 Figuren, VIII, 184 S. **Brause, G., Die Farnpflanzen.** 73 Figuren, 108 S. 6. Band der Kryptogamenflora für Anfänger, herausgegeben von *G. Lindau*. Berlin, Julius Springer, 1914. Preis geh. M. 8,40, geb. M. 9,20.

Die beiden in diesem Bande vereinigten Floren sind in jeder Hinsicht höchst ungleichartig. Der Autor der „Torf- und Lebermoose“ hat in einem gründlich gehaltenen allgemeinen Teil die Entwicklungsgeschichte der von ihm behandelten Organismen dargestellt, die Verwandtschaft der einzelnen Gruppen nach verschiedenen Merkmalen diskutiert und durch Beachtung morphologischer und biologischer Gesichtspunkte den einführenden Teil recht lesenswert gestaltet. Auch im speziellen Teil finden sich hier und da biologische Bemerkungen eingestreut, wodurch allerdings die Diagnosen etwas an Übersichtlichkeit verlieren, dagegen aber, besonders für den Anfänger, instruktiver und anregender werden. Die an den Schluß des ersten Teiles gestellte „Systematische Übersicht“ war geboten, weil der Autor seine Bestimmungstabelle nicht nach systematischen, sondern nach rein praktischen Prinzipien abgefaßt hat.

Die allgemeine Übersicht, welche *Brause* den „Farnpflanzen“ vorausschickt, ist ziemlich dürftig. Der Autor hat offenbar auf diesen Teil seines Buches selbst wenig Wert gelegt. Die Bestimmungstabellen des speziellen Teiles sind systematisch angeordnet und sehr brauchbar. Ob der Autor dem Anfänger wirklich einen Gefallen erweist, wenn er „alle wichtigen Varietäten, Monstrositäten und Bastarde der Farne“ behandelt, möchte ich dahingestellt sein lassen; denn erstens verlieren die Tabellen dadurch natürlich etwas an Übersichtlichkeit, zweitens wird der Anfänger besonders leicht versucht sein, teratologische Formen, wie sie bei Farnen nicht selten vorkommen, mit den beschriebenen „Monstrositäten“ zu identifizieren, und drittens ist gerade die Farnbastardfrage heute noch so wenig geklärt, daß die Aufstellung rein „morphologischer Bastarde“ mit großer Zurückhaltung geschehen muß. Aus praktischen Gründen wäre es dem Referenten zweckmäßiger erschienen, wenn die Varietäten und Monstrositäten nicht vor, sondern jeweils *nach* den Arten genannt worden wären.

Alfred Heilbronn, Münster.

Hayata, B., Icones Plantarum Formosanarum nec non et Contributiones ad Floram Formosanam. Published by the Bureau of Productive Industries, Government of Formosa Taihoku. Vol. III (Dec. 1913). 222 S., 35 Tafeln.

Dieser neue Band der *Icones Plantarum Formosanarum* bezeugt den schnellen Fortschritt, den die botanische Erschließung Formosas macht, seit die Japaner dort herrschen. Es sind wieder 22 Gattungen, die zum ersten Male für die Insel nachgewiesen werden. Verfasser schätzt die Artenzahl der Blütenpflanzen Formosas jetzt auf 2918.

L. Diels, Dahlem.

Mildbraed, J., Botanik. Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen Zentral-Afrika-Expedition 1907 bis 1908 unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg. Band II. Leipzig, Klinkhardt & Biermann, 1910—1914. 718 S. und 78 Tafeln.

Die Zentral-Afrika-Expedition *Adolf Friedrichs*, Herzogs zu Mecklenburg, ist die erste Durchquerung Afrikas, auf der auch botanisch ausführlich und zielbewußt beobachtet und gesammelt wurde. In Ruanda, bei den Kirunga-Vulkanen und im Stromgebiet des Ituri und Aruwimi bot sich ihrem Botaniker, Dr. J. *Mildbraed* ein noch kaum berührtes Arbeitsfeld, und er hat reichen Ertrag davon heimgebracht. Die systematische Klassifikation und Bestimmung seines Materials wurde im Kgl. Botanischen Museum zu Berlin ausgeführt; sie förderte eine große Anzahl neuer Arten zutage, die in diesem Bande beschrieben und vielfach auch abgebildet sind; rein quantitativ haben wenige unter den neueren Afrikareisen die Flora des Erdteiles so stark vermehrt, wie diese. Wesentlicher aber noch ist der Charakter des Zuwachses: eine bedeutende Anzahl der neuen Formen ist verwandt mit Spezies, die man bisher nur von der Westküste kannte. Sie erhöhen damit die Bedeutung einer langen Reihe von Arten, die zwar aus Westafrika schon beschrieben waren, die aber nun überraschenderweise im östlichen Kongogebiet, oft ganz nahe an den großen Seen, gefunden worden sind. Es besteht also floristisch kein Vorzug der westlichen Küstengebiete, wenigstens bei weitem nicht in dem Maße, wie man bisher annahm; vielmehr zeigt *Mildbraed* überzeugend, daß diese als „westafrikanisch“ angesehene Flora durch die zentralen Äquatorialgebiete Afrikas sich weit ostwärts erstreckt und in ihren vorgeschobenen Exklaven nahezu die Ostküste erreicht: sie ist also eher als zentralafrikanisch zu betrachten.

Diese Tatsache hängt innig mit der Gestaltung der Vegetation zusammen. Viel ausgedehnter, als man bisher wußte, ist das Reich des ursprünglichen Regenwaldes. *Stanley* hatte davon zwar bereits berichtet, aber die zünftige Pflanzengeographie war seinen Angaben mit einer gewissen Nichtachtung begegnet; sie fuhr fort, den Regenwald Afrikas relativ gering einzuschätzen, und zwar sowohl der vegetativen Entfaltung nach, wie nach seinem Artenreichtum. Gegen diese Lehre wendet sich *Mildbraed* mit aller Entschiedenheit. In der Tat lassen seine sorgfältigen Beobachtungen keinen Zweifel, daß etwa zwischen dem 4.° n. und 4.° s. Br. in Afrika ein mächtiger, von den Flußläufen unabhängiger, also rein klimatisch bedingter Regenwald, eine wahre „Hylaea“, geschlossen von der Westküste bis an die großen Seen reicht. Die pflanzengeographische Bearbeitung der Reiseergebnisse (S. 604 bis 691), in denen Verfasser dieses Resultat niederlegt, enthält auch im übrigen sehr beachtenswerte Angaben,

so z. B. über die vertikale Vegetationsgliederung an den Kirunga-Vulkanen und über die starken Unterschiede in der Pflanzendecke dort, die von dem geologischen Alter der einzelnen Kegel bedingt scheinen. Überall hat Verfasser mit guter Kritik das Fazit seiner Forschungen gezogen. Seinem Werk ist ein ehrenvoller Platz in der botanischen Afrika-Literatur gesichert.

L. Diels, Dahlem.

Küster, Ernst, Beiträge zur entwicklungsmechanischen Anatomie der Pflanzen. Heft I. Über Zonenbildung in kolloidalen Medien. Jena, Gustav Fischer, 1913. X., 111 S. mit 53 Abb. Preis M. 4,—.

Einen kleinen Teil des reichen Inhalts dieses Buches hat der Autor schon vor kurzem den Lesern der „*Naturwissenschaften*“ vorgetragen. Deshalb ist hier eine Beschränkung auf einige kritische Bemerkungen möglich. — Sie betreffen ungewöhnlicherweise hauptsächlich den Untertitel.

Zwar beschäftigt sich das erste Drittel des Buchs fast ausschließlich mit einer näheren Erforschung der physikalisch-chemischen Natur der rhythmischen Niederschlagsbildungen, Kristallisationen usw., welche so leicht in Gallerten auftreten. Und es werden viele neue Tatsachen und Erklärungen angeführt, die inzwischen auch von seiten der physikalischen Chemie ihre gebührende Anerkennung gefunden haben. Einige botanische Kritiker glaubten aber aus der Wahl des Titels schließen zu können, der Autor rechne vielleicht auch bei Gebilden wie den Jahresringen der laubabwerfenden Bäume mit der nachträglichen Bänderung in einem präexistierenden Medium. Eine durch die Fülle der Gedanken bedingte allzu gedrängte Darstellung mag diesen Gedanken bestärkt haben. Der für das Autoreferat dieser Zeitschrift gewählte Titel „Über rhythmische Strukturen im Pflanzenreich“ hätte stärker hervortreten lassen, daß ein Vorhandensein einer „inneren Periodizität“ das wesentliche tertium comparationis bei jenen Vorgängen im anorganischen Laboratoriumsversuch und in der Pflanzenentwicklung sei.

Gar zu oft wird im Titel viel mehr versprochen als im Text gehalten wird. Hier ist das umgekehrt. Es ist ein erster Versuch der physikalisch-chemischen Deutung von manchen botanischen Problemen, bei denen man sich bisher — wenn auch wider Willen — vitalistischer Vorstellungen bedienen mußte.

R. Ed. Liesegang, Frankfurt a. M.

Kerner, A., Pflanzenleben. 3. Aufl., neubearbeitet von A. Hansen. II. Bd. Leipzig, Bibliograph. Institut, 1913. XII, 543 S., 250 Textabbildungen und 34 Tafeln. Preis geb. M. 14,—¹⁾.

Der zweite Band der dritten, von *Hansen* bearbeiteten Auflage von *Kerners Pflanzenleben* führt den Untertitel: Die Pflanzengestalt und ihre Wandlungen (Organlehre und Biologie der Fortpflanzung). Er ist weit mehr von der letzten, vom ursprünglichen Verfasser herrührenden Bearbeitung verschieden als der erste Band. Trotzdem noch ein dritter, die Pflanzengeographie und Pflanzengeschichte enthaltender Teil folgen soll, während die zweite Auflage deren nur zwei besaß, ist doch ein Abschnitt ganz fortgefallen. Die reizvolle Kernersche Bearbeitung des Kapitels „Die Pflanze und der Mensch“ war allerdings stark veraltet und stand auch nur in lockerem Zusammenhange mit dem übrigen. Weiter wurde die Blütenbiologie etwas

¹⁾ Vgl. die Besprechung des I. Bandes im 2. Jahrgang. S. 114 der *Naturwissenschaften*.

gekürzt. Dafür ist in der Morphologie der Entwicklungsgeschichte mehr Raum gegeben als früher. Die Bilder sind größtenteils beibehalten worden. Einige farbige Tafeln sind neu.

Ernst G. Pringsheim, Halle.

Gothen, M. L., Geschichte der Gartenkunst. Jena, Eugen Diederichs, 1914. Bd. I, VII, 446 S. u. 311 Tafeln und Illustr. Bd. II, 506 S. u. 326 Tfln. u. Illustr. Preis geh. M. 40,—, geb. M. 48,—.

Das belebte Material, mit welchem der Gartenkünstler arbeitet, ist dasselbe, aus dem der Naturforscher seine Studienobjekte wählt. Bücher über den Garten und die Geschichte der Gartenkunst werden gleichermaßen den Philologen und Biologen, den Kunst-, Natur- und Blumenfreund interessieren; namentlich, wenn die Bücher mit so vortrefflichen Qualitäten ihre Leser zu fesseln verstehen, wie das vorliegende umfangreiche Werk.

Es ist das erste Mal, daß auf breiter Basis eine Geschichte der Gartenkunst aller Völker und Zeiten gegeben wird, welche die Entwicklung der Stile aufzudecken sich bemüht und die Beziehungen zwischen der Gartenkunst und den anderen Äußerungen der Kultur und des Kunstlebens verfolgt. Von den Völkern des Orients führt uns die Verfasserin über Hellas, Rom und Byzanz zu den Gartenkünstlern des späten Mittelalters. Sehr ausführlich werden die Renaissance und das Zeitalter Ludwigs XIV. behandelt. Den Beschluß machen die Kapitel über China und Japan, über den englischen Landschaftsgarten und die neuen gartenkünstlerischen Bestrebungen unserer Zeit. Daß die Ausführlichkeit, mit der über die Gartenkunst dieser verschiedenen Kulturkreise berichtet wird, sehr ungleich ist, erklärt sich ohne weiteres daraus, daß das literarische und monumentale Material, auf dem die Verfasserin fußt, eben in sehr ungleich verteilter Reichlichkeit auf uns gekommen ist.

Der Inhalt des doppelbändigen Werkes ist so reichhaltig, das Illustrationsmaterial so geschickt gewählt, daß der Referent nirgends wesentliche Lücken gefunden hat. In dem der ägyptischen Kunst gewidmeten Abschnitt wäre vielleicht noch die Darstellung einer Gartenrekonstruktion — etwa nach Art der von *Perrot-Chipiez* versuchten — willkommen gewesen. Neben Pompei, dessen Gartenanlagen ausführlich geschildert werden, hätte noch Ostia (Forum der Ceres) erwähnt werden können. Die botanisch interessierten Leser hätten vielleicht einen Hinweis auf den Garten des *Antonius Castor* im alten Rom — oder einige Notizen über das Gesangbuch *Albrechts V.* von Bayern mit den Reminiszenzen an die Gartenliebe seines Besitzers begrüßt. Manch aufschlußreiches Werk, das die Gärten des toskanischen Quattrocento illustriert, findet sich in den Florentiner Galerien; ein Beispiel aus der gleichzeitigen Graphik ist im *Jahrb. d. Kgl. Preuß. Kunstsaml.* Bd. XI dargestellt.

Sehr zu Dank sind alle Freunde der Gartenkunst dem Verleger für die wahrhaft glänzende Ausstattung verpflichtet, die er dem Werk gegeben hat.

E. Küster, Bonn.

Bryant, Harold Child, A Determination of the economic status of the western meadow-lark (*Sturnella neglecta*) in California. In: University of California Publications in Zoology, vol. 11, 1914, pp. 377 to 510, pls. 21—24, 5 text figs.

Die mannigfachen Ansichten, die über den ökonomischen Wert einzelner Vogelarten in früherer Zeit herrschten, mußten naturgemäß schiefe und irrtüm-

liche bleiben, solange sie sich allein auf biologische Beobachtung des Freilebens stützten. Erst als man begann, in exakt wissenschaftlicher Weise den bezüglichen Fragen näherzutreten, als man anfang, die zu beobachtenden Individuen in Gefangenschaft methodisch zu füttern, die Nahrung, die Exkremente zu wägen, den Einfluß der Jahreszeit, des Wetters, der Zeit der Verdauung bei den gewonnenen Ergebnissen in Rechnung zu stellen, mit anderen Worten also, experimentell vorzugehen, erst da gelang es, feste Normen für die Beurteilung des Nutzens und Schadens der Vögel zu finden. Herrn Geh. Regierungsrat *Rörig* von der Kaiserlichen Biologischen Anstalt in Dahlem danken wir in Deutschland den Ausbau dieser Untersuchungsmethoden. Durch seine Arbeiten über die wissenschaftliche Bedeutung der insektenfressenden Vögel (Arb. der Biol. Abt. für Land- und Forstwirtschaft 1903) hat er feste Anhaltspunkte geschaffen.

Frühzeitig hatte man auch in Amerika die Wichtigkeit derartiger Nahrungsuntersuchungen erkannt. Das Studium der Beziehungen der Vögel zur Landwirtschaft wurde seitens des U. St. Bureau of Biological Survey in dem Department of Agriculture energisch in die Hand genommen. Eine große Reihe wichtiger Arbeiten ging aus dem Institut hervor. Nicht weniger denn 450 Arten von Vögeln wurden hinsichtlich ihrer Nahrung untersucht. Als nun in den letzten Jahren dauernd Klagen der Getreidebauer in Kalifornien über die Zerstörung der spießenden Saat durch den Wiesenstärker, *Sturnella neglecta*, einliefen und das Ersuchen an die Regierung gestellt wurde, dem genannten Vogel keinen Schutz mehr angedeihen, ihn vielmehr unter das Jagdgesetz stellen zu lassen, beschloß die California State Fish and Game Commission, in Verbindung mit dem Department of Zoology der Universität, der Prüfung der Klagen näherzutreten. Mit der Ausführung der betreffenden Untersuchungen wurde der Verfasser der vorliegenden Arbeit betraut. Nach mehrjährigen Beobachtungen und Experimenten hat er die ihm gestellte Aufgabe in mustergültiger Weise gelöst. Nach Schilderung des Freilebens von *Sturnella neglecta* berichtet *Bryant* über seine Laboratoriumsarbeiten. Wir finden sorgfältige Darstellungen des Mageninhalts unter eingehendster Berücksichtigung vegetabilischer und animaler Kost, Mitteilungen über die Nahrungsmengen — Nestvögel nehmen täglich Futter, das ihrem Eigengewicht entspricht —, unter Berücksichtigung des Alters der Individuen, des Einflusses von Jahreszeit, Wetter und Geländeformation, kurzum, Erörterungen all' der in Betracht zu ziehenden Momente. Interessante Diagramme, aus denen der überzeugende Nachweis erbracht wird, daß der Prozentsatz der animalen Kost bei *Sturnella* größer ist als der der vegetabilischen, sind der Arbeit beigegeben. Auf den Tafeln finden sich Darstellungen nach photographischen Aufnahmen von ausgewählten und zerdrückten Getreidesamen, vom Mageninhalt mit vegetabilischer und von solchem mit animalischer Nahrung. Am Ende seiner sorgfältigen Untersuchungen kommt *Bryant* zu dem Ergebnis, der kalifornischen Regierung vorzuschlagen, *Sturnella neglecta* in der Reihe der zu schützenden Vögel zu belassen und sie nicht nach den Wünschen der Getreidebauer dem Jagdgesetz zu unterstellen. Sie ist — die Untersuchung des Inhalts von mehr denn 2000 Magen wie die Beobachtungen des Freilebens genannter Art haben es erwiesen — ein den Interessen der Landwirtschaft durchaus nützlicher Vogel.

Herman Schadow, Berlin.

Escherich, K., Die angewandte Entomologie in den Vereinigten Staaten. Eine Einführung in die biologische Bekämpfungsmethode. Zugleich mit Vorschlägen zu einer Reform der Entomologie in Deutschland. Berlin, Paul Parey, 1913. VIII, 196 S. und 61 Abbildungen. Preis M. 6,—.

Eine mehrmonatige Studienreise durch das Gebiet der Vereinigten Staaten gab die Veranlassung zu dem vorliegenden Buche, in dem zum ersten Male die Tätigkeit der amerikanischen Entomologie zusammenfassend dargestellt wird. In der angewandten Entomologie — ausgenommen die Forstentomologie, in der Deutschland die erste Stelle einnimmt — ist Amerika allen anderen Kulturnationen weit voraus, stehen doch in ihrem Dienste gegen 300 wissenschaftlich gebildete Entomologen, und gibt Amerika doch jährlich 6 bis 7 Millionen Mark für die Erforschung der schädlichen Insekten aus. Im ersten Teil des Buches werden die entomologischen Einrichtungen der Vereinigten Staaten beschrieben. Drei getrennte Organisationen müssen wir unterscheiden. Die weitaus wichtigste und größte ist das Bureau of Entomology, das im Dienste der Bundesregierung steht und seinen Hauptsitz in Washington hat, während die eigentlichen Forschungsstätten, die Field Stations, zum größten Teile inmitten der jeweiligen Schädlingsgebiete gelegen sind. Die Personalbesetzung dieser Stationen, die meist nur so lange bestehen bleiben, als das Studium und die Bekämpfung des Schädlings es nötig macht, richtet sich nach der Größe und Schwierigkeit der Aufgabe. Zweitens sind in etwa 50 Staaten Staatsentomologen und landwirtschaftliche Versuchsstationen vorhanden, die die entomologischen Einrichtungen der einzelnen Staaten repräsentieren, die vom Bureau unabhängig sind, aber doch mit ihm oft Hand in Hand arbeiten. Drittens gibt es Lehrstätten für Insektenkunde an den Universitäten und Agricultural Colleges, die allerdings zum Teil mit den Versuchsstationen zusammenfallen. Der zweite Teil des Buches macht uns mit den Bekämpfungsmethoden der Insektenplagen bekannt. Nach einer kurzen historischen Einleitung, in der uns das Prinzip der biologischen Bekämpfung — die Unterstützung des Angriffs der natürlichen Feinde auf den Schädling — auseinandergesetzt wird, wird an einer ganzen Reihe von Einzelbeispielen die Wirksamkeit dieser Methode und der notwendigen Vorbedingungen und meist mühevollen Vorarbeiten erläutert. Ebenso werden Beispiele von fehlgeschlagenen Versuchen angeführt. Am ausführlichsten wird der Kampf gegen den aus Europa eingeschleppten Schwammspinne geschildert, der in Amerika gewaltige Verwüstungen anrichten konnte, weil dort seine Feinde fehlten. Auch die technische Bekämpfung haben die Amerikaner sehr gut ausgebildet, indem sie nicht nur die auch bei uns bekannten Spritzmethoden durch besondere große Spritzmaschinen usw. vervollkommneten, sondern auch mit der Blausäure-Räucherung eine außerordentlich wirksame neue Waffe gegen Insektenschädlinge einführten. Der dritte Teil ist Reformvorschlägen für Deutschland gewidmet, da bei uns bis jetzt die landwirtschaftliche und koloniale Entomologie ungebührlich vernachlässigt ist. Arnold Japha, Halle a. S.

De Beaufort, L. F., Fishes of the eastern part of the Indo-Australian Archipelago with remarks on its zoo-geography. Bijdragen tot de Dierkunde, uitgegeven door het Koninklijk Zoologisch Genootschap Natura Artis Magistra te Amsterdam. Leiden,

E. J. Brill, 1913. 19. Aflevering, p. 93—164. With 1 plate and 8 figures in the text. Preis M. 13,50.

Von November 1909 bis März 1910 machten *De Beaufort* und seine Frau mit Unterstützung der holländischen Regierung eine Reise nach dem indoaustralischen Archipel. Der Anlaß dazu war eine zur Lösung interessanter zoogeographischer Probleme erwünschte vollständigerer Kenntnis der Tierwelt, besonders der Süßwasserfauna verschiedener Inseln dieses Archipels. Buru, Ceram und die westlichen papuanischen Inseln Waigeu, Batanta, Salawatti und Misol waren hinsichtlich ihrer Süßwasserfauna noch nicht erforscht. *De Beaufort* sammelte hauptsächlich auf Ceram und Waigeu. Er beschränkte sich dabei auf einzelne Tiergruppen. Das Material an Reptilien, Amphibien, Hymenopteren, Dipteren, Opilioniden, Gordiiden und Oligochaeten wurde von verschiedenen Spezialisten bearbeitet und findet sich in dem vorliegenden Bande auf Seite 7—92 mitgeteilt. Die Fische hat *De Beaufort* auf Seite 93—164 selbst bearbeitet. Ein kurzer Bericht über die Reise findet sich einleitend auf Seite 1—6. Unterwegs wurden an verschiedenen Plätzen die Fischmärkte besucht und auch andere Gelegenheiten zur Erlangung von Material ausgenutzt. Die Flüsse der fast völlig mit Wald bedeckten Insel Waigeu haben durchweg nur einen kurzen Lauf. Dies machte ihre Erforschung zu einer leichten Aufgabe. Sie haben starkes Gefälle; kurze, aber heftige Regengüsse lassen sie häufig schnell anschwellen. Auf Ceram wurde in mehreren tief in die waldbedeckten Berge eingeschnittenen Flüssen gesammelt. Die Zahl der insgesamt erhaltenen Fische belief sich auf über 1700. Sie gehören etwa 270 verschiedenen Arten an. Darunter fanden sich 9 neue Arten; 7 davon: *Gobius stigmatophorus*, *Gobius scapulopunctatus*, *Schismatogobius bruyani*, *Sicyopus multisquamatus*, *Sicyopterus brevis*, *Sicyopterus longifilis* und *Rhombattractus catharinae* wurden schon vorläufig im *Zoologischen Anzeiger* beschrieben, 2 Arten: *Doryrhamphus brevidorsalis* und *Gobius oyensi* werden hier zum ersten Male bekanntgemacht.

Der Bericht gibt zunächst eine gründliche systematische Bearbeitung sämtlicher gesammelten Arten. Im Anschluß daran wird die Fischfauna der einzelnen Inseln und ihre Bedeutung für die Tiergeographie des indisch-australischen Archipels erörtert. *De Beaufort* verzeichnet von Batjan 2, von Ambon 15, von Halmahera 3 noch nicht von diesen Inseln bekannte Arten. Unter den 19 auf Buru gesammelten Arten waren nicht weniger als 11 von dort noch unbekannt. Auf Ceram, dessen Binnenfische noch sehr wenig erforscht sind, sammelte *De Beaufort* in einem Fluß, dem Riuapa und seinen Nebenbächen, 36 Arten. In seinem Oberlauf ist dieser ein reißender Gebirgsbach und beherbergt dort vor allem Gobiiden mit wohlentwickelten Haftscheiben am Bauche, die zur Festheftung an den Steinen des Bettes dienen. Von Waigeu waren Süßwasserfische mit Sicherheit überhaupt noch nicht verzeichnet, ehe *De Beaufort* die Insel besuchte. Auf ihr hat der Autor 9 verschiedene Flüsse und Bäche erforscht und in ihnen insgesamt 59 Arten gesammelt.

In einer Tabelle auf Seite 158—159 finden sich in dankenswerter Weise alle bis jetzt bekannt gewordenen Fische zusammengestellt, welche die Binnen Gewässer der von *De Beaufort* besuchten und mehrerer benachbarter Inseln (Bali, Lombok, Sumbawa, Flores, Sumba, Rotti, Timor, Obi major, Babber, Kei, Aru und Misol) bewohnen, d. h. die wichtigsten Inseln zwischen den Großen Sundainseln und Neuguinea, mit Ausnahme

von Celebes, über dessen Süßwasserfische Professor *Max Weber* in dem vorliegenden Bande auf Seite 194 bis 213 gesondert berichtet. Das Verzeichnis bestätigt in tiergeographischer Beziehung die Ergebnisse früherer Autoren, daß

1. die Süßwasserfischfauna der Inseln zwischen den Großen Sundainseln und Neuguinea hauptsächlich aus marinen Arten besteht, welche die von der See aus zugänglichen Binnengewässer bevölkerten, daß

2. echte Süßwasserfische fehlen, mit Ausnahme einiger indischer Formen, die sich nach Osten ausgebreitet haben, und daß

3. einige Inseln in der Nähe von Neuguinea australische Elemente (*Copidoglanis* und die *Melanotaeniidae*: *Rhombatracus* und *Pseudomugil*) in ihrer Süßwasserfischfauna haben.

Die *Melanotaeniidae* sind echte Süßwasserfische. Ihr Vorkommen sowohl in Australien wie in Neuguinea weist darauf hin, daß diese beiden Festländer einst durch eine Landbrücke verbunden gewesen sein mußten. Angehörige der Familie hat *M. Weber* auf den Aru-Inseln nachgewiesen; *De Beaufort* hat solche auch auf Waigeu gefunden; dagegen fehlen sie auf den Kei-Inseln, zwischen denen und den Aru-Inseln nicht nur hinsichtlich der Fische, sondern auch anderer Tiere, ein Gegensatz besteht. Wie die Verhältnisse auf Salawatti, Batanta und Misol liegen, ist noch nicht erforscht; *De Beaufort* glaubt, daß *Melanotaeniidae* auf diesen Inseln zu finden sind.

Nach Ausschluß des australischen Elements (*Copidoglanis*, *Rhombatracus*, *Pseudomugil*) und des indischen Elements (*Barbus*, *Rasbora*, *Clarias*, *Ophiocephalus*, *Anabas*, *Aplocheilichthys*) verbleiben dann nur noch Arten marinen Ursprungs. Von letzteren gehören viele solchen Familien an, die hauptsächlich im Meer leben. Das Vorkommen einiger Arten dieser Familien im Süßwasser mag nur ein zufälliges sein; es beweist vielleicht, daß das Eindringen mariner Arten ins Süßwasser immer noch vor sich geht. Die übrigen Arten gehören zu Familien, deren Angehörige hauptsächlich im Süßwasser leben, an das sie sich zum Teil bereits angepaßt haben, oder zu Familien, deren Glieder vollständig auf das Süßwasser beschränkt zu sein scheinen oder gar rückläufig die Flüsse zu den Buchten wieder hinabgestiegen sind. — Viele der Arten mariner Herkunft finden sich nicht nur auf den Inseln, um die es sich hier handelt, sondern auch im Westen und Osten davon, in den Flüssen Sumatras und selbst des asiatischen Festlandes wie in den Bächen vieler westindischen Inseln. Nur wenige Familien wie *Aeschrichthys*, *Sicyopus*, *Stiphodon*, *Microsicydium* und *Rhiacichthys* und vielleicht auch *Schismatogobius* kommen als endemisch in Betracht. Sie alle werden in Gebirgsbächen gefunden, an deren besondere Lebensverhältnisse sie sich angepaßt haben; sie haben sich aber aus marinen Gobiiden entwickelt.

Emil Seydel, Friedrichshagen.

Hensen, V., Tod, Zeugung und Vererbung, unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner. In: Wissenschaft. Meeresuntersuchungen. Kiel, Lipsius & Tischer, 1913. 84 S. und 20 Textfig. Preis M. 6,—.

Planktonstudien haben den Verfasser zu besonderen Ansichten über die Auffassung der Zeugung und Vererbung geführt. Das Studium der niederen Meeresorganismen, namentlich der Protisten, fördert besonders unser Verständnis des Geschehens und des Bestimmenden bei den verschiedenen Zeugungsprozessen, da im Meere das Leben, das Wuchern, das Sterben der

Formen, die Ähnlichkeiten und die Verschiedenheiten gleichzeitig und gleichörtlich vorkommender Arten, ihre Mengenunterschiede innerhalb der Genera, die Abhängigkeit von scheinbar sehr geringen Unterschieden der Lebensbedingungen und so manches andere deutlicher hervortritt.

Tod (Alterstod) und Zeugung sind Korrelate. Ursprünglich konnte im Meer nur ein Tod aus Altersschwäche vorhanden sein, dem später der Tod aus anderen Gründen zu Hilfe gekommen ist. Verfasser unterscheidet den Tod der Person, den Tod der persönlichen Form und den Tod der Protisten. Bei dem Tod der Person spielt die Altersschwäche eine bedeutende Rolle, der Tod der persönlichen Form kann sich in der Parthenogenese, Pädogenese und dem Generationswechsel weit hinausziehen. Bei den Protisten kann der Tod der Person meistens nicht erkannt, der Tod der persönlichen Form künstlich hinten gehalten werden.

Abgesehen vom gewaltsamen oder durch Parasiten verursachten Tod scheint als Todesursache Nahrungsmangel, Vergiftung durch Anhäufung von Ausscheidungen und durch Schäden in der Person angesehen werden zu können, doch können die ersten beiden Ursachen nicht als primärer Grund eines allgemeinen Sterbens gelten. Mit der Zeit anwachsende Schäden in der Person sind Altersschäden; dabei muß es sich um Anhäufung von „Schlacken“ handeln, die namentlich den festen Substanzen des Kerns anhaften dürften. Diese „Schlackenhypothese“ ist allerdings in ihren Einzelheiten noch nicht beweisbar. Der Kern ist eine selbständig im Protoplasma liegende Bildung. Zwischen Kern und Protoplasma besteht ein Dualismus, indem wechselweise der eine Teil Reize abgibt und der andere Teil darauf reagiert, der Kern im Stoffwechsel entstehende Zellenzyme sammelt und umgeformt auch wieder abgibt und auf diese Weise das ganze Leben der Zelle stark beeinflußt.

Rücksichtlich der Vererbung wird eine Vererbung des Typus und eine persönliche Vererbung unterschieden. Chromiolen werden als hauptsächlichste Träger der Erbanlagen in Anspruch genommen. Diese dürften im Beginn jeder Teilung eine Masse von Zellenzymen entwickeln oder an sich verdichten und zu den Tochterzellen mit hinüber nehmen, um sie dort an das Protoplasma abzugeben. Eikern und Spermakern sind die Träger der persönlichen Eigenheiten ihres Erzeugers und zum Teil des Typus. Sie können Träger beider Geschlechter sein. Ohne Befruchtung vermehren sich niedere Organismen in ausgedehnter Weise, doch wird häufig (immer?) in den Zyklus eine Befruchtung eingeschoben. Die Anregung der Entwicklungstätigkeit geschieht bei der Befruchtung durch die Penetration des Spermiums in den Dotter und von letzterem aus; sie könnte auch bei Autogamie das Wichtigste sein. Neubildung einer Person entsteht nur durch Fremdbefruchtung, denn Autogamie gibt nichts eigentlich Neues. Bei der Verjüngung kommt es wesentlich auf die Fernhaltung und Entfernung der Kernschlacken an. Inzucht wirkt für die Entfernung der Schlacken ungünstig. Die Häufigkeit der Inzucht kann auf Grund der Mendelregeln näher bestimmt werden. Bei der Besprechung der Entstehung von Arten werden die Diatomeen *Rhizosolenia hemispina* und *hebetata* als Beispiele für die Tatsache angeführt, daß plötzlich aus einer Art eine andere Art werden kann; für das Vergehen von Arten wird das Beispiel der nach Europa importierten Regenbogenforelle angezogen. *Ad. Steuer, Innsbruck.*

Heller, C., und P. Ulmer, Leitfaden für Aquarien- und Terrarien-Freunde von Dr. E. Zerneck. 4. gänzlich neu bearbeitete Auflage. Leipzig, Quelle und Meyer — (Ohne Jahreszahl [1913]). VIII, 456 S. und 200 Abbildungen im Text. Preis in Originalleinenband M. 7,—.

Diese Anleitung zur Pflege von Tieren und Pflanzen im Aquarium und Terrarium scheint von Liebhabern, an die sie sich wendet, viel zu Rate gezogen zu werden und gibt wohl auch manche recht nützliche Auskunft. Doch glaube ich, daß auch diesen Kreisen mehr mit einer Aquarien- und Terrarienkunde gedient sei. Etwa mit einer Schrift wie der von *Gustav Jäger* über Das Leben im Wasser aus dem Jahre 1868 (die freilich erst aus dreißigjähriger Vergessenheit hervorgezogen werden mußte, als das Bedürfnis nach solchen Büchern wieder lebendiger wurde). Aus einem solchen, auf breitester Naturkenntnis beruhenden Werke ergäben sich dann die Anweisungen, wie die Organismen zu pflegen sind und wie ihre Käfige beschaffen sein müssen, ganz von selbst. Der Darstellung dieser Dinge brauchten nur wenige Seiten gewidmet zu werden, und dem Leser bliebe die Schilderung so mancher „Erfindungsleiche“, wie sie der Handel so vielfach auf den Markt wirft, erspart.

Zwei Drittel des vorliegenden Buches befassen sich mit dem Süßwasseraquarium, über das ich mangels Erfahrung nur wenig urteilen kann. Viel näher steht mir der Abschnitt über das Seewasseraquarium (26 Seiten). Ich bin mit den Verfassern der Meinung, daß ein Seewasseraquarium gar nicht so schwer zu halten ist, kann aber nur wenigen ihrer Grundsätze über die Einrichtung beistimmen. Zunächst einmal müßte klipp und klar gesagt werden, daß sich zur Pflege in den Aquarien nur Pflanzen und Tiere der Küstenzone eignen. Noch genauer: mit Pflanzen und Tieren, die unterhalb der Fünf-Meter-Linie leben, sollte es der Liebhaber gar nicht erst versuchen. Zu zweit: niemals soll man Pflanzen ohne Tiere und Tiere ohne Pflanzen halten. Drittens: die Durchlüftung des Aquariums soll so sein, daß sie zugleich die Wassermasse gut bewegt. Im übrigen mag man sich wegen der Einrichtung von Aquarien von dem Buche beraten lassen. Zu den Darlegungen über die Pflanzen und Tiere des Seewasseraquariums nur ein paar Bemerkungen. Die Alge, die dem Liebhaber unter allen Umständen zu empfehlen ist, ist *Ulva lactuca*. Das Seegras, *Zostera*, eignet sich nicht. *Fucus*, *Laminaria*, *Chondrus* faulen nur dann nicht, wenn sie starkem Wellenschlag ausgesetzt werden und zeitweise trocken liegen können. Auch von Corallineen kann man die aus der Ebbe-Flut-Zone halten.

Zu der langen Reihe von Tieren das Notwendigste zu sagen, ergäbe einige Kapitel des Buches, das wir, wie vorhin bemerkt, noch entbehren. Die allgemeinen Schilderungen der Tiergruppen sind den Verfassern nicht gelungen. Was sie z. B. über die Echinodermen sagen (Seite 309 u. 310), ist Satz für Satz unhaltbar. Von den Tieren der Abbildung 130 stimmt nicht ein einziges mit dem Text überein. Wenn die Verfasser mehrfach von dem Bilde der Tiefseelandschaft ihres Aquariums reden, so ist das eine Gedankenlosigkeit, die man allenfalls den Zeitungsschreibern verzeihen kann, die aber in einem ernsten Buche nicht vorkommen dürfte.

Wie ich die oben skizzierten Erfahrungen an Aquarien gewonnen habe, die ich genau der Natur nachbildete (Naturausschnitten, Biocönosen) und die ich — hier am Meere! — unter nahezu den gleichen

Bedingungen halte wie sie draußen sind, so beschränken sich auch meine Erfahrungen an Terrarien auf Nachbildungen der istrischen Landschaft. Ich könnte daher zu den Seiten 319 bis 449 nur wenig beisteuern. Schildkröteneier soll man durchaus nicht anrühren. Sie sind so empfindlich, daß dann ihre Entwicklung sofort abgebrochen wird. Das Bild der Hatteria auf Seite 440 ist entbehrlich. — Das Abbildungsmaterial, namentlich das in der vierten Auflage neu hinzugekommene, macht im allgemeinen einen guten Eindruck.

Thilo Krumbach, Rovigno (Istrien).

Preyer, Axel Thierry, Lebensänderungen. Das Problem der Veränderung lebender Strukturen. Leipzig, Th. Griebens Verlag (L. Fernau), 1914. XV, 146 S. Preis M. 2,40.

Wie der Chemiker mit Hilfe seiner Strukturformeln und Gleichungen sich ein Bild der inneren Vorgänge bei Reaktionen zu machen sucht, und wie er dadurch ein Mittel an der Hand hat, chemische Erscheinungen zu erklären und selbst vorauszusagen, z. B. immer mehr organische Verbindungen synthetisch darzustellen, so sucht der Verfasser auch für die Lebensvorgänge, d. h. für die Vorgänge im lebenden Protoplasma, Axiome und Gesetze aufzustellen. Diese sollen in Kombination mit den bekannten biologischen Tatsachen es schließlich einmal ermöglichen, die Biologie „aus einer analytisch-beschreibenden und genetisch-ableitenden zu einer synthetisch-erzeugenden Wissenschaft“ zu machen.

Was die lebende von der toten Materie unterscheidet, ist das Prinzip der Veränderung. Was unveränderlich ist, lebt nicht mehr, ist tot. Unsere chemischen Kenntnisse erstrecken sich deshalb auf totes Eiweiß, während wir uns die lebenden Eiweißmoleküle, die *Biogene*, d. h. „die eigentlichen Träger des Lebens“ (Verworn) höchstens als Verwandte der toten Eiweißkörper vorstellen können. In fortwährendem Zerfall und Wiederaufbau besteht das Leben, und „ein lebender Organismus in seiner einfachsten Form ist also ein Komplex von verschiedenartigen Biogenmolekülen, welche untereinander in bestimmten Beziehungen stehen“. Infolge der Labilität der Biogenmoleküle gehen in denselben dauernd physikalische und chemische Umwandlungen vor sich, die man in energetischem Sinne als „Energiewechsel“ zusammenfassen kann. Eine Folge und Voraussetzung dieses Stoff- und Energiewechsels ist die Molekularströmung. Diese bedingt eine ganz bestimmte Struktur des Protoplasmas, und zwar kann man das mit der Tatsache vergleichen, daß ein Wasserstrahl oder eine Gasflamme ebenfalls eine ganz bestimmte Struktur haben, obgleich es in jedem Augenblick andere Moleküle sind, die diese Form bilden. „Plasmatische Energiewechselstruktur“ nennt der Verfasser nun den Komplex von in bestimmter Weise aufeinanderfolgenden molekularen Vorgängen“. Die Energiewechselstruktur bildet somit die Grundlage der lebenden Zelle. Sie zerfällt in Grund- und Beistruktur und besitzt eine gewisse Elastizität, Einflüsse äußerer oder innerer Art auszugleichen; wird jedoch die Elastizitätsgrenze überschritten, so tritt eine „Lockerung der Beziehungen in der Struktur“ auf, d. h. „Variabilität“. Als „fluktuierende Variabilität“ „macht sie, völlig unbestimmt, jede Neugestaltung möglich, oder sie läßt als „spezifische Variabilität“ nur in ganz bestimmten Richtungen der freien Veränderung Spielraum“. Zwischen allen Veränderungen herrscht volle Homo-

logie. Man unterscheidet „nicht erbliche Modifikationen“ und „erbliche Variationen“, die aus den ersten entstehen. Bei der geschlechtlichen Fortpflanzung verschmelzen zwei Strukturen, und in der Regel wird dabei durch die „Präponderanz der jüngeren Variation“ der Fortschritt in der Artentwicklung ermöglicht. Dies geschieht solange, bis infolge überfeiner Differenzierung „Degeneration“ eintritt. —

Erblichkeit und Vererbung (*Mendel, de Vries*), ungeschlechtliche und geschlechtliche Fortpflanzung, Inzucht, Atavismus, Mimikry, der Kampf ums Dasein, *Haeckels* biogenetisches Grundgesetz sowie dessen „Unzweckmäßigkeitslehre“, kurz eine große Fülle der wichtigsten Fragen der modernen Biologie werden vom Verfasser auf Grund seiner theoretischen Voraussetzungen zu erklären versucht. Die oft sehr abstrakt erscheinenden Begriffe werden meist an Hand zahlreicher guter Beispiele aus den Gebieten der beschreibenden und exakten Naturwissenschaften dem Verständnis nahe gebracht. Vor allem sind die Anwendungen auf das menschliche Leben von besonderem Interesse, und in der Tat „ist die Möglichkeit, auf Grund einiger unter den hier gegebenen biologischen Sätzen auch wirtschaftliche und politische Vorgänge beurteilen zu können, eine neue und vielleicht nicht unfruchtbare Perspektive“.

A. Koch, Münster i. W.

Warburg, Otto, Über die Wirkung der Struktur auf chemische Vorgänge in Zellen. Jena, Gustav Fischer. 1913. 21 S. Preis M. 0,60.

Warburg gibt in diesem Vortrage einen interessanten Überblick seiner Untersuchungen über den Einfluß, welchen, um es kurz zu sagen, nicht die kolloide, sondern die grob-heterogene (mikroskopische) Struktur der Zellen auf die Geschwindigkeit der in ihnen verlaufenden chemischen Reaktionen ausübt.

Von den chemischen Leistungen der Zellen läßt sich eine Gruppe trennen, die von der Zellstruktur unabhängig verlaufen kann. Zu dieser Klasse gehören alle durch Absonderung von Fermenten der Zelle in ihre Umgebung hervorgebrachten Wirkungen, wie etwa gewisse Proteolysen oder die diastatische Spaltung von Kohlehydraten, aber auch manche intrazelluläre Reaktionen, wie die Rohrzuckerinversion durch die Hefe und ähnliche Vorgänge, die für den inneren Betrieb der Zelle nicht unumgänglich notwendig sind. Dagegen stehen gewisse von dem Autor als energieliefernde Prozesse zusammengefaßte Reaktionen, wie die alkoholische Gärung oder die Sauerstoffatmung, in festen quantitativen Beziehungen zur Intensität der Lebensvorgänge (Wachstum, Zellteilung). Diese energieliefernden Prozesse bilden den eigentlichen Gegenstand von Warburgs Versuchen und Betrachtungen, deren Ergebnis sich dahin zusammenfassen läßt, daß auf die Geschwindigkeit dieser Prozesse ein Einfluß der Struktur mit Sicherheit nachgewiesen werden kann.

Zunächst wurde durch gasanalytische Messung der Atmung an den kernlosen roten Blutkörperchen der Säugetiere gefunden, daß eine solche Zellsuspension mit wachsender Menge der mit Methylenblau färbaren Substanz (Stroma) einen ganz bedeutenden Anstieg der Atmung erkennen läßt. Ähnliches gilt für den Zusammenhang von färbbarer Substanz und Stoffwechsel bei kernhaltigen roten Blutkörperchen. Ferner fand Warburg, daß durch Gefrieren hämolysierte rote Blutzellen quantitativ den gleichen Stoffwechsel zeigen wie intakte. Bedenklich ist hier nur, daß

der Autor den Austritt von Hämoglobin mit dem Austritte flüssigen Protoplasmas identifiziert und für den Mechanismus der Hämolysen die immerhin bestrittene Annahme von mechanischen Membranrissen zugrundelegt. Gemäß seinen Anschauungen glaubt Warburg durch Zentrifugieren des hämolysierten Blutkörperchens die atmenden strukturierten Teile vom flüssigen Protoplasma zu trennen. Für die Bedeutung der Struktur sprechen dagegen eindeutig Versuche, in welchen die mit Sand oder in einer Kugelmühle gemahlene Blutkörperchenstromata ein gewaltiges Absinken der oxydativen Prozesse anzeigen.

In den folgenden Versuchen schlägt der Autor den entgegengesetzten Weg ein, nicht Zerstörung, sondern Neubildung der Struktur zu studieren. Er bedient sich dazu der Entwicklungserregung im Seeigellei, die mit dem Auftreten der Furchung zu einer gewaltigen Vermehrung der inneren Strukturflächen Anlaß gibt. Mit dieser Strukturneubildung geht nun, wie Warburg fand, ein bedeutender Anstieg der Oxydationsvorgänge einher. Allerdings bleibt der Atmungszuwachs weit hinter der Strukturflächenvergrößerung zurück. Dies wird nun mit der relativ großen Atmung des unerregten Seeigelleis in Zusammenhang gebracht, die ganz im Gegensatz zu den roten Blutkörperchen von der Struktur wenig abhängig erscheint. Verreibung mit Sand setzt hier die Oxydationsgeschwindigkeit nur um etwa 25 % herab. Diese bemerkenswerte Abweichung wird jedenfalls noch den Ausgangspunkt weiterer Versuche bilden müssen, die vielleicht wesentliche Ergänzungen der bisherigen Ergebnisse zeitigen werden. Ähnliches gilt auch von den Oberflächenänderungen des Eies (Befruchtungsmembran), die die erste Folge des Eintrittes vom Spermakopf, aber auch der Einwirkungen gewisser Chemikalien, wie Schwermetallsalze, Alkalien, Fettsäuren u. a. sind. An diese Membranänderung des Eis knüpft sich, wie Warburg fand, bevor noch die Entwicklung im Ei fortschreitet, eine Erhöhung der Oxydationsgeschwindigkeit um mehrere 100 %, ein sehr auffälliger Befund, dessen Mechanismus nicht ganz klar ist. Auch hier werden fortgesetzte Versuche erst ergeben müssen, ob dieser Befund lediglich im Sinne einer quantitativen Ausgestaltung der Struktur zu deuten ist.

Ein nicht minder wertvolles Material enthält der folgende Abschnitt über die Hefegärung. Die Buchnersche Entdeckung der zellfreien Gärung mittels des Hefepreßsaftes hat die Tatsache stark in den Hintergrund gedrängt, daß dabei die Gärungswirkung auf wenige Prozente der durch die entsprechende Zellmenge hervorgerufenen herabgedrückt wird. Warburg zeigt nun, daß dieser bedeutende Unterschied zwischen Zelle und Zellsaft auch besteht, wenn die Vermehrung der Hefe vollständig unterdrückt wird, und daß andererseits das Verreiben des Saftes mit Sand dessen Gärwirkung nicht vermindert. Es liegt also auch hier ein starker Struktureinfluß vor. Auch die Beobachtung, daß Toluol die Gärungswirkung von Zellen, nicht aber von Preßsaft hemmt, kann, wie Warburg an Hungerhefe zeigt, nicht auf verminderte Produktion von Ferment oder geänderte Durchlässigkeit der Plasmahaut bezogen werden. Vielmehr läßt sich dartun, daß hier ein an den Körper der ganzen Reihe sogenannter Alkoholnarkotika wiederkehrendes Phänomen vorliegt. Es rufen nämlich geringe Außenkonzentrationen dieser Stoffe eine Hemmung der Zellgärung hervor, die am Preßsaft nur mit weit höheren Konzentrationen zu erzielen ist.

Die Erklärung für dieses Verhalten läßt sich darin finden, daß eine bedeutende, bis 10fache, Anreicherung des Gehaltes an diesen Stoffen innerhalb der Zellen in den Strukturbestandteilen stattfindet. In analoger Weise darf auch für die Fermente eine solche Grenzflächenwirkung der Struktur angenommen werden, die zur Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit führen würde. Es handelt sich hier, wie wir hervorheben möchten, um die spezielle Durchführung von Anschauungen, wie sie von *Herbert Freundlich* in seinem Vortrage über Kapillarchemie und Physiologie in allgemeiner Form entwickelt worden sind.

In den Untersuchungen *Warburgs* liegt der erste Versuch vor, das bisher nur gelegentlich berührte, aber kaum systematisch in Angriff genommene Problem vom Zusammenhang der Struktur und gewisser chemischen Leistungen der Zelle auf eine breitere experimentelle Grundlage zu stellen. Wir dürfen hoffen, daß ein Fortschreiten in dieser Richtung schließlich zur Lösung einer Grundfrage der allgemeinen Physiologie führen wird.

W. Pauli, Wien.

Becher, S., und R. Demoll, Einführung in die mikroskopische Technik für Naturwissenschaftler und Mediziner. Leipzig, Quelle u. Meyer, 1913. VI, 183 S. Preis geh. M. 2,50, geb. M. 3,—.

Diese wirklich wissenschaftliche Einführung in die mikroskopische Technik verdient hohes Lob. Wir haben manche Darstellungen dieses Gebietes, große und kleine, vollständige und unvollständige, aber wir haben keine, in welcher der Autor seinen Stoff als etwas seiner Wissenschaft Integrierendes mit allem Nachdruck und all der Überzeugung so vorträgt, wie hier. Wer von diesem Buche sich in die mikroskopische Technik einführen läßt, wird lernen, daß es sich eben nicht nur um „Technik“ handelt, sondern um Methodik wissenschaftlicher Arbeit, bei der die Wissenschaft in erster Linie steht, die Technik nur Hilfsmittel, nicht Zweck an sich ist. Es ist mir kein anderes Buch dieser Art bekannt. Wenn nebenbei der Inhalt so vollständig ist, wie hier, so kann das kleine Werk nur bestens empfohlen werden. Im Falle einer neuen Auflage, die wir ihm baldigst wünschen, wären Einzelheiten der Ergänzung bedürftig. Bei dem Kapitel „Corrosion“ (S. 26) vermissen wir die Methode von *O. Schultze*. Beim Kapitel „Entkalken“ (S. 27) fehlt die v. Ebnerse oder Haugsche Flüssigkeit. In dem Schema S. 89 wäre es nicht überflüssig, zu bemerken, daß der Schnitt nach dem Entfernen des Paraffins (Xylol), ehe er in Kanadabalsam kommt, unter Umständen noch die Reihe Alkohol-absolutus-(Xylolcarbol)-Xylol durchmachen muß, um etwaige Reste des Aufklebemittels (Eiweißglyzerin) zu entfernen. — Von besonders wertvollen Teilen heben wir hervor vor allem die Einleitung, das Kapitel: Fixieren, die Schemata des Einbettungs- und Färbungsprozesses Seite 55 und Seite 89, die Berücksichtigung der neuen Celloidin-Paraffin-Technik und der Bielschowskyschen Silbermethode. Auch sonst ist Gründliches und Vortreffliches geboten.

Lubosch, Würzburg.

Astronomische Mitteilungen.

Über die Verteilung der Sterne in kugelförmigen Sternhaufen handelt die Publikation Nr. 16 des Kopenhagener Observatoriums, die von *E. Strömgren* und *J. Dachmann* herausgegeben ist und unmittelbar an

eine Ausmessung der photographischen Aufnahme des Sternhaufens Messier 5 anknüpft. Alle Untersuchungen über die Verteilung der Sterne in den kugelförmigen Sternhaufen, die oft viele Tausende von Fixsternen enthalten, sind in den letzten zwei Jahrzehnten ausgeführt worden. Es wurden im ganzen bisher sieben Sternhaufen auf die Sternverteilung hin untersucht, die sämtlich ein nahezu übereinstimmendes Resultat gaben. Besonders interessant sind die photometrischen Ergebnisse, wonach in den Sternhaufen Sterne von zwei verschiedenen Helligkeitsklassen, hellere und dunklere vorkommen, und zweitens, daß in dem Sternhaufen sich eine große Zahl kurzperiodischer Veränderlicher vorfindet, die schon in etwa 12 Stunden ihre Intensitätsperiode vollenden. Der letztere Umstand weist auf das Vorhandensein zahlreicher Doppelsterne innerhalb eines Sternhaufens hin, und zwar von der Art physisch miteinander verbundener Systeme. *Strömgren* gibt nun für diese Resultate eine sehr wahrscheinliche Erklärung: die hellere Gruppe in den Sternhaufen wird durch die veränderlichen Doppelsterne gebildet und die schwächere Gruppe durch die unveränderlichen Einzelsterne.

Zur totalen Sonnenfinsternis, die am 21. August d. J. stattfindet und als sehr starke partielle Verfinsternung der Sonne auch in Deutschland sichtbar sein wird, enthält das Aprilheft der Zeitschrift „*Sirius*“ (Prof. *Klein* [Köln]) ausführliche Angaben der Zeiten und Größenverhältnisse für viele Orte Deutschlands. Zunächst sei bemerkt, daß jene totale Sonnenfinsternis im nördlichen Grönland, in der Mitte Skandinaviens, im westlichen Rußland, in Armenien, Persien, Belutschistan und an der Westküste Indiens vollständig zu sehen sein wird. In Berlin werden $\frac{83}{100}$ der Sonnenscheibe vom Monde bedeckt; die Verfinsternung beginnt am 21. August mittags 12 Uhr 12 Min. und endet um 2 Uhr 36 Min. In Memel ist die Verfinsternung der Sonne am 21. August schon fast total, da dort $\frac{96}{100}$ der Sonnenscheibe verdeckt werden, in Gumbinnen sogar $\frac{97}{100}$. Unter den nicht-astronomischen Beobachtungen während der totalen Sonnenfinsternis verdienen die wellentelegraphischen Versuche eine besondere Beachtung. Ein eigenes radio-telegraphisches Komitee in England hat nach Mitteilungen in der Aprilnummer der Zeitschrift „*The Observatory*“ ein ausführliches Programm ausgearbeitet, das besonders zwei Fragen zur Untersuchung stellt. Es sollen während der ganzen Dauer der Finsternis Versuche angestellt werden, ob nicht die Übertragung drahtlos telegraphischer Signale alsdann etwas anders vor sich geht, als bei voller Sonnenstrahlung. Zweitens sollen die Stärke, die Häufigkeit und die Natur der natürlichen elektrischen Zustände in der Luft während der Finsternis genau erforscht werden, um vorher und nachher den Einfluß der Sonnenstrahlen, die während der Finsternis zurückgehalten werden, zu erkennen.

George William Hill, ein hervorragender Vertreter der theoretischen Astronomie in Nordamerika, ist im 77. Jahre gestorben. *Hill* ist besonders durch seine umfassenden Untersuchungen über die Bewegung des Mondes bekannt geworden, die ihm auch die goldene Medaille der Königlich Englischen Astronomischen Gesellschaft einbrachten. Außerdem war *Hill* lange Zeit der Leiter des Bureaus der amerikanischen astronomischen und nautischen Ephemeriden (*American Ephemeris and Nautical Almanac*) sowie Vorsitzender der Mathematischen Gesellschaft in Amerika. Seine

gesammelten Werke sind vor 9 Jahren von dem Carnegie-Institut in Washington mit einer Einleitung *Henri Poincaré's* veröffentlicht worden.

Die Frage nach dem Vorhandensein etwaiger **intra-merkurieller Planeten** ist in sehr erschöpfender Weise von der hamburgischen Sonnenfinsternis-Expedition im August 1905 in Algier (Soukahrass) behandelt worden, wie jetzt aus der endgültigen Bearbeitung der Ergebnisse jener Expedition (*Astronomische Abhandlungen der Hamburger Sternwarte Bd. III*) des näheren ersichtlich wird. Zur Nachforschung nach intra-merkuriellen Planeten wurden zwei Fernrohre mit Objektiven von je 10 cm Öffnung und 4 m Brennweite so auf einer Achse angeordnet, daß gleichzeitig die rechte und linke Seite der Sonnenumgebung mit diesem eigenartigen „Planetensucher“ aufgenommen werden konnte. Dabei sind Gestirne bis zur $8\frac{1}{2}$. Größenklasse dicht bei der Sonne während der Totalität noch fotografiert worden. Als Ergebnis dieser nunmehr endgültig bearbeiteten Aufnahmen kann betont werden, daß während der totalen Sonnenfinsternis vom 30. August 1905 sich kein intra-merkurieller Planet heller als von der 8. Größenklasse (also heller als der bisher äußerste Planet Neptun) in der Nähe der Sonne befunden hat. Hiermit stehen auch die entsprechenden Ergebnisse der gleichzeitigen amerikanischen Expedition in vollem Einklang.

Die Einführung der Zonenzeit, vom Greenwicher Nullmeridian gerechnet, ist nun auch für *Brasilien* gesetzlich durchgeführt. Das gesamte Ländergebiet ist von Osten nach Westen in vier Zonenstreifen geteilt worden. Für die Inseln Fernando, St. Paul und Trinidad gilt als Zonenzeit Greenwicher Zeit weniger 2h. An der gesamten Küste und für die Binnenstaaten mit Ausnahme von Amazonas und Matto Grosso rechnet man nach Greenwicher Zeit weniger 3h, in Matto Grosso und Amazonas endlich nach Greenwicher Zeit weniger 4h. Nur in den von Bolivien abgetretenen Gebieten gilt als Zonenzeit Greenwicher Zeit weniger 5h.

Untersuchungen über den **ultraviolettten Teil des Sonnenspektrums in verschiedenen Höhen** haben nicht nur aerologische, sondern auch eine große astrophysikalische Bedeutung, und es ist deshalb zu begrüßen, daß jetzt nach Mitteilungen in der *Meteorologischen Zeitschrift* (Heft 4) äußerst wertvolle Messungen des Sonnenspektrums bei einer bis 9000 Meter hohen Freiballonfahrt von A. Wigand (Halle) vorliegen. Zur Erforschung des äußersten Sonnenultravioletts benutzte Wigand sowohl in Halle (100 m über dem Meeresniveau) als auch im Ballon (9000 m Seehöhe) die Spektrographen von Miethe und Lehmann. Er fand in Übereinstimmung mit den Mietheschen Messungen zwischen Berlin (50 m) und Monterosa (4560 Meter), daß sogar noch in 9000 m praktisch für den äußersten ultravioletten Teil des Sonnenspektrums dieselbe Begrenzung besteht, wie in nur 100 m Höhe. Dieses nunmehr ganz sichergestellte Resultat steht mit früheren Cornuschen Messungen im Widerspruch, die für stark zunehmende Höhen auch ein gesetzmäßiges Wachsen der ultravioletten Spektrallänge ergeben sollten. Die Wirkungen der ultravioletten Sonnenstrahlung nehmen, wie bekannt, in großen Höhen stark zu und die hohen Cirruswolken sind bekanntlich durch die daselbst gesteigerte ultraviolette Sonnenstrahlung besonders stark elektrisch geladen. Aber die Länge des ultravioletten Sonnenspektrums

(kleinste Wellenlänge rund 289,6 $\mu\mu$) nimmt nach den Ergebnissen der neuesten Messungen nicht mit der Höhe zu.

A. Marcuse.

Ornithologische Mitteilungen.

Naturdenkmal und Naturschutz sind Schlagworte unserer Zeit. In dem Bestreben, ihnen zu dienen, wird oft über das Ziel hinausgeschossen. Die Frage, was ist des Schutzes wert? läßt sich von verschiedenen Gesichtspunkten aus betrachten. Darin dürfte man aber allseitig einig sein, daß unsere endemische Tierwelt, besonders die großen Vertreter unserer heimischen Avifauna, dringend des Schutzes bedarf, wenn sie nicht verschwinden soll. Hier ein neues Beispiel.

Im Jahre 1901 hatte sich Pfarrer Clodius in Camin der außerordentlichen Mühe unterzogen, eine statistische Aufnahme sämtlicher in Mecklenburg vorhandenen besetzten Storchester vorzunehmen. Diese Inventur schloß im ganzen 1821 Ortschaften ein, von denen 1522 auf Mecklenburg-Schwerin, 265 auf Mecklenburg-Strelitz und 34 auf das Fürstentum Ratzeburg entfielen. In dem Archiv der Freunde der Naturgeschichte in Mecklenburg wurde über das Ergebnis dieser Zählung berichtet. Nach ungefähr 10 Jahren wiederholte Clodius die Aufnahme. Das Resultat brachte den Nachweis grauenhaftester Vernichtung des Storches, eines unserer schönsten Naturdenkmäler. Die Zählung im Jahre 1901 ergab 3094 besetzte Nester, die im Jahre 1912 deren 1072! Der Storch hat also in ungefähr 10 Jahren in Mecklenburg um 66 % abgenommen. Seine Zahl ist in der kurzen Spanne Zeit auf ein Drittel zusammengeschmolzen. Geht das Tempo so weiter, so wird er, wie Clodius richtig bemerkt, der heranwachsenden Jugend ein unbekanntes Tier sein. Um zu zeigen, wie rapid der Rückgang der Vögel in einzelnen Gebieten gewesen ist, mögen einige wenige Zahlen aus der Clodius'schen Mitteilung hier angeführt sein. Die Präpositur Schwaan umfaßt 57 Ortschaften. Diese hatten im Jahre 1912 59 besetzte Nester gegen 218 im Jahre 1901. Aus 39 Ortschaften ist der Storch verschwunden! Als weiteres Beispiel sei die Präpositur Büttow mit 32 Ortschaften genannt: 1901 142 und 1912 34 Nester; 23 Dörfer wiesen keinen Storch mehr auf. Und ferner: Die Präpositur Wittenberg beherbergte 1911 137 und 1912 45 besetzte Storchester. 39 Ortschaften von 53 hatten die Art nicht mehr. Diese Zahlen lassen sich vermehren, doch dürften sie genügen. Und was ist an dieser entsetzlichen Vernichtung eines unserer schönsten Vögel schuld? Nicht die Kultur, die in den Dörfern die alten Strohdächer durch Steindächer ersetzt, nicht eine andere Behandlung des Bodens, nicht die Entwässerung einzelner Gebiete, nicht das Zurückgehen der Nahrung, sondern in der Hauptsache das Eingreifen rabiaten Jagdliebhabers, die in dem Storch den gefährlichsten Vernichter ihrer Fasanengehege und ihrer Junghasen sehen. Es würde, bemerkt Clodius, eine dankenswerte Aufgabe der Landesgesetzgebung sein, Wege zu finden, diesem Unfug zu steuern.

Über die *Wandertaube Nordamerikas*, *Ectopistes migratorius* (L.), bzw. über Versuche, sie wieder aufzufinden, veröffentlicht F. Hodge von der Clark-Universität, Worcester, Massachusetts, einige interessante Notizen. Diese Taube, die das ganze Nordamerika südlich bis Mexiko bewohnte, kann jetzt als ausgestorben

gelten. In relativ sehr kurzer Zeit ist sie durch den Menschen ausgerottet worden. In ungeheuren Mengen bewohnte sie das genannte Gebiet. Nach Erledigung des Brutgeschäftes zog sie der Nahrung wegen von Ort zu Ort. *John James Audubon* schilderte in seinem berühmten Werk *Ornithological Biography* (1831 bis 1839) einen von ihm beobachteten Wanderzug, der ununterbrochen 3 Stunden währte. Er schätzte ihn auf eine Billion einhundertundsiebenzehn Millionen und zweihunderttausend Individuen. Der alte *Alexander Wilson* (in der *American Ornithology*, 1808—1814) hatte einen gleichen Zug auf rund 2 Billionen abgeschätzt. Im Jahre 1805 kamen Schiffsladungen dieser Taube nach New York und noch 1830 fand man sie massenweis auf dem dortigen Markt. Und heute gilt *Ectopistes* als ausgestorben. *Hodge* hat nun versucht, den verschiedenen, hier und da in jüngster Zeit auftauchenden Notizen über das Vorkommen der Art nachzugehen. Positive Ergebnisse wurden dabei nicht gewonnen. Er hat es aber verstanden, weitere Kreise derartig für die Angelegenheit zu interessieren, daß nunmehr insgesamt 3205 Dollars (13 620 Mark) als Prämie für den Nachweis eines Brutpaares mit Nest und Eiern oder Jungen zur Verfügung stehen. Die ausgesetzte Prämie soll zu intensiver Suche in der Hoffnung anregen, noch freilebende Vögel zu finden, um dann die Art vor dem Aussterben durch rationellen Schutz zu bewahren. Für einen toten oder gefangenen Vogel wird nichts gezahlt.

Wie sich doch die Zeiten geändert haben: im Jahre 1830 bezahlte man auf dem New Yorker Markt einen Cent für eine Wandertaube, und im Jahre 1913 setzt man einen Preis von 3200 Dollar für den Nachweis eines lebenden Paares aus!

Dem Andenken *Joh. Friedr. Naumanns*, des Altmeisters der deutschen Ornithologie, soll in Cöthen, nahe seinem Geburtsort Ziebigk, eine Stätte der Erinnerung errichtet werden. Die namhaftesten Ornithologen Europas haben zu diesem Zweck einen Aufruf erlassen. *Naumann*, der Sohn eines kleinen Landmannes und selbst Landwirt auf väterlicher Scholle, ist der Begründer der biologischen Ornithologie in Deutschland. Seine zwölfbändige Naturgeschichte der Vögel Deutschlands (1820—1844), zu der er sämtliche Tafeln selbst zeichnete, in Kupfer stach und „illuminierte“, ist ein in der ganzen Welt anerkanntes und bewundertes Fundamentalwerk. Seine große ornithologische Sammlung, jetzt dem Herzog *Friedrich von Anhalt* gehörig, ist von diesem unter Wahrung der Rechte des herzoglichen Hauses dem zu begründenden Museum überwiesen worden. König *Ferdinand* von Bulgarien, selbst ein kenntnisreicher Vogelkundiger, hat die in seinem Besitz befindliche *Leverkühsche Naumann-Sammlung* zur Verfügung gestellt. Die Familie überwies Manuskripte, Zeichnungen, 600 Briefe und Erinnerungsstücke aller Art. Das Museum wird in dem Schlosse zu Cöthen, in welchem der Herzog von Anhalt Räume angewiesen hat, eingerichtet werden.

H. Schalow, Berlin.

Kleine Mitteilungen.

Die Wälder unter dem Meere an der Küste Englands behandelt *Reid* in einer anziehenden Studie. (*Submerged Forests. Cambridge Manuals, Cambridge Press*

1913.) An gewissen Stellen der englischen Küste, die am Ausgang kleiner Täler gelegen sind, hat man bei tiefen Ebben Spuren von früheren Wäldern gefunden. Gewöhnlich war es nur ein Strauchbestand von Haselnuß, Erle und Weide, dazwischen *Osmunda-Rhizome* u. dgl., hier und da aber fanden sich gut ausgewachsene Eichenstämme. Bei Gelegenheit von Dockbauten hat sich dann herausgestellt, daß die Wälder, in Lagen zwischen Schlammschichten eingebettet, sich bis zu 180 m unter Meeresspiegelhöhe erstrecken. Man nimmt an, daß zur Lebenszeit dieser Wälder die Bodenoberfläche von fast ganz England über 200 m höher gelegen war als jetzt; wahrscheinlich hat sich dann das Land gesenkt (nicht die Meeresfläche gehoben). Zu jener Zeit war England durch Alluvialland mit Holland und Dänemark und stellenweise mit Frankreich verbunden, die Insel Wight mit Hampshire und die Kanalinseln mit Frankreich. Die Scilly-Inseln waren wahrscheinlich auch damals Inseln, denn der Kanal zwischen ihnen und Cornwall ist sehr tief und breit. Aus diesen tiefsten Unterwasserwäldern kennen wir nur sehr wenige Tiere und Pflanzen; das Vorderrschen der Eichen läßt auf ein mildes Klima schließen. Im ganzen scheinen Fauna und Flora arm und einförmig. Hier aber wird sich am besten feststellen lassen, welche Pflanzen z. B. einheimisch und welche eingewandert sind, denn die unkultivierten Flächen der jetzt tief unter Wasser stehenden Wälder, Sümpfe und Heiden boten wenig Ansiedlungsmöglichkeit für eingeschleppte fremde Arten. Was die Schlüsse angeht, die sich aus den Funden dieser Wälder in bezug auf das Alter des britischen Volkes oder die Rasseprobleme ziehen lassen, so deutet das Wenige, was bis jetzt festgestellt worden ist, auf die jüngere Steinzeit. Doch müssen in dieser Hinsicht die zu tiefst gelegenen Wälder noch gründlich untersucht werden. Es wird angenommen, daß die allmähliche Versenkung sich über einen Zeitraum von etwa 1500 Jahren erstreckte und um 3000 vor Christi anging. Die besten Aussichten für weitere Forschung in naturwissenschaftlicher und historischer Hinsicht bietet die sogenannte Dogger Bank, die etwa im Zentrum der Nordsee und nie tiefer als 150—180 m unter Wasser liegt.

G. T.

Messung von Verbiegungen der Erdkruste. Bei Burrinjuck in Neusüdwaales ist eine Talsperre erbaut worden, die nach den Angaben des Direktors des seismologischen Observatoriums zu Sydney, *Rev. E. F. Pigot*, nicht weniger wie 934 Millionen Kubikmeter Wasser fassen wird. Die Maximaltiefe des künstlichen Sees beträgt 70 Meter. Auf den Vorschlag von *Sir George Darwin* sollen nun zwei oder drei Horizontalpendel-Paare in verschiedenen Abständen von dem Wasserbecken aufgestellt werden, um die Verbiegung der Erdkruste zu messen, die zu erwarten ist, wenn der jetzt leere Hohlraum mit einem Wasservolumen von nahezu tausend Milliarden Kilogramm gefüllt sein wird. Es dürfte sich bei dieser Füllung um die größte künstlich verursachte Massenumsetzung handeln, die bisher innerhalb so kurzer Zeit auf der Erde vorgenommen worden ist. Das unter der Leitung von Professor *F. R. Helmert* stehende Zentralbureau der Internationalen Erdmessung zu Potsdam hat die wichtigen Untersuchungen durch Hergabe von Instrumenten unterstützt.

O. Baschin.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 24.

12. Juni 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Neue Landentdeckungen im Nordpolarmeer. Von *Prof. Otto Baschin, Berlin*. S. 573.

Die Aufstellung von Goethes naturwissenschaftlichen Sammlungen im Neubau des Goethehauses zu Weimar. Von *Prof. Dr. A. Hansen, Giessen*. S. 576.

Die Ausbildung neuer Tierarten durch die Eiszeit. Von *Dr. August Thienemann, Münster i. W.* S. 581.

Hydraulische Kupplungen. Von *A. Wyszomirski, Freiberg i. S.* S. 587.

Besprechungen. S. 591.

Das Aufsteigen des Saftes in den Bäumen. S. 594.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 595.

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN IN LEIPZIG UND BERLIN

Soeben erschienen:

Lehrbuch der Biologie für Hochschulen

von

M. Nussbaum, G. Karsten, M. Weber

Zweite Auflage

VIII u. 598 Seiten. Gr. 8. Mit 252 Abb. im Text. Geheft. M. 12.—; in Leinen geb. M. 13.25

... Dies Lehrbuch besteht aus zwei Hauptteilen: einer Darstellung der experimentellen Morphologie und einer Biologie der Tiere und Pflanzen. Die erste von Nussbaum bearbeitete Abteilung gibt die Tatsachen aus verschiedenen Abschnitten der Entwicklungsmechanik locker aneinandergereiht wieder. Karstens Übersicht der pflanzlichen Biologie zeichnet sich durch äußerst klare Disposition und Darstellung aus, während an Webers Bearbeitung der tierischen Biologie vor allem die Fülle der zusammengetragenen und gesichteten Tatsachen erfreut. ... Auch dieses Buch ist ein erfreuliches Symptom dafür, wie die lange getrennt marschierenden Schwesterwissenschaften Zoologie und Botanik jetzt immer mehr sich wechselseitig durchdringen und zu einer einheitlichen Biologie verschmelzen.

Münchener Medizinische Wochenschrift.

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

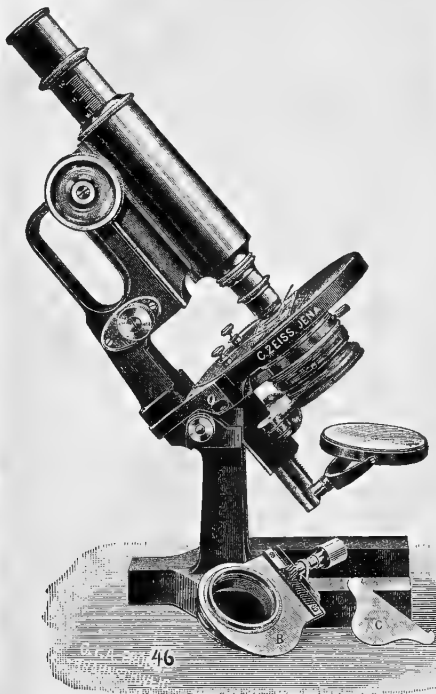
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24. — für den Jahrgang, M. 6. — für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark

10 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin: S. I — Hermann Meusser, Berlin: S. II — Julius Springer, Berlin: S. III u. IV.

Naturwissenschaftl. Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

12. Juni 1914.

Heft 24.

Neue Landentdeckungen im Nordpolarmeer.

Von Prof. Otto Baschin, Berlin.

Trotz der Erreichung des Nordpols gehört das zentrale Nordpolarbecken noch zu den unbekannten Teilen unserer Erde, und jedenfalls ist auf der nördlichen Halbkugel kein unerforschtes Gebiet zu finden, das sich an Größe auch nur annähernd mit diesem, jetzt meist als nördlichsten Ausläufer des Atlantischen Ozeans betrachteten Meeresbecken vergleichen könnte. Begrenzen wir das Gebiet durch die Nordküsten von Asien und Alaska sowie durch die Inselgruppen des nordamerikanischen Archipels einschließlich Grönlands, Spitzbergens und Franz-Josef-Lands, so haben bisher nur ganz vereinzelte Schiffsexpeditionen größere Strecken des offenen Eismees auf längeren Fahrten durchmessen, während die Schlittenreisen der Forscher *Nansen*, *Cagni*, *Cook* und *Peary*, von denen die beiden letztgenannten bis in die Nähe des Nordpols gelangten, naturgemäß zeitlich beschränkt waren und daher auch an räumlicher Ausdehnung hinter den Schiffsexpeditionen zurückbleiben mußten. Keine andere Expedition aber kann sich an Bedeutung messen mit jener Durchquerung des arktischen Ozeans, die *Fridtjof Nansen* in den Jahren 1893 bis 1896 auf seiner „Fram“ ausführte. Dieses Schiff war als schwimmendes Laboratorium ersten Ranges eingerichtet, und die auf der Fahrt erzielten ozeanographischen Resultate sind auch heute noch von grundlegender Bedeutung für unsere Kenntnis des nördlichen Eismees. Da nun *Nansen* nirgends auf Land stieß, so nahm man allgemein an, daß der arktische Ozean ein insellosoes Meeresbecken sei, eine Anschauung, die um so sicherer begründet schien, als die auf der Fram-Expedition gemessenen Tiefen alle Erwartungen bei weitem übertrafen. Während man das Nordpolarmeer bis dahin für einen seichten Meeresteil gehalten hatte, ergaben *Nansens* Lotungen, daß hier ein gewaltiges Ozeanbecken vorlag, das Tiefen bis nahezu 4000 m aufweist. Als daher *Cook* und *Peary* nachwiesen, daß auch das Gebiet um den Nordpol vom Meere eingenommen ist, wurde dies meist als Bestätigung einer bereits ziemlich feststehenden Tatsache aufgefaßt.

Um so größere Überraschung mußte daher die kürzlich erfolgte Meldung von der Entdeckung eines ausgedehnten Landkomplexes hervorrufen. Das Gebiet, um das es sich hier handelt, liegt genau nördlich

von Kap Tscheljuskin, der Nordspitze Asiens und zugleich des nördlichsten Festlandspunktes unserer Erde. Erst drei wissenschaftlichen Expeditionen ist bisher die Umsegelung dieses Vorgebirges gelungen, nämlich im Jahre 1878 Freiherrn *A. E. v. Nordenskiöld* bei seiner berühmten, bisher niemals wieder durchgeführten Umsegelung Asiens im Norden mit den Schiffen „Vega“ und „Lena“, 1893 *Fridtjof Nansen* auf der „Fram“ und 1901 Baron *E. v. Toll* mit der „Sarja“. Keiner der drei Forscher aber hat auch nur die geringste Spur von dem in der Nähe befindlichen unbekannten Lande gesehen, trotzdem *Nordenskiöld* die Existenz desselben mit prophetischem Geiste gewissermaßen im voraus geahnt hatte. Er stützte seine Ansicht auf die Beobachtung, daß die während des Winters längs der sibirischen Nordküste, aber vermutlich nicht im offenen Meere gebildete Eisdecke in jedem Sommer aufbricht und sich zu weitgestreckten Eisfeldern anhäuft, welche vom Seewinde gegen die Küste getrieben werden. Südlicher Wind dagegen treibt das Eis ins Meer hinaus, jedoch niemals weit, so daß es nach einigen Tagen anhaltenden Nordwindes in größeren oder kleineren Massen wieder zurückkommt. *Nordenskiöld* schloß daraus, daß die neusibirischen Inseln und Wrangelland nur Glieder einer weit ausgedehnten, der Nordküste Sibiriens parallel laufenden Inselgruppe bilden, welche einerseits das Eis hindert, aus dem zwischenliegenden Meere vollständig fortzutreiben, und dadurch die Eisbildung im Winter begünstigt, andererseits aber auch die Küsten vor dem nördlich von jenen Inseln gebildeten eigentlichen Polareise schützt. Die hypothetische Inselkette würde also nach seiner Ansicht das sibirische Eismeer sozusagen von dem eigentlichen Polarmeere absperrn.

Da aber weder er selbst noch seine beiden Nachfolger, *Nansen* und *v. Toll*, Land in Sicht bekamen, so geriet die an sich gut begründete Hypothese wieder in Vergessenheit.

In den letzten Jahren hat nun die russische Regierung die hydrographische Erforschung der Küsten des sibirischen Eismees mit großer Energie wieder aufgenommen, getragen von der Absicht, einen regelmäßigen Dampferverkehr von den Mündungen der großen sibirischen Ströme Ob, Jenissei und Lena nach Europa bzw. Ostasien einzurichten und auf diese Weise dem in erfreulichem Aufblühen befindlichen Handel Sibiriens neue Verkehrswege zu schaffen. Bereits mehrfach war es gelungen, von den europäischen

Gewässern aus bis zum Jenissei, von der Beringstraße her bis zur Lenamündung vorzudringen, aber das zwischen diesen beiden Strommündungen gelegene Mittelstück der sibirischen Küste, die weit nach Norden bis Kap Tscheljuskin hinaufreichende Taimyr-Halbinsel, erwies sich als ein unüberwindliches Hindernis. Man entschloß sich daher, zwei starke Eisbrecher zu erbauen, welche die Namen „Taimyr“ und „Waigatsch“ erhielten, und versuchte mit diesen die Passage zu forcieren. Im Jahre 1911 gelangten beide Schiffe auch glücklich von Wladiwostok aus bis zur Kolymamündung und 1912 bereits ein erhebliches Stück weiter bis zur Lenamündung.

Im Sommer 1913 nun drangen die unter dem Kommando des Kapitäns *Wilkitzki* stehenden Eisbrecher abermals in das Polarmeer vor, in der Absicht, diesmal ihr Werk zu krönen und in umgekehrter Richtung wie *Nordenskiöld*, nämlich von Osten nach Westen fahrend, die Umschiffung Asiens im Norden zu vollenden. Am 20. August 1913 entdeckte *Wilkitzki* östlich des neusibirischen Archipels eine kleine Insel, und beide Schiffe wandten sich dann der Erforschung und Vermessung der Taimyr-Halbinsel zu, deren Ostküste am 23. August in 76° Nord erreicht wurde. Während die „Taimyr“ auf ihrer Fahrt durch den offenen Ozean nördlich um die neusibirischen Inseln herum kein Eis antraf, wurde die „Waigatsch“, die sich in der Nähe der Küste hielt, mehrfach durch Eis behindert. Am 1. August befand sich die Expedition bei Kap Tscheljuskin, fand aber den Weg nach Westen durch festes Eis versperrt, so daß *Wilkitzki* nach Norden ausweichen mußte. Dreißig Seemeilen nördlich der Küste stieß er hier auf eine bisher unbekannte, lange schmale Insel, die sich in west-östlicher Richtung etwa sieben Seemeilen weit erstreckte. Nachdem man weitere 30 Seemeilen auf nordwestlichem Kurs gefahren war, entdeckte man die Küste eines ausgedehnten, mit Gletschern bedeckten Landes. Die Lotungen ergaben sieben Seemeilen vor der Küste Tiefen von etwa 100 Faden. Am 4. September landete *Wilkitzki* an der Nordküste der Insel bei 80° 4' Nord und 97° 12' Ost, hißte die russische Flagge und gab der Insel den Namen Kaiser-Nikolaus-II-Land. Nachdem man eine 20 Seemeilen lange Strecke der neuen Küste vermessen hatte, drangen die Schiffe noch bis 81° Nord und 96° Ost vor, wo jedoch das Eis immer dichter und die Aussicht, eine Durchfahrt zu finden, geringer wurde, so daß man sich entschloß, die Weiterfahrt nach Westen im Süden des neuentdeckten Landes zu versuchen. Aber trotzdem dort die Dicke des Eises, wie eine Bohrung ergab, nur drei bis vier Fuß betrug, vermochten die Eisbrecher doch nicht die Passage zu forcieren, sondern mußten, weil sie an einem Tage nur einen Fortschritt von fünf Seemeilen erzielten, ihr Vorhaben aufgeben und

ostwärts durch die Beringstraße zurückkehren. Am 9. Oktober konnte dann aus St. Michael in Alaska die Kunde von der neuen Entdeckung der übrigen Welt auf funkentelegraphischem Wege verkündet werden.

Durch die wichtige Entdeckung der russischen Expedition ist die Frage nach der Verteilung von Wasser und Land im arktischen Eismeer in ein neues Stadium getreten. Wir wissen jetzt, daß die Annahme weiterer ausgedehnter Landmassen im Nordpolarmeer keineswegs unwahrscheinlich ist, und damit gewinnt auch die alte Frage nach dem hypothetischen Lande inmitten des arktischen Ozeans von neuem an Interesse. Schon seit einer Reihe von Jahren weist ein hervorragender amerikanischer Fachmann auf dem Gebiete der Ozeanographie, *R. A. Harris*, darauf hin, daß verschiedene Gründe für das Vorhandensein eines ausgedehnten Landkomplexes zwischen dem Nordpol und den Nordküsten des westlichen Amerika und des östlichen Asien sprechen. Die von ihm zugunsten seiner Annahme geltend gemachten Tatsachen haben im Laufe der letzten Jahre immer mehr an Beweiskraft gewonnen, und neuerdings glaubt *Harris* sogar seiner Sache so sicher zu sein, daß er die Grenzen des von ihm vermuteten Landes in die Karte eingetragen hat. Dabei handelt es sich nicht etwa um vage und phantastische Vorstellungen, sondern um durchaus ernsthafte, auf exakter wissenschaftlicher Basis beruhende Überlegungen. Da dieser erste Versuch, die Lage und die Umrisse eines noch nicht entdeckten Landes theoretisch zu berechnen, höchst eigenartig ist und zugleich als ein typisches Beispiel dafür dienen kann, eine wie ungeahnte große praktische Bedeutung geophysikalische Messungen gewinnen können, wenn man sie in der richtigen Weise verwertet, so mögen hier einige Andeutungen über den Weg, auf dem *Harris* zu seinem Resultat gelangte, gegeben werden.

Der zweimal täglich sich wiederholende Wechsel von Ebbe und Flut im Meere verläuft keineswegs so regelmäßig, wie es nach der Theorie der Fall sein sollte. Vielmehr weisen die Gezeiten, wie jedem Küstenbewohner und Seemann bekannt ist, mitunter selbst an benachbarten Orten große Abweichungen auf, vor allem in der Eintrittszeit und in der Höhe des Hochwassers über dem Niedrigwasser, dem sogenannten Tidenhub. Der Verlauf der Gezeiten über die ganze Fläche der Ozeane ist ein außerordentlich komplizierter, weil die Meere nicht von einer einzigen, sondern von einer ganzen Reihe Gezeitenwellen durchkreuzt werden, die sich zum Teil sogar begegnen und dadurch außerordentlich verwickelte Verhältnisse schaffen. So hat zum Beispiel Professor *E. Wiechert* darauf hingewiesen, daß die Gezeiten der Nordsee aus dem Indischen Ozean stammen. Die Gezeitenwelle biegt um die Südspitze Afrikas nach Norden herum, durchläuft die rund 10 000 km lange Strecke bis nach England in 12 Stunden und erreicht im ganzen zwei Tage nach Verlassen des

Indischen Ozeans die deutsche Küste. Im englischen Kanal begegnet sich die aus dem Atlantischen Ozean direkt kommende Gezeitenwelle mit derjenigen, die von Norden her in die Nordsee eingedrungen ist und durch die Straße von Dover westwärts hinausläuft. So kommt es, daß die Bucht von Southampton anstatt zwei Hochwasser in 24 Stunden deren drei hat. Erst die mathematische Analyse dieses Phänomens hat hier manche Aufklärung gebracht, und die geophysikalische Wissenschaft hat es vermocht, bestimmte Gesetzmäßigkeiten festzustellen, aus denen hervorgeht, daß nicht nur der Verlauf der Küsten von Festländern und Inseln, sondern auch die Tiefenverhältnisse der Meere von maßgebendem Einfluß auf die Art und Geschwindigkeit des Fortschreitens der Gezeitenwelle sind. Die Geschwindigkeit beträgt zum Beispiel in einem 4000 m tiefen Meere fast 200 m in der Sekunde, bei 1000 m Tiefe dagegen nur etwa die Hälfte. Es liegt daher der Gedanke nahe, daß es möglich sein müsse, aus der Zeit des Eintreffens der Gezeitenwelle an den Küsten eines Meeres, dessen Ausdehnung und Tiefen völlig unbekannt sind, zuverlässige Schlüsse auf beide zu machen. Dieser Methode nun hat sich *Harris* bei seinen Untersuchungen bedient. Daß es bisher noch nie gelungen war, den Verlauf unbekannter Küstenlinien aus Gezeitenbeobachtungen zu berechnen, hatte einen sehr einfachen Grund. Bei denjenigen Ozeanen nämlich, aus denen eine genügende Anzahl zuverlässiger Gezeitenbeobachtungen vorliegen, sind die Küsten bereits bekannt, während aus den Meeren, in denen die Verteilung von Wasser und Land noch nicht feststeht, bisher nur vereinzelte Messungen von Gezeiten vorlagen, so daß der Theorie die erforderlichen Beobachtungsgrundlagen fehlten.

Die ozeanologischen Beobachtungen der Pearyschen Polarexpeditionen und andere gleichartige Messungen an den Küsten des Nordpolarmeeres haben aber neuerdings genügendes Material geliefert, das *Harris* benutzen konnte, um eine Gezeitenkarte dieses Meeres, das wir als den nördlichsten Teil des Atlantischen Ozeans aufzufassen haben, zu konstruieren, aus der er nun seine Folgerungen zieht.

Der arktische Ozean ist ein an und für sich fast flutloses Meer, da die geringen, dort beobachteten Höhen der halbtägigen Gezeiten fast ganz von den Flutwellen des Atlantischen Ozeans herkommen, die sich bis hoch nach Norden hin fortpflanzen. Wenn die Flutwellen also auf ihrem Wege kein Hindernis antreffen, müssen sie zwischen Grönland und Norwegen hindurchlaufend das Polarmeer durchqueren und in bestimmter Weise, die sich rechnerisch ermitteln läßt, an den gegenüberliegenden Nordküsten von Asien und Amerika ankommen. Nun zeigen aber die Gezeitenbeobachtungen an diesen Küsten, daß sowohl die Zeiten des Eintreffens der Flutwelle, als auch die Höhen des Tidenhubs mit der Voraussetzung eines tiefen, ununterbrochenen Polarmeeres nicht

in Übereinstimmung zu bringen sind. So kommt zum Beispiel bei Point Barrow, der Nordspitze von Alaska, der Flutstrom nicht von Norden, beziehungsweise von Osten, sondern von Westen, und der beobachtete Hub der ganztägigen Gezeiten bleibt sowohl hier wie an der Nordküste Ostsibiriens noch unter dem halben Betrage des theoretisch, unter der Voraussetzung eines offenen Polarmeeres berechneten Wertes. Dagegen fallen alle Unstimmigkeiten fort, wenn man annimmt, daß zwischen diesen Küsten und dem Nordpol ein Landkomplex existiert, dessen Größe und Form *Harris* vorausberechnet hat, wobei er noch die Richtung der Eisdrift, die Reisen von Driftkörpern im Meere, die Lotungen der Pearyschen Nordpolexpedition und andere Beobachtungen berücksichtigt hat.

Eine Ecke des hypothetischen Landes soll nördlich von den neusibirischen Inseln in etwa 82 bis 83 Grad nördlicher Breite liegen. Maßgebend für diese Annahme war die Richtung und Geschwindigkeit, mit der das in jener Gegend eingefrorene Polarschiff „*Jeanette*“ von Januar 1881 bis zu seinem am 17. Juni desselben Jahres erfolgten Untergang im Eise trieb. Auch deutet die Verminderung des halbtägigen Tidenhubs, die bei der nördlichsten neusibirischen Insel noch 2½ Fuß beträgt, auf 0,2 Fuß an der Nordküste der Tschuktschen-Halbinsel und 0,4 Fuß bei Point Barrow auf Land in dieser Gegend hin.

Eine zweite Ecke wird nördlich von Point Barrow in etwa 77° nördlicher Breite angenommen, woraus sich das sowohl von *Leffingwell* wie von *Mikkelsen* beobachtete östliche Fortschreiten der Gezeitenwelle in jenem Gebiet erklären würde. Von da aus erstreckt sich das Land wahrscheinlich ostwärts bis in die Nähe von Banksland, der westlichsten Insel des nordamerikanischen arktischen Archipels. Die Küste würde also das nördlich von Alaska gelegene Beaufortmeer im Norden abschließen, worauf auch das Alter des Eises in diesem Meeresteil hindeutet, und wofür auch die wahrscheinliche Drift einer dort ausgesetzten Schwimmboje spricht, die an der Küste des nördlichen Norwegens wiedergefunden wurde.

Eine dritte Ecke hat *Harris* nordwestlich von Banksland, nahe dem 75. Breitengrade angesetzt. Der Umstand, daß die Gezeiten an der Nordküste des westlichen Canada von denen, die nördlich von Banksland gemessen werden konnten, wenig beeinflusst sind, spricht dafür, daß das hypothetische Land nahe an Banksland heranreicht.

Die vierte Ecke endlich liegt nördlich von Grant Land, wo *Peary* im Jahre 1906 bereits ein hohes Land gesichtet hat, das seitdem auf den Karten als Crockerland eingetragen ist. Bestätigt wird die Existenz eines ausgedehnten Landsockels auch durch die Feststellung einer Tiefe von 564 m in 85½ Grad nördlicher Breite, die *Peary* auf seiner Nordpolfahrt 1909 maß. Der Verlauf der Küste von hier bis zur ersten Ecke steht natürlich am wenigsten fest, doch macht es die Größe

des halbtägigen Tidenhubs an den umliegenden Küsten wahrscheinlich, daß das Land dem Nordpol ziemlich nahe kommen wird.

Im ganzen dürfte also ein Gebiet von trapezoidischer Form herauskommen, dessen Größe etwa 1 300 000 Quadratkilometer beträgt, das heißt beinahe ebensoviel wie Deutschland, Österreich, England und Italien zusammengekommen. Allerdings ist nicht gesagt, daß ein zusammenhängender Landkomplex von diesem Areal vorhanden sein muß; es kann sich möglicherweise um seichte Meeresteile oder einen Archipel von Inseln handeln, jedenfalls aber um ein Gebiet, das nicht von tiefem Meer eingenommen ist.

Nichts ist nun natürlicher als der Wunsch, jenes durch theoretische Überlegungen wahrscheinlich gemachte Land auch praktisch zu entdecken und zu erforschen.

Zwei amerikanische Expeditionen unter *D. B. Macmillan* und *V. Stefánsson* sind zu diesem Zwecke bereits unterwegs. Allerdings sind beide von Mißgeschick verfolgt gewesen, und es ist nicht wahrscheinlich, daß sie bereits in diesem Sommer ihr Ziel erreichen. Wenn es aber gelingen sollte, das harrische Land zu finden, so wäre dies ein großer Triumph für die geophysikalische Wissenschaft. Die neue Methode würde dann nämlich die Möglichkeit eröffnen, die Resultate intensiver geographischer Forschung für die extensive Forschung zu verwerten, während bisher in der Geschichte der Erdkunde fast stets der umgekehrte Weg eingeschlagen werden mußte. Anstatt selbst auf Reisen zu gehen, läßt man die Flutwelle als Forschungsreisenden fungieren, und aus den Verzögerungen und Ablenkungen, die sie von ihrem theoretisch vorgezeichneten Weg erleidet, berechnet man die Lage und Gestalt nie gesehener Länder.

Fürwahr ein glänzender wissenschaftlicher Erfolg, der sich würdig den höchsten Errungenschaften des menschlichen Geistes an die Seite stellen könnte und ein Analogon bilden würde zu den kühnen, durch die spätere Forschung bestätigten Voraussagungen neuer chemischer Elemente durch *Mendelejeff* und zu der rechnerischen Entdeckung des Planeten Neptun durch den französischen Astronomen *Leverrier*.

Die Aufstellung von Goethes naturwissenschaftlichen Sammlungen im Neubau des Goethehauses zu Weimar.

Von Prof. Dr. A. Hansen, Gießen.

Die Naturwissenschaft hat sich in unserer Zeit immer mehr in eine Anzahl Spezialwissenschaften gespalten, die sich durch ihre besonderen Objekte und ihre für besondere Zwecke immer feiner ausgebildete Methodik unterscheiden. So entstanden aus der einen Wissenschaft eine Menge Naturwissenschaften, dennoch nur Zweige eines Baumes, *Goethes* Leben fällt in jene Zeit,

wo die Spezialisierung der einzelnen Naturwissenschaften unter Führung hervorragender Gelehrten begann. Sein Genius konnte noch gerade mit einem Blick die frühere Einheit übersehen. Er nahm um so mehr nicht nur den regsten Anteil an allen auftauchenden neuen Problemen, sondern durch Beobachtung, geschickte Methodik und theoretische Verarbeitung der Tatsachen nahm er teil an dem mächtig einsetzenden Fortschritt und hatte den Wunsch, zu diesen neuen Errungenschaften seinen Teil beizutragen. Wenn ihm, als gefeiertem Dichter, das von manchen Spezialforschern verargt wurde und von einseitigen, für das Geniale unempfindlichen Naturen noch heute verübelt wird, so geschah und geschieht das mit Unrecht. Denn *Goethe* hatte sich von Anfang seiner Studien an aufs ernsteste den Naturwissenschaften und der Medizin, neben seinem Fachstudium, zugewendet und sie von Anfang an, nicht als Autodidakt, sondern akademisch getrieben. Darum kann auch seine Bekanntschaft mit den Problemen gar nicht wundernehmen. Da sich zu dieser Bekanntschaft eine auffallende Begabung für Beobachtung und naturwissenschaftliche Methodik gesellte, so waren alle Bedingungen zu wissenschaftlicher Produktion erfüllt. Man darf diese Produktion selbstverständlich kritisieren, aber die Stimmen, welche *Goethe* das Recht zu naturwissenschaftlicher Forschung abzusprechen sich bemühen, beweisen damit nur ihre eigene historische und sachliche Urteilslosigkeit. Zur Gewinnung des richtigen Standpunktes konnte es kaum ein besseres Mittel geben, als *Goethes* naturwissenschaftliche Sammlungen geordnet und sichtbar aufzustellen. Denn die Frage, ob er Naturforscher war oder nicht, kann nicht gelöst werden durch Herumstöbern in seinen naturwissenschaftlichen Veröffentlichungen daraufhin, ob dies oder jenes so oder so gemeint sei. Naturwissenschaft entsteht immer durch Auswahl richtiger Objekte, um darüber richtige Gedanken zu fassen und Aussagen zu machen, und diese durch naturwissenschaftliche Methodik zu erläutern. Es gibt also nur die eine Frage, ob *Goethe* diesen Forderungen genügt hat. Sie ist glatt zu bejahen. Die bisher nicht allgemein bekannten Objekte und Methoden, die die Grundlage seiner Gedanken bilden, sind nun vor aller Augen aufgestellt, und es läßt sich die Richtigkeit der Schlußfolgerungen mit *Goethes* eigenen Hilfsmitteln prüfen. Das Verdienst, diese Notwendigkeit erkannt und erfolgreich vertreten zu haben, hat sich der jetzige Vorstand des Goethe-Nationalmuseums, Geheimrat *W. von Oettingen*, erworben, und es ist ganz besonders erfreulich, daß die literatur- und kunstgeschichtliche Goetheforschung in Weimar den Blick für *Goethe den Naturforscher* nicht verschlossen hat, daß Staatsregierung und der Landtag des Großherzogtums Sachsen durch einmütige Bewilligung erheblicher Staatsmittel diesen Neubau mit seinem lehrreichen In-

halt ermöglicht haben, nicht als bloßes Schaustück, sondern zur Förderung der Erkenntnis.

Goethes künstlerischer und wissenschaftlicher Nachlaß, der so umfangreich ist, wie ihn selten ein einzelner besessen, so daß das Goethehaus mit Recht heute den Namen eines *Museums* trägt, gab zwar auch von seinen ausgedehnten naturwissenschaftlichen Studien einige Auskunft. Aber das hinter den Kunststudien zurücktretende allgemeine Verständnis für Naturwissenschaft wurde Veranlassung, daß Goethes Kunstsammlungen die größere Aufmerksamkeit erregten und die naturwissenschaftlichen Sammlungen, auch aus Rummangel, zurückgedrängt und immer mehr dem Anblick entzogen werden mußten, so daß sie endlich kein anschauliches Bild dieser Goethischen Tätigkeit mehr verschaffen konnten. Das ist nun anders geworden und alle Mitarbeiter waren sich schließlich darüber einig, und müssen es, ohne sich selbst das kleinste Lob erteilen zu wollen, zum Ausdruck bringen, es hat sich ein über ihre Erwartung erfreuliches Denkmal des Naturforschers *Goethe* ganz von selbst aus der Arbeit entwickelt.

Das Gebäude, welches die Sammlungen enthält, ist zwar innerlich mit dem alten Goethehause verbunden, macht aber von außen gesehen nicht den Eindruck eines Anbaues, da es als selbstständiges, an *Goethes* Wohnhaus angrenzendes Haus im alten Weimarer Stil erscheint. Im ersten Stockwerk befinden sich zwei große stimmungsvolle Säle. In dem einen sind in prächtigen Schränken und Vitrinen älteren Stils die *Majolikensammlung*, die *Münz- und Plakettensammlung*, die *Bronzen und antiken Gebrauchsgegenstände* aufgestellt. In dem anderen, mit dunklen Wandschränken aus Eichenholz umrahmten, großen Saal sind *Goethes Handzeichnungen* und die große Sammlung seiner *Tafelwerke* des Kunstdruckes, die *Silhouetten* usw., endlich so geordnet, daß sie für Studien zugänglich sind. Wie wenig Anschauung hatte man bis dahin von diesem nach verschiedenen Richtungen interessanten und unschätzbaren Material. Man hörte wohl einmal, *Goethe* habe ja auch Zeichentalent besessen, was noch einige Zeichnungen seiner Hand bewiesen. Es sind aber in diesem schönen Saal nicht weniger als 2000 Zeichnungen von *Goethes* und anderer Künstler Hand aufbewahrt. Außerdem findet man ebenso viele Originale bekannter Künstler und 3000 Kupferstiche, Lithographien, illustrierte Werke, *Silhouetten* usw. Nicht bloß zur Befriedigung künstlerischer Neugier, sondern als Material zu Fachstudien, die vielleicht nur hier das finden, was sie suchen. Die große Arbeit der Einrichtung dieser unteren Säle wurde von Geheimrat W. v. Oettingen, Dr. Kröber und Dr. Graber geleistet.

Steigt man die schöne Treppe hinauf, so betritt man drei geräumige, helle Säle, die sofort den Eindruck eines gut ausgestatteten naturwissenschaftlichen Museums machen. Wie gänzlich

fühlt man sich hier dem Dichter entrückt. Umgeben von naturwissenschaftlichem Handwerkszeug und Naturobjekten tritt der lehrhafte Naturbeobachter *Goethe* lebendig vor die Vorstellung.

Vier Fachleute, Prof. Dr. *Semper* aus Aachen (Geologe), Dr. *Lehrs* vom British Museum (Zoologe), Dr. *Speyerer* aus München (Physiker) und Verfasser dieser Zeilen (Botaniker) waren vereinigt, die bisher in Bodenkammern und Schubladen verstreuten und verborgenen, zum Teil unzureichend geschützten Objekte sicher für alle Zeiten aufzustellen, so wie es wohl, nach seinen Äußerungen, *Goethes* Wünschen entsprechen dürfte. Erhebliche *Staatsmittel* für Einrichtung der Säle und zahlreiche *Stiftungen* von Goethe-Freunden und wissenschaftlichen Instituten lieferten die technische Unterlage.

Am meisten Eindruck macht wohl der physikalische Saal. Niemand wird ihn ohne Staunen verlassen, welch reichen physikalischen Apparat sich *Goethe* nach und nach verschafft hat, welche Fülle lehrreicher Versuche er angestellt hat. Das Urphänomen und die zahlreichen anderen theoretisch und praktisch wichtigen und aufklärenden optischen Versuche, sind nicht mehr unklare oder schwer verständliche Begriffe und Vorstellungen, auch der Laie kann hier an praktikablen Apparaten die von *Goethe* mit erstaunlicher wissenschaftlicher Genauigkeit beschriebenen Versuche in seiner Weise wiederholen und wird für seine Kenntnisse in physiologischer Optik und in praktischer Farbenlehre „in einer Stunde mehr gewinnen“ als durch Bücherstudium. Kontrastfarben, Komplementärfarben, farbige Schatten, die Ursache der Farben der Mineralien und der lebendigen Natur sind ja keine vergangenen Dinge, sondern bilden auch heute noch Aufgaben der Wissenschaft, und die Aufdeckung der Probleme, wie die Versuche ihrer Lösung durch *Goethe* verschaffen auch dem heutigen Besucher dieses Saales wissenschaftlichen Genuß und geistigen Besitz. Die Originalapparate *Goethes* sind in zwei großen Schränken aufgestellt, und man bewundert darin ebenso manches feine Instrument seines Mechanikers wie die einfachen, von ihm herrührenden Apparate, mit denen zumal der Physiker oft seine grundlegenden Entdeckungen macht. Außerordentlich lehrreich für den Praktiker, den Maler, den Dekorateur, den Tapetenfabrikanten sind zweifellos die objektiven Erläuterungen von *Goethes* Sätzen über die ästhetische Wirkung der Farbe. *Walter Haeckel*, Maler in München, Sohn *Ernst Haeckels*, hat durch mehrere Gemälde nach der Natur die Luftfärbungen bei Wirkung des Sonnenlichtes auf die verschieden trübe Luft sowie die malerische Wirkung der farbigen Schatten erläutert. Dem Laien wird durch einfache, aber schlagende Versuche die Wirkung trüber Medien auf Farben, Hofbildung usw. ebenso erläutert, wie die Polarisation und Absorptionserscheinungen. Er wird zweifellos

nach Verlassen dieses Saales etwas mehr von Goethes optischen Studien halten als nach dem bloßen Hören von *Helmholtz'* kurzer Erzählung, *Goethe* habe einmal einen Augenblick durch ein von Hofrat *Büttner* entliehenes Prisma gesehen, seine Beobachtung falsch gedeutet und sich flugs an das Tintenfaß gesetzt, um eine Farbenlehre zu verfassen. Er wird vielmehr verstehen, daß *Goethe* Jahre mit diesen Studien ausgefüllt hat und wird seine Genauigkeit und Vorsicht als vorbildlich für einen Naturforscher anerkennen¹⁾. Der Studierende der Physik wird einigermaßen erfreut sein, nicht nur darüber, wieviel historisch Interessantes ihm hier entgegentritt, sondern wieviel brauchbare Methodik *Goethe* besaß. Es braucht nur an die Benutzung einer Lycopodiumschicht zur Erzeugung von Lichthöfen, oder die schnelle Erzeugung von Farben dünner Blättchen mit Hilfe von Asphaltlack auf einer Wasserschicht hingewiesen zu werden.

Aus dem physikalischen Saal betritt man die zoologisch-botanische Abteilung, einen geräumigen, hellen, mit schönen, einfachen Eichenschränken mit Glastüren ausgestatteten Saal. 18 Glaskästen, die auf den Schränken stehen, enthalten eine hübsche Sammlung deutscher Vögel. Sie zeugen, wie vieles andere, von Goethes stetem Streben nach Übersicht und Zusammenfassung und seine Abneigung gegen Zersplitterung in Vielem.

Kleine Haie, Reptilien, z. B. Schildkröten und Krokodile, bilden nebst Insekten und Mollusken den Inhalt eines Schrankes. Das osteologische Material zeugt von Goethes bekannten umfangreichen Studien auf diesem Gebiet und enthält unter Vogelskeletten und Wirbeltierschädeln durch Goethes Zeichnungen und Beschreibungen besonders bekannte Stücke, wie den Schädel des „Hirschebers“. Von besonderem Interesse sind die in einem Schranke für sich aufgestellten Stücke zur Erläuterung der Entwicklung des Zwischenkiefers beim Menschen. Außer Goethes Sammlungsstücken sind zwei sehr schöne Präparate von Kinderschädeln aufgestellt, welche diese Entdeckung klar machen. Ein weiterer Schrank enthält Masken von *Dante*, *Tasso* u. a. für physiognomische Studien und Schädelabgüsse zur Schädellehre. Ein kleiner Schrank hat die kleine ethnographische Sammlung aufgenommen, die sich im Nachlaß gefunden.

Mit der Zoologie ist die botanische Sammlung in einem Saal vereinigt. Man wolle mir die etwas ausführlichere Beschreibung nicht verübeln, da ich von diesen Gegenständen mehr wie von den bisher genannten kenne.

Die botanische Sammlung besteht aus dem ziemlich umfangreichen, fünfzehn große Mappen umfassenden Herbarium und aus einer Samm-

lung von Trockenpräparaten. Auch diese Sammlung ist nicht bloß als Erinnerung von Wert, sondern bezeugt, daß auch seinen botanischen Veröffentlichungen überall gründliche Anschauung und Kenntnis der Objekte zugrunde lagen und die von Unkundigen verbreitete Legende, *Goethe* habe die Pflanzen nur poetisch betrachtet und schildern können, aufs gründlichste widerlegen.

Der Katalog des Herbariums weist über 1900 Nummern auf. Der ältere Teil des Herbariums ist nach Linnéschen Klassen geordnet und war früher in Pappkästen aufbewahrt. Die Pflanzen sind sorgfältig auf Papier aufgeklebt und in dieser ursprünglichen Fassung in die neuen Bogen des Herbariums eingeordnet worden. Ob *Goethe* die Pflanzen selbst eingelegt hat, läßt sich nicht bestimmt angeben. Die lateinischen Namensunterschriften stammen nicht von ihm und sind zum Teil veraltete Namen, vielleicht aus *Rupps* Flora von Jena stammend. Später, nachdem *Goethe* den jungen *Batsch* nach Weimar berief, den er später als Professor der Botanik nach Jena empfahl, sind von diesem die alten Namen durch Linnésche Namen ersetzt, unter Hinweis auf Linnés Pflanzenwerk. In der oberen Ecke der Blätter sind von Goethes Hand ebenfalls Zahlenhinweise, vielleicht auf eine andere Ausgabe von Linné, mit Bleistift beigefügt, lauter Zeichen, daß *Goethe* das Herbarium zu Studien benutzt hat. Bei dieser Verwendung ist, vielleicht durch Verleihen, der Fascikel der fünften Klasse abhanden gekommen, was erst bei der Neuordnung bemerkt wurde. Sonst enthält das Herbarium alle Klassen, auch die Kryptogamen, zusammen 929 Nummern, und gibt eine Übersicht über die dortige Flora. Bei den Gräsern finden sich vielfach ausführliche Zusätze über Vorkommen, Wert der Gräser für die Landwirtschaft usw., die von *Batsch* geschrieben zu sein scheinen. Solche Zusätze bei dieser wichtigen Familie beweisen zweifellos wissenschaftliche Ziele und Absichten bei Anlegung des Herbariums.

Der andere Teil des Herbariums ergibt, daß *Goethe* das Sammeln von Pflanzen nach Art eines botanischen Fachmannes bis ins Alter fortsetzte. Ca. 1000 Pflanzen waren mit Namen versehen, lagen aber nicht geordnet, zum Teil noch in dem zum Trocknen benutzten Papier. Sie sind jetzt nach natürlichen Familien geordnet und umfassen fast alle wichtigeren Pflanzenfamilien. *Goethe* suchte sich offenbar eine Übersicht über das ganze Pflanzensystem zu verschaffen und es ist hervorzuheben, daß er z. B. auch eine ziemlich umfangreiche Sammlung Meeresalgen zusammengebracht hat, die heute keineswegs im Besitze jedes Botanikers sind. Diese Algen sind ihm von verschiedenen Seiten geschenkt worden. Eine Sammlung von Mittelmeeralgen, vielleicht aus Neapel, durch Papier und Volksnamen als zusammengehörig kenntlich, war besonders aufbewahrt. Auch hier sind nachträglich botanische Namen beigefügt. *Goethe* hat, wie es scheint,

¹⁾ Zur Aufklärung über Goethes Farbenlehre vgl. den ausgezeichneten Aufsatz von W. König, Goethes optische Studien. Physikalische Zeitschrift 1900, 1. Jahrg., S. 454.

sich auch diese Formen durch längere Anschauung einzuprägen gesucht, denn viele der Blätter sind mit Aufhängern versehen, um sie an die Wand zu hängen, wie das bei seinen botanischen Studien seine Art war. Eine andere Sammlung von Meeresalgen und einigen Bryozoen stammt aus der Nordsee (Wangeroo) und wurde *Goethe* 1823 von Frau von *Richthofen*, geborene Prinzessin von *Holstein-Beck* geschenkt, ein Beweis, daß sein Interesse für Pflanzen bekannt genug war. Außer diesen beiden Sammlungen fanden sich noch eine Menge Florideen und Phäophyceen auf sauberen Blättern vor. Diese eingehende Beschäftigung auch mit den damals nur von wenigen Botanikern, z. B. *Goethes* Freund *Nees von Esenbeck* studierten Kryptogamen ist wohl bemerkenswert. Ein kleines, zum Mitnehmen in der Rocktasche eingerichtetes Herbarium enthält die kleineren Farne, Ophioglossum, Botrychium usw. und die wichtigsten Leber- und Laubmoose.

Das ganze Herbarium ist trotz des geringen Schutzes noch gut erhalten und nun sicher vor dem Untergange bewahrt. Dies Herbarium ist bei seinem Umfange auch deshalb für Weimar von Wert, weil andere Herbarien aus jener Zeit hierzulande nicht erhalten wurden, sondern durch Sorglosigkeit zugrunde gingen¹⁾.

Schleiden, der von 1839 bis 1863 Professor der Botanik in Jena war, berichtet, daß, als er zum erstenmal das Dachkämmerchen im damaligen Jenaer Schlosse betrat, wohin die auf *Goethes* Anregung von *Batsch* geschaffenen botanischen Sammlungen der dortigen naturforschenden Gesellschaft nach *Batsch'* und *Goethes* Tode gebracht worden waren, er den Boden handhoch bestreut fand mit aus den Mappen herausgerissenen Pflanzen und Pflanzepapieren, zerknickt, zertreten die noch an den hängengebliebenen Originaletiketten erkennbaren unschätzbaren Originale eines *Jacquin* und des ostindischen Sammlers *Rottler*, statt der reichen, vorhanden gewesenen Frucht- und Samensammlung, zu der selbst *Jussieu* und andere französische Botaniker beigetragen hatten, nur leere Standgläser mit Etiketten. Für die damals von *Goethe* schon gepflegte, heute ganz allgemeine Art botanische Sammlungen anzulegen, hatten die meisten Zeitgenossen *Goethes* kein Verständnis. Damals pflegte man Pflanzenteile, die sich nicht in Herbarien legen lassen, nur abzubilden aber nicht zu

sammeln. Das hing auch damit zusammen, daß die Botanik auf fast allen Universitäten noch als Nebenfach von Medizinern vorgetragen wurde und diesem Fach als Hilfsmittel höchstens ein kleiner botanischer Garten, aber keine Instituts- und Sammlungsräume zur Verfügung standen.

Je seltener man damals botanische Sammlungen anlegte, um so mehr muß die Anschauung der *Goetheschen* Sammlung trotz ihres gegen heutige Sammlungen natürlich zurücktretenden Umfanges lehren, wie einsichtig dieser vielseitige Genius bei allem verfuhr, was er unternahm.

Goethes botanische Sammlung war übrigens zweifellos einst reichhaltiger. Nachgewiesenermaßen ist manches verschwunden. Die geringere Ansehnlichkeit trockener Pflanzenteile läßt leicht über ihren Wert hinwegsehen und bei der leichten Zerbrechlichkeit vieler Objekte ist die primitive Aufbewahrung des Nachlasses, das öftere Umräumen im Laufe der Jahre, das schließliche Zusammendrängen in ein paar Schubladen, der Erhaltung nicht günstig gewesen. Dennoch blieb bei der Neuordnung noch soviel übrig, um anschaulich zu machen, daß *Goethe* auch auf botanischem Gebiet kein bloßer Kuriositätensammler war, sondern in fachmännischer Weise immer mit Rücksicht auf wissenschaftliche Fragen gesammelt hat.

Das geht schon aus der hübschen pflanzenpathologischen Sammlung hervor, die eine Reihe besonders schöner Stücke enthält. Wer erkannte damals in der Botanik die Bedeutung des Pathologischen an? Erst 1841 schrieb *Meyen* die erste Pflanzenpathologie, *Masters* Pflanzentherapie erschien erst 1869 in London und erst durch *Küster* ist die Pflanzenpathologie zu moderner Auffassung abgerundet und durch *Vöchtings* Untersuchungen zu einer experimentellen Wissenschaft gestaltet worden. *Goethe* hatte die wahre Bedeutung des Pathologischen vollkommen erkannt und äußert sich darüber ausführlich in seiner Morphologie. Er warnt vor den Ausdrücken Mißentwicklung, Mißbildung, Verkrüppelung, weil es sich auch bei diesen Erscheinungen nicht um etwas Negatives, sondern um positive Wirkungen der formbildenden Kräfte handle, in welchen die Natur sich doch von ihren Grundzügen nicht entferne. Aus diesem Gesichtspunkte hat er die zahlreichen schönen Fasziationen gesammelt, von Kiefern, Eschen und anderen Pflanzen, die man in dieser Ausbildung nicht häufig antrifft, so daß diese Stücke auch heute ihren vollen Sammlungswert besitzen. Neben den Fasziationen, die keine Verwachsungen, sondern nur abnorme Verbreiterungen der Äste sind, finden sich auch instruktive wirkliche Verwachsungen jüngerer Äste. Interessant ist es, daß *Goethe* auch schon Exemplare von *Dipsacus* mit Zwangsdrehungen gesammelt hat, die *Hugo de Vries* erst 1892 genauer beschrieben hat. Für die mannigfaltigen Erscheinungen der Überwallung von Ästen, von Einschnitten in die Rinde von Bäumen, deren

¹⁾ Ich berichtige damit eine Äußerung in meinem Buche „*Goethes* Metamorphose der Pflanzen“ (1907), daß *Goethes* Herbarium nur den Wert eines Erinnerungsstückes habe. Damals war das Herbarium in den Räumen des Goethehauses so verstreut und versteckt, daß ich nur einen kleinen Teil davon zu sehen bekam. Als mir zur Neuordnung das ganze Material zugestellt wurde, mußte der Umfang und die Vollständigkeit des Herbariums die Beurteilung ändern, das Herbarium ist schon mit Rücksicht auf die Geschichte der Nomenklatur von Wert. Man wird in ihm auch manchen anderen Aufschluß finden können.

nachträglicher Einschluß in die neugebildeten Holzmassen dann die für manchen rätselhaften Figuren innerhalb eines Baumes hervorruft, finden sich hübsche Beispiele. Von anderen Objekten zur Pathologie sind hübsche Maserungen, Holzknollen, Gallen, durch Pilze und Bohrmuscheln veranlaßte Veränderungen des Holzes usw. vorhanden, lauter Objekte, an denen man etwas lernen kann. Eine Anzahl großer Boviste in Glaskästen eingeschlossen, große Durchschnitte durch Feuerschwamm zeugen von dem allseitigen Interesse des Sammlers.

Daß *Goethe* mit seinem ausgebildeten Sinn für die Pflanzenform der Formenreichtum ihrer Früchte und Samen anziehen mußte, ist wohl begreiflich. Seine Frucht- und Samensammlung enthält eine reiche Auswahl vorwiegend exotischer Gegenstände, von großen Palmenfrüchten bis zu den kleinsten Früchten. Es befinden sich darunter manche hübsche Stücke, z. B. die Frucht des Affenbrotbaumes (*Adansonia digitata*), Früchte tropischer Lianen (*Intsea ensiformis*, *Bignonia echinata*, *Enthada scandens*). Sonst allerlei nebeneinander: *Lagenaria*, *Trapa*, *Punica*, *Myristica*, *Areca*, Pinienzapfen, Zedernzapfen usw. Auch technische Sachen, Faserstoffe, Drogen werden gesammelt. Ein anderer Schrank enthält eine Menge Morphologisches, Blätter und Fruchtstände von Palmen, Verzweigungsformen, Rhizome, Blattskelette, Blütenanalysen usw.

Eine für einen Privatmann ganz ansehnliche Holzsammlung in zum Teil hübschen, geschnittenen Stücken beweist *Goethes* praktisches Interesse. Wenn gelegentlich behauptet wird, *Goethe* habe die Natur immer nur vom dichterischen, ästhetischen Standpunkt aus betrachtet, so wird das wohl durch nichts so schlagend widerlegt, wie durch die botanische Sammlung. Getrocknete Pflanzen und Pflanzenteile haben künstlerisch nichts Anziehendes mehr, sie sind tot und haben Form und Farbe verändert. Es kann nichts Nüchterneres geben, als eine Holzsammlung und auch die übrigen Objekte glänzen nicht. Aber jedes Stück beweist, daß *Goethe* als Botaniker den Wert des Objekts für spätere Studien erkannt hat.

Ein besonderer Beweis für *Goethes* Begabung für die Naturforschung liegt in seiner ganz modernen Methode, die Beobachtungsobjekte mit wissenschaftlicher Genauigkeit zu zeichnen oder zeichnen zu lassen. Diese heute als unumgänglich anerkannte Methode ist zumal bei vergänglichen Objekten unbedingt notwendig. Es ist als ein besonderes Glück zu betrachten, daß *Goethe* uns von den Objekten, auf die er seine Metamorphosenschrift begründet hat, prächtige Zeichnungen hinterlassen hat. Es sind Aquarelle, die, wenn er sie nicht selbst hergestellt hat, jedenfalls unter seiner genauen Anleitung angefertigt wurden, da es keine bloßen Bilder, sondern genaue wissenschaftliche, für ganz bestimmte Erläuterungen bestimmte Abbildungen sind. Das Märchen, *Goethes* heute in der Botanik die Grundlage der Morpho-

logie bildende Metamorphosenlehre sei eine bloße Phantasievorstellung von ihm gewesen, kann nach Vorlage der zahlreichen Beobachtungsobjekte, auf welche diese Lehre sich gründet, natürlich nur Achselzucken hervorrufen. *Goethe* hatte diese Abbildungen schon bei der Publikation seiner Schrift zur Veröffentlichung bestimmt und schon farbige Kupferdrucke nach den Originalen anfertigen lassen. Die damals schwierige und langwierige Vervielfältigungstechnik ließ ihn vorläufig auf die Beigabe von Bildern Verzicht leisten, was sehr zu bedauern ist, da sie das Verständnis seiner Hypothese bedeutend hätten fördern können. Später kamen ihm diese Bilder, wie er selbst angibt, abhanden und wurden vor einem Jahrzehnt erst zufällig wieder in einem Versteck im Goethehause aufgefunden und zum großen Teil veröffentlicht¹⁾.

Zur Metamorphosenlehre hat *Goethe* auch Pflanzenbeispiele in Herbarien eingelegt. Ein Teil ist verloren, nur das Verzeichnis existiert, eine Mappe mit Blattformen und Übergängen usw. ist noch vorhanden.

Neben dem zoologisch-botanischen Saal befindet sich der Saal für die Gesteinsammlung und die paläontologischen Stücke. Hier stehen die Sammlungen in den ursprünglichen Goetheschen Schränken. Für den Kunstfreund ist schon die ungemein reichhaltige Sammlung antiker Marmore anziehend. Wie eingehend sich *Goethe*, angeregt durch seine Beschäftigung mit dem praktischen Bergbau, mit Geologie und Mineralogie befaßt hat, ist wohl am meisten bekannt. Er hat auch dazu eine reiche Sammlung zusammengebracht, die wie die anderen Sammlungen noch viel Anregung zu geben vermag.

Die von vier Naturforschern von Fach bestätigte wissenschaftliche Bedeutung von *Goethes* naturwissenschaftlichen Sammlungen beleuchtet nicht nur seine Arbeitsweise als Naturforscher in richtigerer Weise als bloß aus der Literatur geschöpfte Berichte, es kann von diesen Sammlungen noch immer die belehrende Wirkung auf andere ausgehen, die *Goethe* zunächst für sich selbst anstrebte. Wieviel Gebildete wissen heute etwas von Farbenlehre, obwohl Farben uns überall in der Natur und Kultur entgegenreten. Es ist daher besonders erfreulich, daß die deutsche Jugend zu *Goethe* gehen kann, um von ihm eine ganze Reihe grundlegender Kenntnisse zu erfahren auf diesem wie auf anderen Gebieten. Wo die Jugend heute nicht mehr an die Scholle gefesselt wird, sondern man sie hinaussendet, um zu sehen und zu lernen, sollten viele junge Wanderer einkehren bei *Goethe* in Weimar. Sie werden dort nicht bloß sehen und staunen, sondern lernen und aus dem Goethehaus wie aus der klassischen Stadt für Geist und Herz reiche Ernte mitnehmen. Nicht eindringlich genug kann man den Führern

¹⁾ A. Hansen, *Goethes Metamorphose der Pflanzen*. Gießen, A. Töpelmann, 1907.

der Jugend zurufen: lehrt sie ihren *Goethe* kennen, denn Studium und Wirkung *Goethes* auf unser Geistesleben haben noch lange kein Ende.

Die Anschauung von *Goethes* naturwissenschaftlichen Werken mag wohl manchem die schon häufiger gestellte Frage wieder wachrufen, ob *Goethe* durch diesen Aufwand an Zeit und Arbeit in den Naturwissenschaften nicht dem Dichter geschadet hat. Eine solche Frage läßt sich nicht experimentell, sondern nur subjektiv beantworten. Wenn ich meine Ansicht darüber äußern sollte, so würde ich die Überzeugung aussprechen müssen, daß *Goethe* den Faust, wie er vorliegt, nicht geschrieben haben könnte, ohne eine solche bis ins einzelne gehende Kenntnis der Naturwissenschaften und ihrer Objekte.

Die Ausbildung neuer Tierarten durch die Eiszeit.

Von Dr. August Thienemann, Münster i. W.

Das letzte, gewaltige, erdgeschichtliche Ereignis, das unsere nördliche Halbkugel traf und hier den Lebensraum und mit ihm seine Organismenwelt in einschneidender Weise beeinflusste, war die große Eiszeit.

In Europa mußten die von Norden und von den Alpen immer weiter vorstoßenden Gletscher, die schließlich nur einen schmalen Streifen bewohnbaren Landes zwischen ihren Abstürzen eisfrei ließen, die gesamte präglaziale Tierwelt des Nordens, der Alpen und Mitteleuropas auf engstem Raume durchmischen und zusammendrängen, soweit sie nicht durch die Kälte vernichtet oder doch ost- und westwärts vor der allzugroßen Nähe der Gletscherzungen zurückgewichen war.

Was sich hier zur glazialen Mischfauna zusammenfand, gehörte in ökologischer Beziehung zwei Gruppen an. Es waren zum Teil kälteliebende Bewohner der Arktis und der Alpen, die früher Mitteleuropa fremd, jetzt, zur Zeit der großen Vereisung, hier die Verhältnisse ihrer alten Heimat wiederfanden. Zum Teil aber waren es Organismen, die, äußerst anpassungsfähig, den allmählich so stark sich ändernden Lebensbedingungen sich anbequemen konnten und so in Mitteleuropa seit dem Tertiär auch durch die Eiszeit hindurch bis zur Gegenwart sich erhielten.

Verschieden mußte das Schicksal beider Organismengruppen sein, als nun die Gletscher ihren Rückzug antraten und in Europa sich nach und nach die Verhältnisse der Jetztzeit gestalteten. Jene anpassungsfähigen Tiere (und Pflanzen) besiedelten alle eisfreiwerdenden Flächen des Landes und der Gewässer und ertrugen alle klimatischen Änderungen im Postglazial, ohne daß sie von ihren Wohnplätzen wichen. Nicht so die kälteliebenden Elemente der glazialen Mischfauna. Sie wichen aus den Gebieten, deren Temperatur ein gewisses Maß überschritt, und erhielten sich nur an Stellen,

an denen niedrige Temperaturen ihnen die Lebensverhältnisse ihrer glazialen Heimat boten. In der mitteleuropäischen Ebene blieben ihnen nur wenige und vereinzelte Stätten als Refugien, so Quellen, Höhlen und unterirdische Gewässer, ausgedehnte Moore und die Tiefe der Seen. Auf den höchsten Kuppen der Mittelgebirge und in ihren raschströmenden Bächen fanden sie gleichfalls eine Zufluchtsstätte. Zwei ausgedehnte Gebiete aber erhielten ihnen vor allem günstige Lebensbedingungen; das waren der Norden und das Hochgebirge der Alpen. Jene kälteliebenden Reste der Eiszeitfauna Mitteleuropas, die wir als Glazialrelikte bezeichnen, wurden also auf räumlich weit getrennte Gebiete versprengt; die einzelnen Arten, die ursprünglich einheitliche Areale bewohnten, wurden in einzelne, isolierte Kolonien gespalten. Die beiden größten, arten- und individuenreichsten Kolonien solcher Glazialrelikthausen heute im Norden und in den Alpen; aber vereinzelte Lebensstätten des dazwischen liegenden Mitteleuropas bergen gleichfalls Reste dieser Fauna.

Bei diesen Glazialrelikten trat also eine tiergeographische Sonderung ein, eine Ausbildung einzelner, räumlich getrennter Kolonien. Diese geographische Isolierung aber, durch die alle Beziehungen zwischen den verschiedenen Kolonien der gleichen Art angehörigen Individuen unterbunden wurden, führte in vielen Fällen zu divergenten Entwicklungsrichtungen. Wie man sich auch sonst im einzelnen die Rolle und das Ineingreifen der verschiedenen formgestaltenden und formumbildenden inneren und äußeren Faktoren vorstellen mag: daß räumliche Trennung einzelner Individuengruppen der gleichen Art die ökologische und morphologische Differenzierung dieser Gruppen zum mindesten sehr erleichtert, gibt eine jede Theorie der Artbildung zu. Ja, einzelne solcher Theorien halten die geographische Isolierung sogar für einen äußerst wichtigen oder gar notwendigen Faktor bei der Arneubildung.

Bei vielen Arten der glazialen Relikte wirkte die geographische Isolierung nur in *biologisch-ökologischer* Beziehung. So fällt in Mitteleuropa die Fortpflanzungsperiode dieser Tiere gewöhnlich in den Winter; denn nur dann herrschen hier wirklich noch „eiszeitliche“ Verhältnisse. Im Norden aber und in den Alpen legen die gleichen Arten das ganze Jahr hindurch ihre Eier ab. Ein klassisches Beispiel liefert hierfür von den Wasserbewohnern der vieluntersuchte Strudelwurm *Planaria alpina*. Andere Tiere treten an den verschiedenen Stellen ihres Vorkommens in verschiedenen Lebensgemeinschaften auf. Häufig ist vor allem der Fall, daß kälteliebende Bewohner stehen den Wassers im Norden (und in den Hochalpen) im Litoral, der Uferregion der großen Seen oder gar in flachen Tümpeln auftreten, während sie im Flachland Norddeutschlands oder in den Voralpen die Tiefe der Seen suchen.

In beiden Fällen — bei der Divergenz der Fort-

pflanzungsperioden wie der Aufenthaltsorte — könnten wir nicht ohne Recht von der Ausbildung „biologischer Rassen“ bei den räumlich isolierten Teilen der gleichen Arten von Glazialrelikten sprechen.

In anderen Fällen aber wurde nicht nur die Lebensweise beeinflusst, sondern auch die Tiergestalt: die geographische Isolierung wirkte *morphologisch differenzierend* auf die einzelnen Kolonien der Glazialrelikte ein. Nicht selten wurden so aus den nordischen und alpinen Teilen der ursprünglich gleichen Art zwei morphologisch deutlich zu unterscheidende Rassen, Varietäten oder gar Arten; ja, bei manchen bildeten sich aus den versprengten Kolonien eine ganze Anzahl neuer Formen, die gestaltlich einesteils so verschieden sind, daß wir ihnen unbedingt den Rang neuer „Arten“ zuerkennen müssen, die aber andererseits durch weitgehende Übereinstimmungen im Bau der wich-

Rücken zu einem Riesenkuckuck vorgetrieben wird und sich die Antennen mächtig strecken. Und jeder See hat bei uns im Sommer eigentlich eine andere Form dieser Arten; es gibt eine Unmenge Lokalrassen der pelagischen Daphnien, Bosminen, Ceratien usw. Aber im Winter lassen sich diese Rassen gar nicht oder nur mit Mühe unterscheiden: die gleiche rundköpfige plumpe *Daphnia* bevölkert im Winter alle unsere Seen, mögen die Sommerformen in ihnen auch noch so verschieden gestaltet sein.

Die Temporalvariation setzt erst bei Wassertemperaturen von 13 bis 16° ein: sie fehlt demgemäß in den Gewässern des Nordens und der Hochalpen ganz oder ist nur kaum merklich angedeutet, sie erreicht ihre höchste Entfaltung in den sommerdurchwärmten Seen der norddeutschen Tiefebene und Dänemarks (Fig. 1).

Auch die Lokalvariation ist nur in den wärme-

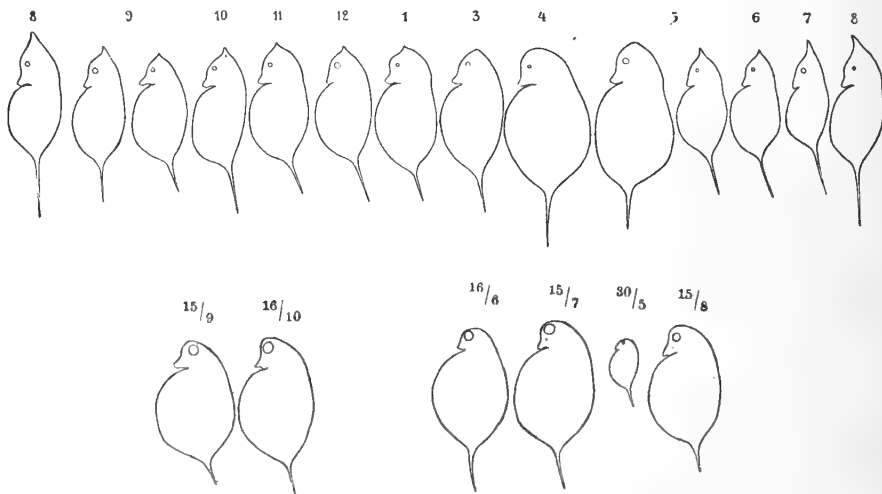


Fig. 1. *Daphnia hyalina* im Esromsee (Dänemark) und Myvatn (Island). Temporalvariation im Esromsee vorhanden, in Myvatn fehlend. (Nach Wesenberg-Lund.)

tigsten Körperteile doch ihre genetische Zusammengehörigkeit erkennen lassen.

Aus der Fülle des hierüber vorliegenden Materials, das uns besonders die im letzten Jahrzehnt so eifrig betriebene Erforschung der Wasserfauna des Nordens und der Alpen geliefert hat, mögen im folgenden einige besonders interessante Einzelbeispiele herausgegriffen und eingehender dargestellt werden.

Für sehr viele Schwebeorganismen der Seen unserer Breiten ist nachgewiesen, daß sie in den verschiedenen Jahreszeiten verschiedene Form annehmen; diese Temporalvariationen oder Zyklomorphosen der Planktonen sind in der letzten Zeit häufig Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. So verlängern z. B. die pelagischen Daphniden im Sommer ihren Schwanzstachel und ihr im Winter runder Kopf wird in einen langen, spitzen Helm ausgezogen. Ganz abenteuerliche Formen nimmt in manchen Seen der Planktonkrebis *Bosmina coregoni* im Sommer an, indem der

ren Gebieten wohl ausgeprägt, im Norden und in den Hochalpen nur ganz schwach entwickelt. Die nordischen und alpinen Rassen z. B. von *Daphnia hyalina* gleichen den Winterformen der Rassen der baltischen Seen¹⁾ (Fig. 2).

Wir nehmen nun mit Wesenberg-Lund an, daß die Seen und Schmelzwassertümpel im frühen Postglazial wesentlich „von derselben, zu allen Jahreszeiten unveränderten, überall dominierenden Rasse bevölkert waren, die heutzutage noch die Erdstriche bewohnt, wo die Eiszeit noch herrscht, oder die noch nahe an der Grenze des Eises liegen. Als später nun die Temperatur stieg, die Seen sich differenzierten, und Seetypen mit verschiedenen Lebensbedingungen entstanden, da begann sich

¹⁾ Vgl. zu dem Vorstehenden die zusammenfassende Darstellung Wesenberg-Lunds, Grundzüge der Biologie und Geographie des Süßwasserplanktons nebst Bemerkungen über Hauptprobleme zukünftiger limnologischer Forschungen. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, Biol. Suppl. 1. Serie, 1910. Hierin weitere Literaturangaben.

auch diese gemeinsame Rasse zu spalten. . . . Wir können . . . sowohl die Lokalvariation der Planktonten, als auch besonders ihre Temporalvariation als eine Art „Eiszeitphänomen“ auffassen. Die eigentümliche Tatsache, daß alle unsere Sommerassen im Winter sich zu ein und derselben Rasse vereinigen, die identisch ist mit der, welche sich das ganze Jahr hindurch in den Landstrichen um den Polarkreis hält, erscheint als eine Reminiscenz aus fernen Zeiten, die sich in der Entwicklung unserer jetzigen Rassen erhalten hat“.

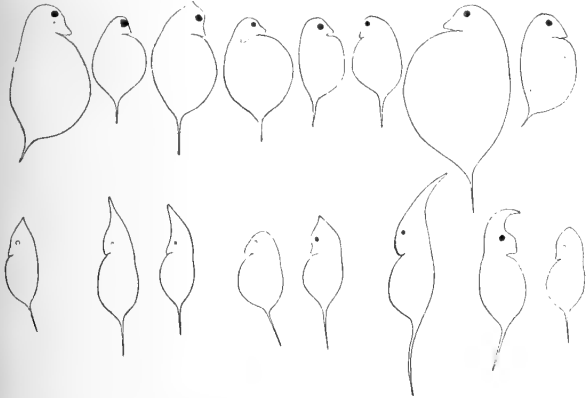


Fig. 2. *Daphnia hyalina*. Sommerformen. Obere Reihe aus Seen, die selten oder nie eine Temperatur von 12–16° C erreichen; untere Reihe aus Seen, die jedes Jahr über 12–16° erwärmt werden. Lokalvariation in den kalten Seen also sehr schwach, in den warmen sehr deutlich. (Nach Wesenberg-Lund.)

Bei den Planktondaphnien (und vielen anderen Planktonten) hat also die Differenzierung der Milieubedingungen nach der Eiszeit im Verein mit räumlicher Isolierung¹⁾ der einzelnen Kolonien zu der Ausbildung von Rassen geführt, die in ihren Sommertieren gestaltlich äußerst verschieden sind, während die Wintertiere keine oder nur geringe Unterschiede zeigen.

Nur bei einer jahreszeitlich bestimmten Anzahl von Generationen läßt sich hier also die morphologische Differenzierung erkennen.

Weiter gegangen ist die Entwicklung divergenter morphologischer Merkmale bei vielen anderen Tieren, bei denen die Spaltung in verschiedenen Varietäten während des ganzen Jahres deutlich ist. Aus der Fülle von Beispielen, die sich hier anführen ließen — ich erinnere nur an die blinden Quell- und Höhlenschnecken der Gattung *Lartetia* (-*Vitrella*) mit ihren vielen Formenreihen, an die Variabilität des sog. Brunnenkrebse *Niphargus*, an viele Käferarten (vor allem *Carabus*-arten) unter den Landtieren usw. — will ich nur eines anführen, auf das der bekannte schwedische Zoologe *Sven Ekman*²⁾ aufmerksam gemacht hat.

¹⁾ und physiologischer Isolierung durch Ausbildung rein oder fast rein asexueller Cyklen; dies kann hier nur angedeutet werden.

²⁾ *Sven Ekman*. Die Phyllopoden, Cladoceren und freilebenden Copepoden der nordschwedischen Hochgebirge. Zool. Jahrbücher, Abt. f. Syst. 21, 1914, S. 1–170.

Es handelt sich dabei wiederum um einen planktonischen Krebs aus der Familie der Cladoceren, um den abenteuerlich gestalteten *Bythotrephes longimanus* *Leydig* (Fig. 3). Entdeckt wurde dies Tier ursprünglich von *Leydig* und zwar als Mageninhalt des im Bodensee in größeren Tiefen, in Mengen vorhandenen Kilchs (*Coregonus acronius* *Rapp*). Außer in den Schweizer Seen ist der Krebs in vielen norddeutschen und skandinavischen Seen vorhanden und geht nördlich bis nach Lappland und zur Halbinsel Kola.

Die Tiere der Schweizer Kolonien von *Bythotrephes longimanus* zeigen konstante Abweichungen von den nordischen, deren typischste Form

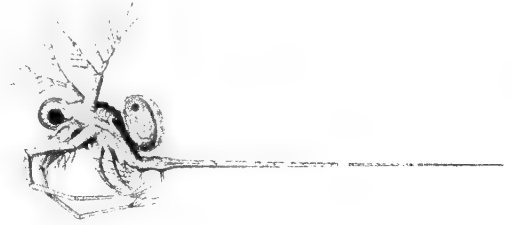


Fig. 3. *Bythotrephes longimanus* *Leydig*. (Schweizer Form.) (Nach Vosseler aus Lampert.)

— aus dem Sarekgebirge im nördlichen Lappland — *Lilljeborg* als *Var. arctica* bezeichnet hat. Exemplare aus dem südlichen Schweden stehen zwischen beiden. Im folgenden sind diese Verschiedenheiten tabellarisch zusammengestellt:

Bythotrephes longimanus *Leydig*.

	var. arctica (Sarek)	s. s. (Schweiz)
Maximum der Körperlänge (ohne Schwanzstachel)	5 mm	2 mm
Zahl der Subitaneier	7–9	(1–) 2–3 (–4)
Zahl der Dauereier	4–6 (–9)	2
Länge der drei distalen Glieder des ersten Beinpaars in % der Körperlänge	42,2–62,4 %	88,2 %
Börstchen des dritten Gliedes des ersten Beinpaars	zahlreicher	wenig, zahlreich
Schwanz	relativ kürzer	relativ länger
Pigment des Auges	Stützzellen in ihrer ganzen Ausdehnung pigmentiert	beschränkt auf die Retinulazellen und die inneren Teile der Stützzellen
Zahl der rudimentären Facetten im Auge	etwa 20	etwa 5

Bythotrephes leitet sich sicher von einer dem Krebschen *Polyphemus* ähnlichen Form ab; dieses hat kürzere Beine des ersten Paares, zahlreichere Borsten am dritten Gliede dieser Beine und einen viel kürzeren Schwanz als *Bythotrephes*; von den beiden Formen des *Bythotrephes longimanus* aber steht, wie hiernach ja unmittelbar ersichtlich, die

nordische Varietät ihrem ganzen Bau nach der Stammform viel näher, ist also ursprünglicher als die südliche. Schon hieraus geht hervor, daß *Bythotrephes longimanus* „eine ursprünglich subarktische Art ist, die jetzt unter den günstigsten Bedingungen in den nördlichsten Teilen Europas lebt“, während die südlichen Kolonien — die ja aus kleineren, weniger fortpflanzungskräftigen Individuen bestehen — „unter ihr ursprünglich fremden Verhältnissen“ stehen, und sich demgemäß auch morphologisch verändert haben. Wohl die interessanteste dieser Veränderungen betrifft die Pigmentierung des Auges. Die gleichmäßigere Ausbreitung des Pigments im Auge der *var. arctica* zeigt wiederum den ursprünglichen Zustand, der den bei *Polyphemus* vorhandenen Verhältnissen entspricht. Die Beschränkung der Pigmente auf die mehr proximalen Teile des Auges, durch die das Auge zweifellos lichtstärker wurde, kann vielleicht mit dem Tiefenleben der Schweizer Formen in Zusammenhang stehen; es ist aber auch möglich, daß diese Pigmentreduktion und die — nach *Exner* — dadurch erhöhte Tätigkeit des Tieres, Bewegungen aufzufassen und Abstände zu beurteilen, mit der Raubtiernatur des *Bythotrephes* in Verbindung steht, die anscheinend bei der südlichen Varietät (cfr. Verlängerung der Greiforgane des ersten Beinpaars!) noch stärker ausgeprägt ist, als bei der nördlichen. (Ansicht *Sven Ekmans*.)

Daß die südlicher lebenden Kolonien von *Bythotrephes* zu Tiefenbewohnern der Seen geworden sind, während die im Norden lebenden auch in der Uferregion und in ganz flachen Gewässern vorkommen, ist eine Erscheinung, die, wie schon erwähnt, bei vielen Eiszeitrelikten zu beobachten ist. Die postglaziale Erhöhung der Temperatur in den oberen Schichten der Seen und in den flachen Tümpeln ist sicher das *primum movens* dafür gewesen.

Wenn auch der Kausalzusammenhang zwischen den Veränderungen der Form und denen des Mediums hier noch nicht durchweg klar ist, so steht doch fest, daß die Art *Bythotrephes longimanus* gegenwärtig in einer Spaltung in zwei Arten, eine nördliche im Sarek und eine südliche in der Schweiz begriffen ist. In den dazwischen gelegenen Gebieten treffen wir Zwischenformen an.

Noch mehr fortgeschritten ist die Spaltung bei den nun zu besprechenden Tieren; eigentliche Mittelformen sind hier nicht mehr vorhanden, nur die große Übereinstimmung in den systematisch auch sonst wichtigen Organen (vor allem den Geschlechtsorganen) zeigt hier den genetischen Zusammenhang der räumlich völlig isolierten Kolonien an¹⁾.

¹⁾ Vgl. zum Folgenden das Sammelreferat von *Paul Steinmann*, Die polypharyngealen Planarienformen und ihre Bedeutung für die Deszendenztheorie, Zoogeographie und Biologie. Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie I, 1908, S. 679—690. Hierin nähere Literaturangabe.

Der Strudelwurm *Planaria alpina* ist im Norden und in den Hochalpen in fließenden Gewässern und Seen weit verbreitet und bewohnt im Mittelgebirge und vereinzelt in der Ebene kalte, gleichmäßig temperierte Quellen und Bäche. Sein Verbreitungsgebiet ist in eine Menge, meist streng isolierter Einzelareale gespalten, die naturgemäß auch in ihren Lebensbedingungen nicht unbedeutliche Differenzen aufweisen. Und doch ist die Art äußerst konstant und formbeständig: die Exemplare aus dem Norden, aus den Alpen, dem Mittelgebirge, der Ebene, alle weisen sie den gleichen Bau auf. Nur im äußersten Süden und im Südosten ihres Verbreitungsgebietes hat die Alpenplanarie neue, interessante Formen gebildet. Im Jahre 1902 entdeckte *Mrázek* in kalten montenegrinischen Bergquellen und -bächen einen von ihm *Planaria montenegrina* benannten Strudelwurm, der in allen Einzelheiten des Baues mit *Planaria alpina* übereinstimmt, auch an ähnlichen, stenothermen Stellen wie jene lebt. Nur besitzt *Planaria montenegrina* an Stelle des einen Pharynx (Rüssels) durchschnittlich deren 10, 12 oder 14. Im gleichen Jahre fand *Chichkoff* in der Nähe von Sofia ganz ähnliche Würmer (er nannte sie *Phagocata cornuta*), die jedoch noch eine größere Anzahl von Rüsseln — bis 39 — besaßen. In kalten Gebirgsquellen Südtaliens traf 1907 *Paul Steinmann* eine dritte polypharyngeale Planarienform aus der allernächsten Verwandtschaft von *Planaria alpina* an, *Planaria teratophila*, die im wesentlichen mit *Planaria montenegrina* übereinstimmt, aber doch einige, wenn auch kleine, so doch konstante Unterschiede ihr gegenüber aufweist. (Pharynxzahl stets ungerade, 3—17, im Durchschnitt 11—15; Lage der Hodenzone etwas anders als bei *Planaria montenegrina*.) (Fig. 4.)

Wiederum war es *Mrázek*, der 1906 in einer kleinen, kristallklaren Quelle Montenegros eine vierte polypharyngeale Planarie entdeckte. Auch sie stimmt im Bau des Genitalapparates ganz mit *Planaria alpina* überein, besitzt aber 3 Rüssel; sie ist fernerhin pigmentlos und blind!

Daß die eben genannten polypharyngealen Planarien von der monopharyngealen *Planaria alpina* abstammen und erst in jüngster, postglazialer Zeit sich von ihrer Stammform getrennt haben, ist sicher. Schwieriger ist die Frage nach der Verwandtschaft der Polypharyngealen untereinander zu beantworten. Ehe man nicht die Verbreitung dieser Formen auf dem Balkan und in Italien genau festgestellt hat, wird sich m. E. Sicherheit darüber nicht gewinnen lassen. *Steinmann* glaubt selbst für die so ähnlichen *Planaria montenegrina* und *teratophila* aus geographischen Gründen einen genetischen Zusammenhang ausschließen zu müssen. Er hält die Polypharyngie beider Arten für eine Konvergenzerscheinung und meint, „daß zwei geographisch getrennte Kolonien von *Planaria alpina* infolge gleicher biologischer Bedingungen voneinander unabhängig polypharyngeal wurden“. Welcher Art aber diese zur Polypharyngie führen-

den biologischen Bedingungen sind, darüber läßt sich Sicheres nicht sagen. Wohl sind mancherlei Erklärungsversuche gegeben worden, und wir verdanken besonders *Steinmann* geistvolle Spekulationen, die die Polypharyngie als „ein durch ungünstige Temperaturverhältnisse hervorgerufenes teratologisches Merkmal, das durch Selektion erblich befestigt wurde“, erklären wollen. Aber trotz allem ist, wenigstens meiner Meinung nach, das Problem des Auftretens der Polypharyngie bei den Planarien noch ungelöst.

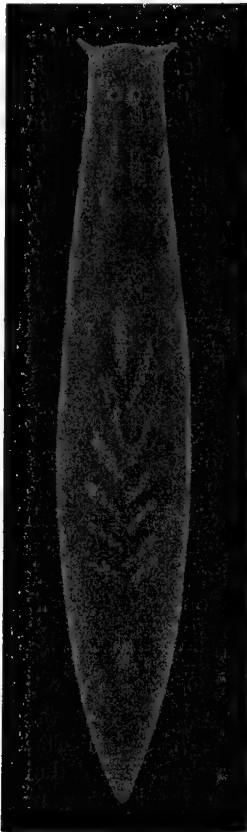


Fig. 4. *Planaria teratophila* Steinmann. (Nach *Steinmann*.) In der Mitte des Tieres scheinen die zahlreichen Rüssel durch, gegen das Ende hin der Genitalapparat

Wir müssen uns damit bescheiden, die Tatsache festzustellen, daß postglazial sich von *Planaria alpina* eine Anzahl eigenartiger neuer Arten abgespalten haben, wenn uns auch das „Warum“ und „Wie“ dieser Artneubildung noch offene Fragen bleiben.

Bei allen bis jetzt geschilderten morphologischen Differenzierungen von Eiszeitrelikten handelte es sich um Süßwasserbewohner, deren Verbreitungsgebiet durch die Temperaturverhältnisse der Postglazialperiode in Einzelareale zerstückelt wurde. Dadurch kamen die geographisch isolierten Kolonien unter verschiedenartige Mediumbedingungen und so war die Möglichkeit biologischer wie morphologischer Veränderungen, Abspaltung neuer Rassen, Varietäten oder Arten, gegeben.

Nicht weniger interessant aber sind die, ebenfalls mehrfach bekannt gewordenen und gut bis in die Einzelheiten durchforschten Beispiele *mariner* Organismen, die nach der Eiszeit durch geographisch-geologische oder klimatische Änderungen und Verschiebungen oder auch aus anderen Gründen zu Süßwasserbewohnern wurden und dabei mehr oder weniger weitgehende Änderungen ihrer Gestalt erlitten.

Hier ist vor allem *Mysis relicta* (Lövén) (Fig. 5) oder, wie man sie lieber bezeichnen sollte, *Mysis oculata* Fabr. forma *relicta* Lövén zu nennen, jener schizopode Krebs, dessen eigenartige Verbreitung, seit Lövén ihn 1861 im Wener- und Wettersee entdeckte, so viele Forscher beschäftigt hat¹⁾.

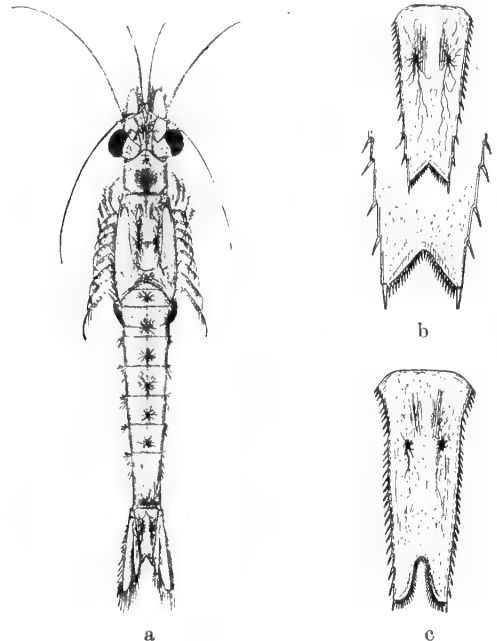


Fig. 5. *Mysis oculata* nebst forma *relicta*. (Nach *G. O. Sars*.)

- a *Mysis oculata* f. *relicta* von oben gesehen.
- b desgl. Schwanzplatte (Telson) stärker vergrößert.
- c *Mysis oculata*, erwachsenes Tier, Schwanzplatte.

Mysis relicta ist in folgenden Binnenseen verbreitet:

- in Deutschland in zahlreichen Seen, die zur Ostsee abwässern, dagegen nicht in Seen des Nordseegebietes;
- in Dänemark im Fursee;
- in Schweden, Finnland und Rußland in zahlreichen Seen des Ostseegebietes (und in 3 Seen, die zum Weißen Meere abwässern);
- in Norwegen in Mjönsensee;
- in Irland im Lough Neagh, Lough Erne, Lough Corrib;

¹⁾ Vgl. *Samter*, Die geographische Verbreitung von *Mysis relicta*, *Pallasiella quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis* in Deutschland, als Erklärungsversuch ihrer Herkunft. Anhang zu den Abh. d. kgl. Akad. d. Wiss. vom Jahre 1905, Berlin. Hierin nähere Literaturangaben.

in Nordamerika im Superior, Michigan, Erie, Green Lake.

Die Mysiden sind eine typisch marine Familie, die nur wenige Vertreter ins Süßwasser sendet. Die der Relictenmysis nächst verwandte Art, von der jene sicher abstammt und von der sie sich nur in geringen, später noch zu besprechenden Merkmalen (vgl. Fig. 5) unterscheidet, ist *Mysis oculata* Fabr., ein arktisches Tier, das im nördlichen atlantischen und im Eismeer weit verbreitet ist. Wie hat *Mysis relicta* an ihre verschiedenen, räumlich so weit getrennten Wohnstätten gelangen können?

Ich muß es mir versagen, hier auf die Einzelheiten einzugehen und gebe nur die Resultate der Untersuchungen Samters, die mir einen so hohen Grad von Wahrscheinlichkeit zu besitzen scheinen, wie es überhaupt bei derartigen tiergeographischen Spekulationen möglich ist. Vorausschicken muß ich allerdings noch in Kürze, daß wir im Ostseegebiet nach dem Schlusse der großen Eiszeit vier Hauptperioden unterscheiden können.

1. Die *Yoldiazeit*, in der die Ostsee ein salziges Eismeer war, das seine Fluten vom Weißen Meer bis zur Nordsee ausdehnte. Die Küsten jenes Eismeres heben sich dann, es süßt langsam aus, bis es zu dem großen Binnensee der

2. *Jetztzeit* wird. Eine ziemlich schnell sich vollziehende neue Landsenkung schafft wiederum eine breite Verbindung mit der Nordsee; Nordseewasser dringt ein; in dieser sog.

3. *Litorinazeit* hat die Ostsee den Charakter der heutigen Nordsee. Allmähliche Verengung resp. Verschluß der zur Nordsee führenden Straßen läßt die Ostsee brackig werden und leitet so zur

4. *Jetztzeit* über.

In dem sich allmählich aussüßenden und zum Ancylussee werdenden Yoldiamer wurde aus der arktischen *Mysis oculata* die Relictaform; diese zog sich vor dem hereinbrechenden salzigen Wasser des Litorinameeres in all die Seen zurück, die damals mit dem Ancylussee in Verbindung standen, d. h. die ostdeutschen Seen, einige schwedische und finnische Seen. Die heute in diesen Seen auftretenden Kolonien der *Mysis relicta* sind also gemeinsamer Herkunft, sind Relikte des Ancylussees. In den zum Weißen Meere abwässernden Seen dagegen sind diese Krebse nachweisbar selbst

scheinlich für die Seen, die zum Skagerrak und Kattegat abwässern, desgl. für den Wener-, Wetter- und Mälarsee und einige andere, sicher ist es ferner für die irischen und nordamerikanischen Seen.

Die *Mysis relicta* oder *Mysis oculata forma relicta* genannte Krebsart ist also keine einheitliche, sondern aus der gleichen Stammform an verschiedenen Stellen durch konvergente Entwicklung entstanden.

Nun wird wohl niemand behaupten, daß die Lebensverhältnisse in den amerikanischen, irischen, skandinavischen, deutschen Seen wirklich die gleichen sind; es bestehen hier gewiß gar nicht unbeträchtliche Unterschiede. Um so rätselhafter muß es erscheinen, daß an all diesen Stellen aus der marinen *Oculata* überall die gleiche *Relicta* wurde.

Aber ehe wir dieses Rätsel zu lösen versuchen, müssen wir noch eine zweite Süßwassermysis in den Kreis unserer Betrachtung ziehen, die erst ganz kürzlich von *Sven Ekman* beschrieben worden ist¹⁾.

Sven Ekman fand nämlich in einem Teile des Mälarsees ein Mysismännchen, das in den systematisch wichtigen Körperteilen eine so große Übereinstimmung mit der in der Ostsee weit verbreiteten *Mysis mixta* Lilljeborg zeigte, daß an der Zusammengehörigkeit beider nicht zu zweifeln war. Andererseits wies es aber eine Anzahl von Abweichungen auf, die es äußerlich der *Mysis oculata forma relicta* überaus ähnlich machen: diese *Mysis mixta forma mälarensis* sieht aus wie eine *Relicta*, die mit den sekundären männlichen Geschlechtscharakteren von *Mixta* ausgerüstet ist! Es ist also aus *Mysis mixta* durch den Übergang aus dem salzigen Ostseewasser in das Süßwasser des Mälarsees eine Form geworden, die der ebenfalls im Süßwasser lebenden *Relicta* sehr ähnlich ist, und, noch merkwürdiger, bei der die Unterschiede gegenüber ihrer Stammart ganz gleichartig sind denen, die die *Relicta*form von ihrer marinen Stammform *Oculata* trennen! Dieselben Körperteile sind in beiden Fällen in derselben Weise betroffen, nur bisweilen in einem etwas verschiedenen Grade!

Die nach *Ekman* hier angeführte Tabelle zeigt dies unmittelbar:

	mixta	mälarensis	oculata	relicta
Körperlänge in mm	bis 30	13	bis 25	bis 20
Länge: Breite der Schuppe der 2. Antenne . . .	9:1	4:1	6:1	6:1
Länge: Breite des Uropodenendopodits	fast 9:1	fast 7:1	—	Länge kleiner als bei <i>Oculata</i>
Dorne am Innenrand des Uropodenendopodits .	etwa 14	5	7	4—6
Länge des Telsons: Tiefe der Endbucht	4,4:1	8:1	5:1	5,9—9,3:1
Dorne jederseits am Außenrande des Telsons .	etwa 30	19	gegen 30	15—22
Glieder des „Tarsus“ der Pereiopoden	8—9	5—6	6—7	5—7

ständig und ohne Beziehung zum Ostseebecken zu Süßwasserformen geworden; dasselbe ist wahr-

¹⁾ *Sven Ekman*, Studien über die marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. I. Über ein

Die Überführung der marinen *Mysis oculata* ins Süßwasser hat also nicht nur überall die gleiche *Relicta*-form hervorgebracht¹⁾, nein, auch eine ganz andere Art, *Mysis mixta* wird beim Übergang ins Süßwasser zu einer Form, die im großen und ganzen der *Relicta*-form der *Mysis oculata* überaus gleicht.

Wie ist diese ganz merkwürdige Konvergenzerscheinung zu verstehen?

G. O. Sars hat zuerst bemerkt, daß die für *Relicta* typischen Merkmale „jugendliche Charaktere“ sind; junge *Oculata* gleichen den erwachsenen *Relicta*, oder u. a. W. die Formeigentümlichkeiten der *Relicta* sind durch Entwicklungshemmung entstanden. Und das gleiche gilt nach *Ekmans* Untersuchungen für *Mysis mixta* und ihre Süßwasserform *mälarensis*. Oder noch besser gesagt, diese Charaktere sind nicht nur „jugendliche“, sondern auch „intermediäre“, die man also „als Merkmale der hypothetischen Stammformen der betreffenden Mysiden annehmen muß“.

Und nun löst sich mit einem Male das Rätsel der Konvergenz unserer Süßwassermysiden:

Die Überführung der ursprünglich marinen Arten ins Süßwasser, also in ein Medium, das für die normale Entwicklung der Individuen solcher Arten ein ungünstiges ist, hat überall die gleichen regressiven Veränderungen hervorgerufen und dadurch sogar zwei ursprünglich recht verschiedene Arten — *Oculata* und *Mixta* — in einander so ähnliche Formen — *Relicta* und *Mälarensis* — verwandelt, daß sich nur ihre Männchen durch ihre sekundären Geschlechtsmerkmale unterscheiden lassen, während die Weibchen beider Formen morphologisch identisch sind!

Hydraulische Kupplungen.

Von A. Wyszomirski, Freiberg i. S.

Wenn in technischen Betrieben Arbeit von einer Welle auf eine andere zu übertragen ist, so erfolgt die Verbindung beider durch besondere Organe. Diese Organe sind außerordentlich einfach, wenn es sich um gleichachsige Wellen handelt, die mehr aus äußeren Gründen (Herstellung und Transport) geteilt worden sind, und die, einmal verbunden, während des Betriebes nicht mehr getrennt zu werden brauchen. Man kommt dann zu den sogenannten unlösbaren, starren Kupplungen, die in ihrer einfachsten Form aus zwei Scheiben bestehen, deren Ebenen senkrecht zur

Wellenachse liegen. Die Scheiben sind auf den Wellen fest aufgekeilt und werden miteinander durch Schraubenbolzen verbunden.

Ganz anders sind die Aufgaben, die solche Kupplungen dem Ingenieur stellen, die sowohl ein Lösen wie auch ein Einschalten der Verbindung während des Betriebes ermöglichen sollen. Mit mehr oder weniger Erfolg wird diese Bedingung von den Reibungskupplungen erfüllt. Auch diese können aus zwei Scheiben bestehen, die aber jetzt konische Räder tragen, und zwar die eine einen Hohlkonus und die andere einen Vollkonus. Die eine Scheibe ist mit der Welle fest verbunden, während die andere zwar auch gegen Drehen gesichert ist, aber eine achsiale Verschiebung zuläßt. Auf diese Weise können beide Kegel fest ineinander geschoben werden, so daß sie durch Reibung die Drehung übertragen, und auch wieder auseinander gezogen werden, wenn die Verbindung gelöst werden soll. Allen diesen Kupplungen ist das eine gemeinsam, daß Drehmoment und Geschwindigkeit in beiden Wellen gleich groß sind. In der Praxis tritt aber häufig das Bedürfnis hervor, mit der Kupplung ein Getriebe zu vereinigen, das es gestattet, beiden Wellen verschiedene Drehzahlen zu geben. Dabei liegt der einfachere Fall vor, wenn das Verhältnis der Umdrehungen konstant ist. Bedeutend schwieriger wird die Lösung der Aufgabe, wenn während des Betriebes eine stoßfreie Änderung dieses Verhältnisses möglich sein soll.

Derartige Probleme werden dem Ingenieur beispielsweise von zwei modernen Beförderungsmitteln gestellt, nämlich dem Automobil und dem Turbinenschiff.

Bei jedem Automobil muß die Energie von dem vorne angeordneten Motor nach der Hinterachswelle geleitet werden. Dabei wird die letztere in der Regel mit einer kleineren Tourenzahl laufen, wie die Motorwelle. Das Verhältnis beider Drehzahlen ist aber nicht konstant, sondern, damit die Leistung des Motors auch bei Steigungen ausreicht, wird der Unterschied zwischen beiden um so größer gewählt werden müssen, je stärker die Steigung ist. Die Übertragung der Leistung erfolgt durch eine unter dem Wagen laufende Welle. Diese ist unterbrochen und läßt die Energie im allgemeinen durch 3 Organe strömen, wodurch einerseits die erwähnte Änderung des Übersetzungsverhältnisses ermöglicht wird, andererseits noch zwei neuen, für den Automobilbetrieb wichtigen Forderungen genügt wird. Die 3 Organe sind:

1. eine lösbare Reibungskupplung, die ein Andrehen des Motors gestattet, ohne daß sich der Wagen in Bewegung setzt,
2. das sogenannte Wechselgetriebe, eine Anordnung von Zahnrädern, durch welche das Übersetzungsverhältnis geändert werden kann,
3. das Differentialgetriebe, das die Bewegung

reliktes Vorkommen von *Mysis mixta* Lilljeborg im Mälaren und über Konvergenzerscheinungen zwischen ihr und *Mysis oculata* f. *relicta* (Lovén). Int. Revue d. ges. Hydrobiol. und Hydrographie V, 1913, S. 540 bis 550.

¹⁾ Einige Unterschiede sind übrigens doch nachgewiesen worden zwischen der *Relicta* des Mälarsees und der des Wettersees.

der beiden Hinterräder unabhängig von einander macht, eine Eigenschaft, die beim Durchfahren von Kurven wichtig wird.

Von diesen Organen erfüllen die beiden ersteren ihren Zweck nur sehr unvollkommen. Die Reibungskupplung läßt beim Anfahren eine allmähliche und ganz stoßfreie Verbindung des bereits laufenden Motors mit den Hinterrädern nicht zu.

Das Wechselgetriebe fällt beim Durchfahren von Steigungen durch seinen unangenehmen Lärm auf und führt außerdem zu für die Fahrenden selbst äußerst störenden Erzitterungen. Es ist daher schon vielfach versucht worden, diese Mängel durch Anwendung besserer Getriebe zu beseitigen. Zu diesen gehört auch die hydraulische Kupplung von *Lentz*, auf deren Prinzip später eingegangen werden soll.

Bei dem zweiten vorher erwähnten Beförderungsmittel, dem Turbinenschiff, liegen die Verhältnisse folgendermaßen: Ein wichtiger Grund zur Einführung der Turbine auf Schiffen war die Konzentration einer großen Leistung auf engem Raum. Die Möglichkeit hierfür liegt bei der Turbine vor allem in der hohen Tourenzahl, mit der diese Maschinen laufen können und vorteilhaft auch laufen müssen.

Es zeigte sich nun leider, daß der Wirkungsgrad der Schiffsschraube bei diesen Tourenzahlen sehr schlecht war. Diesen entgegengesetzten Eigenschaften suchte man zunächst dadurch zu begegnen, daß man die Drehzahl der Turbinen gewaltsam verringerte. Als notwendige Folge mußte man große und ziemlich unwirtschaftlich arbeitende Maschinen in Kauf nehmen. In den letzten Jahren haben sich daher Bestrebungen teilweise durchgesetzt, bei kleinen raschlaufenden Turbinen zu bleiben und die Umsetzung auf die geringe Tourenzahl der Schiffsschraube durch ein besonderes Zwischengetriebe mit konstanter Übersetzung zu erreichen. Als solche sind in England einfache Zahnradvorgelege erprobt worden, während in Deutschland von *Föttinger* eine hydraulische Kupplung konstruiert und erfolgreich angewendet worden ist.

Das Prinzip solcher hydraulischen Kupplungen ist äußerst einfach. Alle bestehen aus zwei Teilen, einer Pumpe und einem Wassermotor, die beide durchaus ähnlich sind, denn jeder Wassermotor kann umgekehrt ohne weiteres als Pumpe laufen. Die Pumpe wird von dem einen Wellenstrang gedreht und erzeugt Druckwasser, das zum Motor geleitet wird, der mit der anderen Welle verbunden ist. Dabei führt das Betriebswasser einen vollen Kreislauf aus, indem die Pumpe alles Wasser wieder ansaugt, das der Motor ausstößt. Drei Arten von Wassermaschinen sind heute bekannt, die alle dem gedachten Zweck dienen können. Es sind dies 1. Kolbenmaschinen, 2. Kapselmaschinen, 3. Turbinen und Schleuderpumpen.

Die Kolbenmaschinen, deren Wirkungsweise wohl am bekanntesten sein dürfte, haben meines Wissens noch keine Anwendung zu Kupplungszwecken gefunden. Sie können daher in dieser Betrachtung außer acht gelassen werden. Dagegen ist es notwendig, auf die beiden anderen Arten etwas näher einzugehen.

Die Kapselmaschinen sind auch Kolbenmaschinen, nur daß der Kolben keine hin- und hergehende Bewegung macht, sondern eine rotierende. Es gibt eine sehr große Zahl von Ausführungsmöglichkeiten, ich möchte mich daher darauf beschränken, diejenige Form im Prinzip etwas zu erläutern, die tatsächlich eine erfolgreiche Anwendung zu Kupplungszwecken gefunden hat (s. Fig. 1).

Sie besteht aus einer zylindrischen Trommel (a), in der exzentrisch ein zweiter Zylinder (der Kolben (b) drehbar gelagert ist. Dieser ist mit seinen Stirnflächen an den Bodenflächen der Trommel (a) gedichtet und trägt außerdem eine Anzahl radial verschiebbarer Platten (c), die in ständiger, dichtender Berührung mit der Mantelfläche der Trommel (a) sind. Wird die Trommel

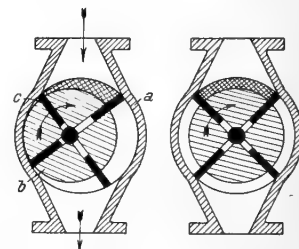


Fig. 1.

Fig. 2.

aus der gezeichneten Stellung im Sinne des Pfeiles gedreht, so tritt eine Vergrößerung des gekreuzt schraffierten Raumes ein, also ein Ansaugen von Flüssigkeit aus der oberen Leitung. Umgekehrt wird auf der unteren Hälfte der Raum wieder allmählich verkleinert und die Flüssigkeit herausgedrückt. Leitet man das so gewonnene Druckwasser in eine gleiche Maschine, so wird dieselbe in Drehung versetzt. Die Umdrehungszahl dieser zweiten Maschine wird gleich der ersten sein, wenn die Abmessungen beider übereinstimmen. Jede Vergrößerung der zweiten Maschine bedeutet eine Verringerung ihrer Drehzahl, da die in einer Zeit von der Pumpe gelieferte Wassermenge in der gleichen Zeit durch den Motor treten muß, wozu bei großen Abmessungen weniger Umdrehungen erforderlich sind als bei kleinen. Ein konstantes Übersetzungsverhältnis ist also durch geeignete Wahl der Abmessungen ohne weiteres erreichbar. Sehr schön ist der Gedanke, wenn er auch konstruktiv erhebliche Schwierigkeiten bereitet, mit diesem Getriebe eine stetige Änderung des Übersetzungsverhältnisses dadurch zu ermöglichen, daß die von der Pumpe gelieferte Wassermenge bei konstanter Umdrehungszahl verändert wird. Dies kann da-

durch erreicht werden, daß der Kolben (*b*) relativ zur Trommel (*a*) verschiebbar angeordnet wird. Berührt der Kolben die Trommelwand (s. Fig. 1), so ist die gelieferte Wassermenge am größten. Je mehr der Zylinder sich der zentralen Lage (s. Fig. 2) nähert, um so kleiner wird die Lieferung, um beim Zusammenfallen beider Achsen null zu werden, da der gekreuzt schraffierte Raum jetzt konstantes Volumen behält. Geht man über diese Mittelstellung noch weiter hinaus, so liefert die Pumpe trotz gleicher Drehrichtung in entgegengesetzter Richtung, und somit wird auch die Drehrichtung des Motors mit der zweiten Welle umgekehrt. In dieser Form würde also die zweite Welle sowohl in Drehzahl wie in Drehrichtung unabhängig von dem Primärmotor sein, der sich dauernd mit konstanter Drehzahl bewegen könnte. Aber, wie gesagt, führt die Ausführung des verschiebbaren Kolbens zu erheblichen Schwierigkeiten. Man begnügt sich daher häufig damit, durch Anordnung mehrerer Pumpen verschiedener Abmessungen mit festen Kolben, die einzeln oder gemeinsam parallel arbeiten können, eine stufenweise Änderung des Übersetzungsverhältnisses zu erreichen.

Die Übertragung der Leistung mit Hilfe eines solchen Getriebes kann natürlich nicht verlustfrei erfolgen, sondern jede der beiden hydraulischen Maschinen hat einen bestimmten Wirkungsgrad, der auf den rein mechanischen Reibungsverlusten und den hydraulischen Verlusten durch Undichtheiten und Reibung beim Überströmen der Flüssigkeit von einer Maschine zur anderen beruht. Diese Verluste müssen möglichst durch exakte Werkstattarbeit und gedrängte Bauart auf ein Minimum beschränkt werden. Der Flüssigkeit müssen möglichst kurze und weite Kanäle mit wenig Richtungsänderungen zur Verfügung stehen.

Diese Gesichtspunkte hat *Lentz* bei seinem hydraulischen Automobilgetriebe angewendet. Möglichst kurze Kanäle erreicht er dadurch, daß er Pumpe und Motor in einem einzigen Gehäuse vereinigt. Um die Dichtung der verschiebbaren Platten an dem Zylindermantel praktisch zu erleichtern, führt er in das geschilderte Prinzip noch eine Änderung ein, die aber hier außer Betracht bleiben kann. Die 3 vorher erwähnten Organe vereinigt *Lentz* in seiner hydraulischen Kupplung. Die lösbare Reibungskupplung ersetzt er dadurch, daß er, solange der Motor des Wagens leer laufen soll, Saug- und Druckleitung der Pumpe kurz verbindet, so daß die geförderte Flüssigkeitsmenge gar nicht in den Hydromotor gelangt. Soll der Wagen anfahren, so wird Saug- und Druckleitung allmählich durch ein Drosselventil getrennt und dadurch der Hydromotor allmählich und vollkommen stoßfrei in Gang gebracht. Ein ähnliches ruhiges Verfahren ist mit der Reibungskupplung nicht zu erreichen. Die Änderung des Übersetzungsverhältnisses bewirkt *Lentz* in der bereits angedeuteten Weise durch

Anordnung mehrerer Pumpen. Der Vorteil liegt auch hier in dem vollkommen ruhigen und erschütterungsfreien Arbeiten. Die Wirkungsweise des Differentialgetriebes, d. h. die Unabhängigkeit der beiden Hinterräder voneinander wird dadurch erreicht, daß jedes Hinterrad einen besonderen Hydromotor erhält, deren Flüssigkeitsströme parallel geschaltet sind. Sämtliche Pumpen und beide Motore sind, wie erwähnt, in einem einzigen Gehäuse untergebracht. Mit einem solchen Getriebe sind bereits 1912¹⁾, vor allem an schweren Wagen, erfolgreiche Versuche durchgeführt und Wirkungsgrade bis zu 84 % erreicht worden. Als Betriebsflüssigkeit wird wohl ausschließlich Öl verwendet.

Die zweite Art von hydraulischen Kupplungen beruht auf der Verwendung von Schleuderpumpen und Turbinen. Das Prinzip derselben kann durch die Skizzen Fig. 3 und 4 erläutert werden. Auf der Welle sitzt ein Laufrad (*a*), das aus zwei Scheiben (*b*) besteht, die untereinander durch Schaufeln (*c*) von der Form der Fig. 3 verbunden sind. Wird das Rad rasch gedreht, so wird eine in demselben befindliche Flüssigkeit durch

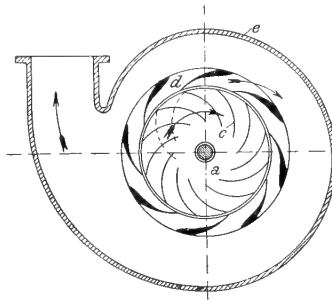


Fig. 3.

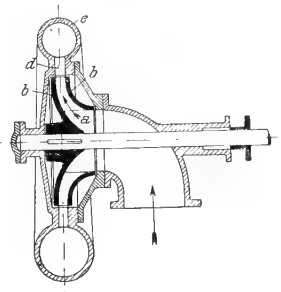


Fig. 4.

die Zentrifugalkraft nach außen geschleudert. Sobald sie das Rad verläßt, wird sie von einer ruhenden Schaufelreihe (Leitapparat *d*), die in die Strömungsrichtung der Flüssigkeit gelegt ist, möglichst stoßfrei aufgefangen. Durch allmähliche Erweiterung der Räume zwischen den Schaufeln (*d*) wird die kinetische Energie, die von dem Rad der Flüssigkeit gegeben worden ist, so weit wie möglich in Druck verwandelt. Alle Schaufeln münden in ein Gehäuse (*e*), in dem die gepreßte Flüssigkeit gesammelt und der Druckleitung zugeführt wird. Sind die Schaufeln des Laufrades umgekehrt gekrümmt (etwa von der Form der beiden gestrichelt in der Fig. 3 angegebenen), und leitet man in das Gehäuse Flüssigkeit unter Druck ein, so durchströmt dieselbe den Leitapparat, in welchem die Flüssigkeit dem Druck entsprechend eine bestimmte Geschwindigkeit annimmt, und kommt auf die Schaufeln des Rades. Diese lenken die Strömung von ihrer ursprünglichen Richtung ab. Dadurch wird ein sogenannter Strahldruck auf die Schaufeln ausgeübt und das Rad in Drehung versetzt.

¹⁾ Z. d. Ver. D. Ing. 1912, S. 577.

Die Flüssigkeit gibt dabei den größten Teil ihrer kinetischen Energie an das Rad ab. Diese zweite Anwendung desselben Prinzips als Motor nennt man Turbine.

Der Wirkungsgrad solcher Maschinen ist durchaus nicht sehr günstig. Sowohl bei dem Übergang kinetischer Energie vom Rad an die Flüssigkeit treten Verluste durch Wirbelung usw. ein, wie auch vor allem bei der Rückverwandlung dieser kinetischen Energie in Druck. Außerdem sind die Reibungsversuche nicht gering anzusetzen, da ganz beträchtliche Strömungsgeschwindigkeiten auftreten. Bei der Turbine wird ferner die Flüssigkeit nicht alle kinetische Energie an das Rad abgeben können, sondern wird mit einer gewissen Geschwindigkeit das Rad verlassen müssen, wodurch der sogenannte Austrittsverlust hervorgerufen wird.

Alles in allem kann man sagen, daß der Wirkungsgrad einer solchen Pumpe gut ist, wenn er 75 % beträgt. Setzt man den Wirkungsgrad der Turbine ähnlich an, so wäre das Produkt von beiden, also der Wirkungsgrad der hydraulischen Kupplung 56 %. Damit wäre eine solche Anord-

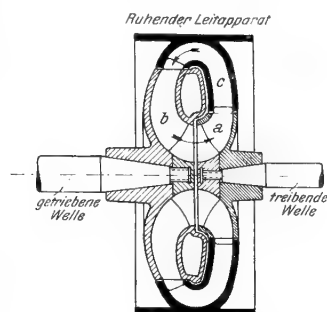


Fig. 5.

nung ohne weiteres als nicht lebensfähig zu bezeichnen.

Es gehörte daher ein ziemlicher Mut dazu, trotzdem Versuche zu wagen, die natürlich nur dann Erfolg versprochen, wenn es gelang, durch eine besonders geschickte Anordnung die hydraulischen Verluste zu beschränken.

Diese erfolgreiche Konstruktion ist unter dem Namen *Föttinger-Transformatorkonstruktion* bekannt geworden. Das Prinzip desselben kann an Hand der Fig. 5 erläutert werden. Die Schleuderpumpe (a) saugt direkt aus dem Turbinenrad (b) an, so daß jeder Austrittsverlust der Turbine vermieden wird, denn die dort herrschende Austrittsgeschwindigkeit ist gleichzeitig die notwendige Eintrittsgeschwindigkeit in die Pumpe, und das Rad derselben braucht den entsprechenden Betrag an kinetischer Energie der Flüssigkeit nicht mehr neu zu erteilen. Die Schleuderpumpe stößt die Flüssigkeit in einen Leitapparat (c) aus, der den Strom auf kürzestem Wege mit möglichst geringer Energieumsetzung der Turbine wieder zuführt. Durch diese äußerst gedrängte Anordnung werden auch die Reibungsverluste infolge der Kürze der

Kanäle auf das Mindestmaß gebracht. Bei neueren Konstruktionen hat man das erste Stück des Leitapparates (c) als Laufrad ausgebildet und also starr mit dem Hauptrad (b) verbunden. Dadurch erreicht man, daß das Wasser, das mit großer Geschwindigkeit das Pumpenrad (a) verläßt, einen Teil seiner kinetischen Energie sofort wieder an das Laufrad abgibt und mit verminderter Geschwindigkeit den ruhenden Leitapparat durchströmt. Die Reibungsverluste sind dadurch kleiner geworden. Im großen ausgeführte Versuche¹⁾ haben mit dieser Anordnung bei Leistungen von 10 000 PS Wirkungsgrade bis zu 90 % ergeben. Interessant ist noch der Gedanke, daß man die unvermeidlichen Verluste des Transformators, die in einer Erwärmung des Betriebswassers zum Ausdruck kommen, dadurch teilweise zurückgewinnen will, daß man Kesselspeisewasser als Betriebsstoff nimmt, welches dadurch etwas vorgewärmt wird.

Auch hier kann man natürlich das Verhältnis der Umdrehungszahlen von Primär- und Sekundärwelle durch die Wahl verschiedener Abmessungen von Pumpe und Turbine beliebig bestimmen. Ausgeführte Konstruktionen haben etwa fünffache Übersetzung ins Langsame gehabt. Dagegen ist eine stetige Änderung der Übersetzung, wie bei der Kapselpumpe, nicht zu erreichen, ebenso wenig

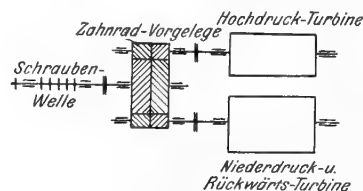


Fig. 6.

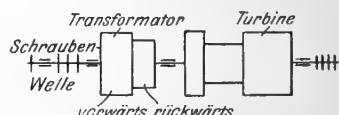


Fig. 7.

wie eine Änderung des Drehsinns. Eine Turbine dreht sich derartig, daß der Rücken der Schaufel (die konvexe Seite) vorne liegt. Die Flüssigkeit muß in die hohle Seite einströmen, wobei es ganz gleichgültig bleibt, ob sie von außen zur Achse hinströmt oder umgekehrt. Auf den Drehsinn hat die Strömungsrichtung keinen Einfluß. Außerdem ist diese durch die Zentrifugalpumpe gegeben. Der Drehsinn der Sekundärwelle kann zwar unabhängig von der Primärwelle gewählt werden, ist aber dann beim ausgeführten Transformator unveränderlich.

Wie bereits erwähnt, ist der *Föttinger-Transformatorkonstruktion* unter ausdrücklicher Berücksichtigung der Verhältnisse auf Turbinenschiffen konstruiert worden. Wenn nun also bei diesen die Antriebsmaschine nur einen Drehsinn hat, so mußte zunächst für die Rückwärtsfahrt eine besondere Turbine eingebaut werden, die mit der Vorwärtsturbine auf einer Welle sitzt, häufig mit ihr in einem Gehäuse vereinigt ist und also in normalem Fall leer mitlaufen muß. Das bedeutet einerseits

¹⁾ Spannhake, Z. d. Ver. D. Ing. 1913, S. 721.

gewisse Verluste, denn die Turbine setzt ihrer gewaltsamen Drehung einen Widerstand entgegen, andererseits wird der Rückwärtsturbine, um an Gewicht zu sparen, eine bedeutend kleinere Leistung gegeben. Das ist insofern als Nachteil anzusehen, als die Rückwärtsturbine eine wichtige Anwendung beim Stoppen und überhaupt Manövrieren der Schiffe findet. Der Stoppweg ist natürlich bedeutend länger, als wenn die Leistung der Vorwärtsmaschine zur Verfügung steht, wie es bei Kolbenmaschinen ohne weiteres der Fall ist.

Hier greift der *Föttinger*-Transformator günstig ein. Es ist nämlich gelungen, zwei Transformatoren mit vollkommen getrenntem Flüssigkeitskreislauf auf einer Welle und in einem Gehäuse sehr geschickt zu vereinigen. Bei gleicher Drehrichtung der Turbinenwelle findet der eine zur Vorwärtsfahrt, der andere zur Rückwärtsfahrt Verwendung. Je nachdem, welche Drehrichtung der Schraube gegeben werden soll, wird der eine oder andere Transformator mit Wasser angefüllt, während der zweite leer mitläuft. Wenn beide Transformatorräder gleiche Abmessungen erhalten, wird die volle Leistung der Vorwärtsturbine für die Rückwärtsfahrt nutzbar gemacht. Bei dem Seebäddampfer „Königin Luise“¹⁾ hat man sich mit 70 % begnügt. Damit ergab sich ein Stoppweg von 220 m. Dieses Resultat bedeutet bereits einen wesentlichen Gewinn gegenüber den 550 m Stoppweg bei dem ungefähr gleich großen Dampfer „Kaiser“, der mit direktem Turbinen-antrieb ausgerüstet ist.

Durch Anwendung des *Föttinger*-Transformators hat man nach *Spannhake* eine Gewichtersparnis von 25—30 % erzielt und die Wirtschaftlichkeit um 10—20 % erhöht. Beide Punkte können, wenn notwendig, zu einer beträchtlichen Erweiterung des Aktionsradius ausgenutzt werden. Trotz der kurzen Entwicklungszeit ist es bereits gelungen, 10 000 PS in einem Wellenstrang durch einen Transformator zu übertragen. Bei vier Schrauben und also vier Wellen, die große Schiffe stets haben, käme man damit auf 40 000 PS. Die größten Schiffe haben Gesamtleistungen von 60 bis 70 000 PS. Diese Leistungssteigerung, die von der Weiterentwicklung des Transformators also noch zu fordern ist, dürfte ohne große Mühe zu erreichen sein.

Ein Vergleich mit den in England üblichen Zahnradvorgelegen fällt im wesentlichen zugunsten der deutschen Konstruktion aus. Zunächst muß allerdings hervorgehoben werden, daß in England die Zahnradvorgelege für außerordentlich große Leistungen erfolgreich angewandt worden sind. Dabei ist es als Vorteil anzusehen, daß man leichter als beim *Föttinger*-Transformator beliebig große Übersetzungsverhältnisse erreicht. Aber mit allen Zahnradern sind unangenehmer Lärm und störende Erschütterungen untrennbar verbunden,

zumal wenn sie, entsprechend dem Turbinen-antrieb, mit großen Geschwindigkeiten laufen müssen. Die Gesamtanordnung ist beim Transformatorantrieb bedeutend einfacher als bei Verwendung eines Zahnradvorgeleges, wie aus den beiden schematischen Skizzen (Fig. 6 und 7), die in vereinfachter Form dem erwähnten Aufsatz von *Spannhake* entnommen sind, zu erkennen ist. Die große Zahl von Lagern bedeutet eine große Zahl von Wartungsstellen und größere mechanische Verluste, was vor allem bei geringer Belastung bemerkbar sein muß. Außerdem bleibt der Nachteil der geringen Leistung der Rückwärtsturbine in verstärktem Maße bestehen, da hier eine Vorwärtsturbine durch das Vorgelege hindurch mit einer Übersetzung ins Schnelle mitgeschleppt werden muß.

Besprechungen.

Study, E., Die realistische Weltansicht und die Lehre vom Raume. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1914. IX, 145 S. Preis geh. M. 4,50, geb. M. 5,20.

Es gibt heute gewiß nur wenige Naturforscher oder Mathematiker, die den philosophischen Fragen nach den Grundlagen ihrer Wissenschaft ganz teilnahmslos gegenüberstehen. Bei den widerstreitenden Systemen der Fachphilosophen, bei der oft unglaublichen Sachkenntnis und anspruchsvollen Geste, mit der bis in die heutige Zeit namhafte und einflußreiche Vertreter der Fachphilosophie über die exakten Wissenschaften schreiben, ist es verständlich, wenn im Lager aller, die auch nur einen Tropfen dieser Wissenschaften gekostet haben, die Tendenz dazu erstarkt, die philosophische Fundamentierung ihrer Wissenschaft auf eigene Faust vorzunehmen, häufig ohne Berücksichtigung der positiven und wertvollen Arbeit, die von philosophischer Seite geleistet worden ist. Leider hat nur allzuoft diese Tendenz in einer bedenklichen Weise oberflächlichen und dilettantischen Betrachtungsweisen Vorschub geleistet, die durch eine ausgebreitete naturphilosophische Literatur weite Kreise der naturwissenschaftlich Gebildeten in den Bann ihrer Schlagworte ziehen.

Das vorliegende Buch des bekannten Mathematikers, das ebenfalls auf naturwissenschaftlichem Boden steht, gehört nicht zu diesen heute herrschenden Richtungen; es behandelt die Probleme in eindringenderer Weise, als die Erzeugnisse jener Literatur es zu tun pflegen, und ist der Ausdruck einer Anschauung, die auf breiteren Fundamenten ruht und der auch die bekanntesten Erscheinungen der neueren philosophischen Literatur nicht fremd sind.

Der Standpunkt, den *Study* vertritt, und der schon früher unter anderen von *Helmholtz* vertreten worden ist, ist der Standpunkt des *Realismus*. Im ersten Kapitel des Buches schildert der Verfasser das „realistische Weltbild“. Dieses beruht auf der „Annahme der Existenz einer vom erkennenden Subjekt unabhängigen Außenwelt“, einer Annahme, die in Zweifel zu ziehen, einem „unbefangenen, d. h. nicht durch dialektischen Sport aus dem Geleise geratenen Verstand“ niemals einfallen würde. Hinter den Erscheinungen suchen wir das Ding; und es ist im Fortgange der Erfahrung Sache des Hypothesen bildenden Verstandes, aus dem Wechsel der Sinneserscheinungen mit wachsender

¹⁾ *Spannhake*, Transformatoranlage des Seebäddampfers „Königin Luise“, Z. d. Ver. D. Ing. 1914, S. 481.

Sicherheit das Objekt, das Ding zu bestimmen. Diese realistische Anschauung, die jedermann in der Praxis betätigt, wird von verschiedenen Seiten angegriffen, und der Erörterung solcher gegnerischer Argumente ist das zweite Kapitel des Studyschen Buches gewidmet. Die Gegner, mit denen der Verfasser sich hier auseinandersetzt, sind die Idealisten, die Positivisten und die Pragmatisten. Den beiden letzten Richtungen wird grundsätzlich der Krieg erklärt; es wird gezeigt, daß der positivistische Standpunkt, der jede über das sinnlich Wahrnehmbare hinausgehende Hypothese ablehnt, undurchführbar ist, und daß der Pragmatismus, der den Sinn objektiver Wahrheit lediglich im biologischen Vorteil erblickt, zu gänzlich unhaltbaren Konsequenzen führt. Die Kritik des Idealismus richtet sich, wie der Autor hervorhebt, „vorzugsweise gegen Übertreibungen und namentlich gegen die Ausgestaltung, der er durch seine bekanntesten neueren Vertreter gefunden hat“. (Gemeint ist vor allem die sog. Marburger Schule.) In diesem Sinne ist es wohl auch zu verstehen, wenn Study sagt: „Eine Theorie der Erkenntnis heiße idealistisch, wenn sie wesentlich spekulativ ist, die Erfahrung als minderwertige Erkenntnisquelle erachtet oder doch tatsächlich geringe Rücksicht auf sie nimmt.“ Die Philosophie Kants, auf den die „neueren Vertreter des Idealismus“ sich berufen, lehnt Study nicht grundsätzlich ab; insbesondere versagt er der Kantschen Lehre von dem apriorischen Charakter der Raumanschauung nicht jede Billigung. Die Lehre von der Subjektivität der Raum- und Zeitanschauung, den Gedanken, daß die Gegenstände sich „nach der Erkenntnis richten“ müssen, weist er jedoch zurück.

Der weitere, größere Teil des Buches ist nicht mehr allgemein erkenntnistheoretischen Betrachtungen gewidmet, sondern beschäftigt sich vielmehr speziell mit dem Raumproblem, d. h. der Frage nach der Natur unseres Raumes und dem erkenntnistheoretischen Charakter unserer geometrischen Einsichten. Die realistische Weltansicht schließt als „Teilhypothese“ die Annahme eines objektiven Raumes ein, in dem die wirklichen Naturvorgänge sich abspielen, und diese Annahme wird weiter präzisiert durch den Zusatz, daß die Struktur dieses Raumes sich mit den Hilfsmitteln der Mathematik, d. h. wesentlich denen der Geometrie, beschreiben lasse. Das System der geometrischen Sätze, das einerseits einen Zweig der reinen Mathematik darstellt, andererseits diese Beschreibung des wirklichen Raumes leistet, nennt Study die natürliche Geometrie. In ihrer zweiten Eigenschaft ist sie ihm „etwas Vorgefundenes, ein Objekt des Naturerkennens: Ganz so, aber auch nur so, wie überall in den Naturwissenschaften von einem Erkennen allein die Rede sein kann“. Demgemäß entsteht die Aufgabe, unter den verschiedenen begrifflich möglichen geometrischen Systemen das der „natürlichen Geometrie“ ausfindig zu machen, ein Ziel, dessen Gewinnung, wie Study erklärt, nur auf dem Wege der Naturwissenschaft, Erfahrung und Hypothesenbildung, möglich ist, und das wohl überhaupt nur annähernd erreicht werden kann. Man hat also an der Hand des von der Erfahrung gegebenen Induktionsmaterials eine möglichst wahrscheinliche Hypothese über die Struktur unseres Raumes und die zugehörige natürliche Geometrie aufzusuchen. Diesen Forderungen genügt gewiß das System der uns vertrauten Euklidischen Geometrie, und es ist die Frage, ob es außer dieser Geometrie noch andere in Betracht kommende Geometrien gibt. Study beantwortet diese Frage mit ja, indem er meint, daß die

verschiedenen Arten nicht-Euklidischer Geometrie als natürliche Geometrie ernsthaft in Betracht zu ziehen sind. Es kommen somit für die Hypothesenbildung außer der Euklidischen Geometrie, in der es durch jeden Punkt eine und nur eine Parallele zu einer Geraden gibt, nur noch die sogenannte sphärische Geometrie, in der es keine solche Parallele gibt, und die pseudosphärische Geometrie, in der es zwei Parallelen gibt, in Frage. Die Entscheidung zwischen diesen drei Hypothesen könnte von geodätischen Dreiecksmessungen erwartet werden, je nachdem deren Winkelsumme von zwei Rechten merklich verschieden ausfällt oder nicht. Da der letzte Fall bei der berühmten Gaußschen Messung des Dreiecks Hoher-Hagen—Brocken—Inselberg zutrifft, und auf Grund anderer Erfahrungstatsachen kommt Study zu dem Schlusse, daß die natürliche Geometrie, wenn sie überhaupt nicht-Euklidischen Charakter trägt, doch jedenfalls nicht merklich von der Euklidischen Geometrie verschieden sein kann. Eine völlige Lösung der erkenntnistheoretischen Frage sieht jedoch Study in diesem Ergebnis noch nicht. — An die Entwicklung des hier skizzierten Gedankenganges schließt sich ein Kapitel an, das der Besprechung von Einwänden gewidmet ist und sich speziell mit Anschauungen von Poincaré auseinandersetzt, während ein anderes Kapitel der Polemik gegen die idealistische Raumtheorie dient.

So bestechend diese Gedankengänge auch für den Naturforscher sein mögen, der leicht geneigt ist, anderen als naturwissenschaftlichen oder doch so anmutenden Betrachtungen seine Anerkennung zu versagen, und der besonders leicht zu einem beifälligen Nicken gebracht werden kann, wenn gegen „reine“, d. h. nicht durch Erfahrung zu begründende Erkenntnis zu Felde gezogen wird, so nötig erscheint dem Referenten hier eine prinzipielle Kritik, ungeachtet der Autorität der in dem Buche mehrfach als Kronzeugen zitierten Koryphäen der exakten Wissenschaften. Freilich würde eine eingehendere Diskussion den Rahmen dieses Referates überschreiten, und so müssen einige Andeutungen genügen, welche die Frage nach der Lösung des Raumproblems durch Hypothesenbildung und Erfahrung betreffen. Ist wirklich die auf der Beobachtung durch unsere Sinne beruhende Erfahrung die oberste Instanz zur Lösung dieser Fragen, oder sind unsere Einsichten in die Beziehungen der wirklichen räumlichen Gestalten Erkenntnisse a priori, d. h. ist ihre Gültigkeit nicht durch die Erfahrung, sondern durch eine andere Erkenntnisquelle gewährleistet? Study erkennt zwar an, daß in unserer Raumanschauung „ein apriorisches Element steckt, von dem uns loszumachen wir nicht in unserer Gewalt haben“; aber diese Bemerkung bleibt in dem Buche ohne wesentliche Konsequenzen; mit dem Subjektivismus in der Kantschen Philosophie werden auch kurzerhand andere Gedanken verworfen, die vielleicht eine eingehendere Prüfung verdient hätten. Die Meinung, daß der Raum uns „nur durch Erfahrung zugänglich“ sei, wird von Study durch den Hinweis auf die Objektivität des Raumes begründet. Die Stichhaltigkeit dieser Begründung scheint dem Referenten jedoch fraglich. Sie würde zutreffen für alles, was materielle Wirklichkeit besitzt; die Wirklichkeit der räumlichen Gestalt — wir sprechen im Hinblick auf die Geometrie absichtlich lieber von räumlichen Gestalten als vom Raume — unterscheidet sich jedoch von der Wirklichkeit der materiellen Körper im Raume. Wenn auch die geometrische Kugelgestalt etwas von unserer Er-

kenntnis ebenso Unabhängiges ist wie ein wirklich vorhandenes Stück Holz von annähernder Kugelgestalt, so meinen wir mit der Aussage der Existenz der Holzkugel etwas Andersartiges als mit der Aussage: es gibt die geometrische Gestalt der Kugel. Die exakte geometrische Gestalt eines bestimmten materiellen Körpers, etwa einer Holzkugel kann durch die sinnliche Erfahrung nie festgestellt werden, nur die annähernde Kugelgestalt läßt sich empirisch ermitteln. Die geometrischen Gestalten aber haben exakt ihre Form, sie stellen die *Normen* dar, nach denen wir die Gestalten der materiellen Körper idealisieren, und können durch die sinnliche Anschauung nicht gegeben werden (wenngleich Modelle zu ihrer Versinnbildlichung dienen können). Da jedoch die geometrischen Gestalten anschaulichen Charakter tragen, so sehen wir uns veranlaßt, mit Bezug auf sie von einer „reinen“ Anschauung zu sprechen, die zwar gewiß sich nur an der Hand der Erfahrung ausbilden und üben wird, trotzdem aber, was die Art der durch sie möglichen Erkenntnis betrifft, von der Erfahrung unabhängig ist. Daher sind alle Einwände, die sich auf die Undeutlichkeit, Unexaktheit, Verschwommenheit unserer Sinnesanschauung stützen, kraftlos gegen Argumente, die sich auf die reine Anschauung beziehen. Unsere Erkenntnisse der Beziehungen zwischen räumlichen Gestalten, d. h. unsere geometrischen Erkenntnisse können nicht in der Erfahrung ihren Erkenntnisgrund haben; es sind vielmehr Erkenntnisse von *Wesenszusammenhängen*, von Sachverhalten, deren Leugnung einen Widersinn einschließen würde. Von diesem Standpunkte aus gelangt man nun zu einer anderen Auffassung von der Bedeutung der nicht-Euklidischen Geometrie, als sie im Studyschen Buche entwickelt ist. Ebenso nämlich, wie in anderen geometrischen Tatsachen erblicken wir in dem Satze, daß es durch einen Punkt zu einer Geraden genau eine Parallele gibt, den Ausdruck einer Wesenseigenschaft räumlicher Gestalten und erkennen damit die exakte Gültigkeit der Euklidischen Geometrie für die wirklichen räumlichen Gestalten an. Der Referent ist daher der Meinung, daß eine wahrhaft unbefangene, d. h. nicht durch philosophische, aber auch nicht durch mathematisch-naturwissenschaftliche Vorurteile beeinflusste Prüfung der Tatsachen zu diesem Standpunkt führen muß. Damit soll die hohe Bedeutung der nicht-Euklidischen Geometrie nicht in Frage gestellt werden; ja es wäre sogar prinzipiell die Möglichkeit denkbar, daß gewisse oder auch die meisten physikalischen Gesetze in der Sprache der nicht-Euklidischen Geometrie einen einfacheren Ausdruck fänden als in der Sprache der Euklidischen. Daß dies nicht der Fall ist, erscheint als eine Erfahrungstatsache von außerordentlicher Wichtigkeit, und wie der Referent meint, lassen seine Ausführungen sich mit denen des Buches in Einklang bringen, wenn man die betreffenden Studyschen Betrachtungen als eine Erörterung dieser Erfahrungstatsache auffaßt.

Nach diesen Ausführungen kann der Referent vielen der Studyschen Sätze in seiner Polemik gegen die idealistische Raumtheorie nicht zustimmen; vor allem der Behauptung, „daß die Geometrie es mit Begriffen, nicht mit Anschauungen zu tun hat“. „Nicht anschaulich, nicht vorstellbar, sondern nur begreiflich sind ja schon die Abstraktionen, die wir mit den Worten Punkt, Gerade — von unendlicher Länge! — usw. bezeichnen.“ Punkt, Gerade usw. sind gewiß nicht Gegenstände der sinnlichen Anschauung, aber sie sind auch nicht Begriffe, d. h. Zusammenfassung gemeinsamer Merkmale einer Klasse von Dingen; es

sind vielmehr rein anschauliche Normen der empirischen Anschauung. —

Den Schluß des Studyschen Buches bildet ein Kapitel, das mit den vorangehenden in einem etwas loseren Zusammenhange steht und sich auf die *Axiomatik* in der Geometrie bezieht. Unter Axiomatisierung einer mathematischen Disziplin versteht man die Aufsuchung eines möglichst wenig umfangreichen Systems von Grundsätzen, die ohne Beweis bleiben und aus denen sich alle anderen Sätze der betreffenden Disziplin auf rein logischem Wege beweisen lassen. Weiter kann man dann die Stellung, welche die einzelnen Axiome zueinander und im System des Ganzen einnehmen, einer näheren Untersuchung unterwerfen. Die große Rolle, die solche axiomatische Untersuchungen in der Literatur über Geometrie heute spielen, veranlaßt den Verfasser zur Opposition. Er erblickt in der einseitigen Betonung des axiomatischen Gesichtspunktes eine Gefahr für die Entwicklung der Wissenschaft und warnt vor einer Überschätzung der Axiomatik. —

Das Buch, dessen systematischer Gedankengang vielfach durch treffende und geistvolle Bemerkungen unterbrochen wird, ist sehr lebendig und temperamentvoll geschrieben und dürfte, obwohl oder vielleicht gerade weil es häufig zum Widerspruch reizt, für jeden Leser anregend sein, der den so wichtigen dort behandelten Problemen Interesse entgegenbringt.

R. Courant, Göttingen.

Cohn, Emil, *Physikalisches über Raum und Zeit.*

Zweite verbesserte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. 24 S. Preis M. 0,80.

Während der Streit um die Richtigkeit und den Wert des Relativitätsprinzips unter den Physikern allmählich aufhört, scheint er jetzt mit größerer Heftigkeit unter denen zu entflammen, die das Problem von Raum und Zeit philosophisch interessiert. Die Physik hat aus dem Prinzip allen Vorteil gezogen, der daraus zu gewinnen war: das Verständnis gewisser, sonst kaum erklärbarer Naturerscheinungen, einen großen Gewinn an Durchsichtigkeit und mathematischer Einfachheit der elektrodynamischen Gesetze und vor allem eine Vereinheitlichung des physikalischen Weltbildes. In dem Augenblicke, da die Erörterung des Prinzips den Boden der reinen Erfahrungswissenschaft, aus der es entstand, verläßt und es Gegenstand philosophischer Betrachtung wird, ist es sehr zu wünschen, daß in gemeinverständlichen Darstellungen der Inhalt an Tatsachen, der durch den Namen des Prinzips zusammengefaßt wird, möglichst einfach und klar dargeboten wird.

Der Aufsatz von E. Cohn, der in zweiter Auflage erschienen ist, kann als Muster einer solchen, im guten Sinne des Wortes populären Darstellung bezeichnet werden. Unter Vermeidung alles metaphysischen Beiwerkes wird in Kürze der Gedankengang wiedergegeben, der aus elementaren Erfahrungen das Vorhandensein der „Relativität“ und die Folgerungen ableitet, die sich aus ihrer Anwendung auf die elektrodynamischen Vorgänge ergeben. Als didaktisches Hilfsmittel dient dabei ein hübsch erdachtes Modell, welches die bekannten merkwürdigen Veränderungen der Maße von Länge und Zeit in relativ bewegten Systemen in Holz und Messing anschaulich vor Augen führt. Beschäftigung mit diesem Modell muß alle mystischen Vorstellungen verschrecken, welche die abstrakte Sprache

Minkowskis bei manchen Nichtmathematikern erweckt hat. Es ist sehr zu wünschen, daß die Cohnsche Schrift eine weite Verbreitung finde.

M. Born, Göttingen.

Das Aufsteigen des Saftes in den Bäumen.

Das Aufsteigen des Saftes in den Bäumen hat bis heute keine allseitig anerkannte Erklärung gefunden. Die alten Hypothesen von *Böhm* und *R. Hartig*, welche das Saftsteigen, rein physikalisch, auf die Spannungsunterschiede zwischen dem äußeren Luftdruck und dem in den Wasserleitbahnen (Gefäßen) herrschenden Unterdruck zurückführten, sind zwar als unzutreffend beiseite getan worden, ebenso die von *Sachs* vertretene Imbibitionshypothese, der zufolge der Saft nicht im Lichten, sondern, kapillar, in den imbibitierten Wänden der Gefäße aufsteigen sollte. Aber zwischen zwei neueren Anschauungen, die wir im folgenden skizzieren wollen, geht der Kampf noch heute weiter.

Angesichts der Unmöglichkeit einer mechanischen Erklärung richteten *Godlewski* und *Westermaier* (1884) ihr Augenmerk auf die im jüngeren Holz ja stets vorhandenen lebenden Zellen und schrieben diesen eine aus ihrer Atmungsenergie bestrittene tätige Mitwirkung bei der Wasserhebung zu. Während die Westermaiersche Vorstellung, daß das Wasser im Holzparenchym von Zelle zu Zelle emporkletterte, wenig Anklang gefunden hat, vertreten mehrere Forscher (*Ursprung*, *Leclerc du Sablon*, *Janse* u. a.) noch jetzt die Godlewskische „vitale“ Hypothese, welche insbesondere den Markstrahlzellen die Rolle kleiner Saug- und Druckpumpen zuschreibt. Ihr Widerspiel ist die von *Askenasy* (1895) und von *Dixon* und *Joly* (1894) aufgestellte „Kohäsionshypothese“, welche nun wiederum das Problem als ein rein mechanisches betrachtet. Sie sieht die treibende Kraft der Wasserhebung allein in dem osmotischen Saugvermögen („osmotischen Druck“) der lebenden Zellen der Blätter: sobald diese infolge der Transpiration Wasser eingebüßt haben, ziehen sie die in den Gefäßsträngen durch die ganze Pflanze bis in die Wurzelspitzen hinein lückenlos verlaufenden Wassersäulen zu sich herauf. Fragt man, wie es möglich sei, daß Wassersäulen von mehr als 10 m Länge nicht abreißen, so weist diese Lehre darauf hin, daß die ganz ungeahnte große Kohäsion des Wassers dies bewirke.

Die Kohäsionshypothese setzt also voraus, daß 1. die Kohäsion des Wassers sehr beträchtlich ist und daß 2. die die Pflanze durchziehenden Wasserfäden auch nicht durch eine einzige Luftblase unterbrochen sind. Was den ersten Punkt betrifft, so hat schon *Askenasy* ein Steigen des Quecksilbers auf 14 cm über Barometerhöhe, *Ursprung* (1913) nach ähnlicher Methode sogar auf mehr als doppelte Barometerhöhe erzielt, wenn sorgfältigst ausgekochtes Wasser durch feinporeige Körper angesaugt wurde. *Berthelot* fand auf anderem Wege Werte von etwa 50 at für die Kohäsion luftfreien Wassers; *Dixon* und *Joly* kamen auch für lufthaltiges Wasser zu ähnlich hohen Werten. *Steinbrinck* wies (1906) mittels seines Vakuumhebers nach, daß völlig luftfreies Wasser auch in strömender Bewegung erhebliche Kohäsion zeigt. Zu all diesem kommt hinzu, daß das Wasser in den ungeheuer feinen

Gefäßen der Pflanzen, umschlossen von wassergetränkten Zellwänden, unter weit günstigeren Adhäsions- und Kohäsionsbedingungen steht als in den Glasröhren unserer Apparate. — Der zweite Punkt, der Nachweis der Kontinuität der Wasserfäden, bereitet mehr Schwierigkeiten. Denn von allen neueren Autoren sind die Gefäße stets nur zum Teil mit Wasser, zum anderen Teile mit Luft erfüllt gefunden worden. *Dixon* weist zwar darauf hin, daß die vielfache Kammerung, wie sie vor allem das aus lauter Tracheiden bestehende Koniferenholz zeigt, höchst geeignet sei durch Einkapselung die Luftblasen unschädlich zu machen. Aber die Einwendungen dagegen wollen nicht verstummen. So zeigte erst kürzlich (1913) *Ursprung*, daß der von *Th. Hartig* (1864) stammende Versuch, wonach ein auf die obere Schnittfläche eines Aststückes aufgebracht Tropfen den sofortigen Austritt eines Tropfens aus der unteren Schnittfläche zur Folge hat, im Monat August fast nie gelingt, daß also „die Kontinuität der Wasserfäden nicht zu den Bedingungen des Saftsteigens gehört“. *Ursprung* führt auch folgenden von ihm ausgeführten Versuch an: Ein beblätterter Robiniazweig wurde unter Wasser abgeschnitten und in eine wassergefüllte Flasche gestellt. Wurde nun die Luft über dem Wasser der Flasche auch nur um $\frac{1}{3}$ at verdünnt, also den Blättern eine um ebensoviel erhöhte Saugkraft zugemutet, so welkten dieselben, obgleich sie, an einem hohen Baume sitzend, — der Kohäsionstheorie zufolge — mit einer Kraft von vielen Atmosphären saugen müßten. Beweisend gegen die Kohäsionstheorie ist übrigens dieser Versuch noch nicht, da der Unterdruck durch das Interzellularensystem der Blätter einen natürlich stark austrocknend wirkenden Luftstrom hindurchsaugen dürfte. Im Gegenteil ist es schon 1911 *Renner* gelungen, „negative“ Spannungen bis zu 20 at in Pflanzenteilen nachzuweisen. *Renner* bestimmte zunächst die in der Zeiteinheit angesaugte Wassermenge eines Zweiges, schnitt dann die beblätterte Krone desselben ab und ließ an dem Stumpf eine Luftpumpe saugen: dieselbe saugte stets mehr Wasser an als vorher die Blätter; die Saugkraft der Blätter war also geringer als 1 at gewesen. Nun wurden in gleicher Weise Zweige geprüft, die nahe ihrer Basis durch eine Schraubzwinge sehr stark geklemmt wurden: hier erreichte die Saugung nach anfänglichem Stillstand allmählich einen konstanten Höchstwert, welcher um ein Vielfaches die danach festgestellte Saugung der Pumpe übertraf. Die Blätter hatten also unter den erschwerten Bedingungen ihre Saugkraft sehr bedeutend (in einzelnen Versuchen bis auf 20 at!) gesteigert.

Worauf stützt sich dieser, wie wir sehen, gut begründeten Kohäsionstheorie gegenüber die „vitale“ Theorie? Zunächst hat sie den Vorteil für sich, daß ihr die absolute Höhe der Bäume keine Schwierigkeiten bereitet, da ja jede lebende Zelle das Wasser nur in den Bereich der nächsthöheren zu bringen hat. Des weiteren kann sie auf die längst feststehende Tatsache hinweisen, daß der Wassertransport ausschließlich in den jüngeren von lebenden Elementen durchsetzten Teilen des Holzkörpers stattfindet. Schließlich sprechen für sie die Versuche von *Janse* (1885) und *Ursprung* (1906), bei denen der Stamm oder Zweig auf eine gewisse Länge hin abgetötet wurde; es ergab sich, daß alsdann die Wasserförderung nach einiger Zeit aufhörte, und zwar um so schneller, je näher den Blättern die abgetötete Partie lag und je länger sie war. Allerdings liegt hier die Möglichkeit von Gefäßverstopfungen infolge der Abtötung vor; doch

wies der mikroskopische Befund nur in ganz wenigen Fällen auf solche hin. Im Widerspruch mit diesen Ergebnissen steht ein Versuch, den *Strasburger* (1893) anstellte: er ließ einen abgehauenen, 20 m hohen Baum zunächst eine tödlich giftige Pikrinsäurelösung aufsaugen und danach eine Eosinlösung. Auch letztere stieg im Stamme empor, womit einer Mitwirkung der lebenden Zellen am Saftsteigen das Urteil gesprochen zu sein schien. Doch erhielt die Sache ein anderes Gesicht, als *Ewart* (1907) einen entsprechenden Versuch anstellte und durch nachträgliche mikroskopische Untersuchung zeigte, daß die giftige Lösung bei weitem nicht alle lebenden Holzelemente getötet hatte und daß gerade im Bereiche der noch lebenden die Farbstofflösung emporgestiegen war.

Überblicken wir die Sachlage, so sehen wir keine der beiden Theorien streng bewiesen. Selbst die *Rennerschen* Versuche könnten wohl auch unter Inanspruchnahme der lebenden Zellen des Stengels als osmotischer Vermittler der Saugkraft gedeutet werden. Ebenso gut wie die Blattzellen können ja die Parenchymzellen und Markstrahlzellen des Holzes vermöge ihres osmotischen Druckes eine Saugkraft ausüben, worauf *Leclerc du Sablon* (1909) hingewiesen hat. Es ist somit noch nicht an der Zeit, jegliche Mitwirkung der lebenden Zellen des Stammes bei der Wasserförderung auszuschließen, wie bedeutsam auch immer die Rolle sein mag, welche der Kohäsion des Wassers bei diesem Prozesse zufällt.

Farenholtz, Münster i. W.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

Die fortgesetzt auftretenden schweren Unglücksfälle in den Steinkohlengruben erwecken besonderes Interesse für eine Arbeit, die *F. Leprince-Ringuet* über die **Absorption von Gasen durch Steinkohle** ausgeführt hat. Diese Untersuchungen wurden bei verschiedenen Temperaturen und bei Drucken von $\frac{1}{4}$ bis zu 80 Atmosphären vorgenommen. Als Gase wurden CO_2 und natürliches Grubengas mit wechselndem Methangehalt von 61,5 bis zu 90 % benutzt. Es zeigte sich, daß bei konstanten Temperatur- und Druckverhältnissen stets mit der Zeit ein Gleichgewichtszustand zwischen der Steinkohle und dem sie umgebenden gasförmigen Medium sich bildet und daß die aufgenommene Gasmenge bei verschiedenen Steinkohlensorten kleinen Schwankungen unterworfen ist. Es erfolgt eine schnelle Abnahme der Absorption mit steigender Temperatur und eine Zunahme mit steigendem Druck, die zuerst schnell vor sich geht und dann langsamer wird, indem sie sich scheinbar einem Grenzwert nähert. Die Abgabe der Gase erfolgt stoßweise, ganz besonders auffällig bei CO_2 , so daß es scheinbar zu kleinen Explosionen kommt. Von den gefundenen Zahlenwerten sei mitgeteilt, daß bei 18° eine Tonne Steinkohle unter $\frac{1}{4}$ at Druck 5,6 cbm, unter $\frac{1}{2}$ at 6,6 cbm und unter 1,0 at 7,2 cbm Kohlensäure absorbiert. Unter den gleichen Druckverhältnissen wurden bei 16° von natürlichem Grubengas mit 89 % Methan 0,5, 1,0 und 1,9 cbm absorbiert, bei 50° und 1 at Druck dagegen 0,5 cbm. Die angegebenen Gas Mengen beziehen sich auf 0° und 760 mm Druck. (*C. R.* 158, 573, 1914.)

Eine einfache Methode, für optische Untersuchungen, eine **Natriumflamme von sehr großer Intensität** herzustellen, gibt *R. W. Wood* an: Man legt auf den Rost eines Mekerbrenners ein kleines Stück von dem

Mantel eines Auerschen Glühstrumpfes und darauf 2 oder 3 kleine Stücke geschmolzenes NaCl. Wird der Brenner entzündet, so erhält man sofort eine Flamme von erstaunlicher Helligkeit. Die Verdampfung des Kochsalzes erfolgt darin so rasch, daß Wolken von Dampf von der Flamme aufsteigen und die Stärke der Flamme ist ebenso bedeutend wie beim Verdampfen von Kochsalz im Knallgasgebläse, doch hat sie vor diesem die bequemere Handhabung voraus. Das Stückchen Glühstrumpf dient dazu, den verdampfenden Stoff über eine große Fläche von geringer Wärmekapazität auszubreiten, indem es für das schmelzende Salz wie der Docht einer Lampe wirksam ist. Die Natriumdämpfe werden daher der Flamme mit großer Geschwindigkeit zugeführt, was deren Intensität so sehr steigert. (*Phil. Mag.* [6] 27, 530, 1914.)

Das übliche Verfahren, den Verlauf **magnetischer Felder** durch Eisenstaub oder Eisenfeilicht experimentell festzustellen, versagt, wenn es sich um sehr schwache Magnetfelder handelt, z. B. um die unter dem Namen „**Quermagnetisierung**“ bekannten Magnetisierungen, welche in scheibenartigen Eisen- oder Stahlplatten durch Berührung mit Polen von permanenten Magneten erzeugt werden. Für die **Sichtbarmachung** solcher Felder soll man nach *E. Liebreich* die magnetisierte Eisen- oder Stahlscheibe, mit Eisenpulver (*Ferrum hydrogenio reductum*) bestreuen, das aufgestreute Pulver wieder abklopfen, so daß nur noch die feinsten Staubreste auf der Platte zurückbleiben, und sie dann in Chromsäure einige Minuten lang baden. Die magnetischen Stellen machen sich dann dunkelrot auf gelblichrotem Untergrunde bemerkbar und nach dem Herausnehmen aus dem Bade verstärkt sich das Bild während des Trocknens noch mehr. Nach ein paar Tagen entsteht auf der ganzen Platte ein lackartiger fester Überzug von Chromsäureanhydrid, der das Bild schützt, so daß es ohne Schaden berührt werden kann. Die Erscheinung beruht darauf, daß die feinen Eisenteilchen, welche an den magnetischen Stellen haften, mit der Chromsäure schneller und leichter in Reaktion treten als die Stahlplatte und das so gebildete Eisenchromat die magnetischen Stellen der Platten färbt. An Stelle der Chromsäure kann man auch Gerbsäure verwenden, welche die magnetischen Stellen sich in Dunkelviolett, also durch Tintenbildung, abheben läßt. (*Verh. d. d. phys. Ges.* 16, 307, 1914.)

C. Auer von Welsbach berichtet über eine **Zerlegung des Ytterbiums** in seine Elemente. Es sind dies das Cassiopeium und das Aldebaranium. Von beiden Elementen sind die Spektren von *Exner* und *Haschek* und von *Eder* und *Valenta* in ihren Spektralwerken veröffentlicht. Das Aldebaranium zeichnet sich darin durch ein charakteristisches Band in Gelb bei $\lambda = 582$ aus. Durch Überführung der Sulfate dieser beiden Grundstoffe in ihre Oxyde ist das Atomgewicht bestimmt worden. Durch je 3 Versuche wurde für Cassiopeium 175,00 und für Aldebaranium 173,00 gefunden. (*Z. f. anorg. Chem.* 86, 58, 1914.)

Man kann bei der technischen Behandlung von Metallen und Legierungen auf zwei verschiedene Weisen vorgehen, um dem Material einen bestimmten Härtegrad zu verleihen: Entweder man glüht das Metall vollständig aus und gibt ihm durch mechanische Behandlung den gewünschten Härtegrad oder man verleiht dem Material zunächst den Maximalgrad der mechanischen Härtung und bringt es dann durch Glühen

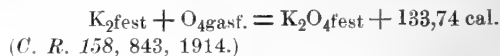
bei steigender Temperatur bis zu demselben Zustande. Von *Hunriot* und *Lahure* ist untersucht worden, wie eine solche **Härtung oder Enthärtung** beim Silber und beim Messing auf die verschiedenen mechanischen Eigenschaften des Materials einwirkt. Für Silber, welches nach der Brinellschen Kugelprobe eine Härte von 31,3 zeigte, betrug die Zugfestigkeit 12 bei Verminderung und 9,7 bei Vermehrung der Härte. Entsprechend betrug die Dehnung 6,6 und 8. Ebenso besaß Silber mit einer mechanischen Härte von 24,2 nach der Kugelprobe Zugfestigkeiten von 10,3 und 7,6 und Dehnungen von 13,3 und 30,2, je nachdem der Härtezustand durch Verminderung oder Vermehrung der Härte erreicht war. Für Messing mit dem Härtegrad 120 betrug die Festigkeit 36 bei einer Dehnung von 9,1, wenn die Härtung in steigender Richtung erfolgte und 50,6 bei einer Dehnung von 6,1 bei sinkender Härte. Bei der Behandlung mit sinkender Härte treten die Änderungen des Zustandes viel regelmäßiger auf, auch war stets die Zugfestigkeit höher und die Dehnung geringer als bei Vermehrung der Härte für Materialien, die bei der Kugelprobe die gleiche mechanische Härte zeigten. Im allgemeinen wurde erwiesen, daß niemals die Bestimmung einer einzigen mechanischen Eigenschaft genügt, um die übrigen zu kennen, und daß sich in dem Verhältnis dieser Eigenschaften zueinander die Geschichte der früheren technischen Behandlung des Materials offenbart. (*C. R.* 158, 404, 1914.)

A. Marcelin hat die **Dicke der sehr dünnen Schichten** bestimmt, die man auf Flüssigkeiten von gewissen Stoffen dadurch herstellen kann, indem man sie in Benzol gelöst auf die Flüssigkeiten aufträgt und das Benzol dann verdunsten läßt. Für Olein erhielt er auf gewöhnlichem Wasser eine Schichtdicke von 1,2 μ (milliontel Millimeter) und auf destilliertem Wasser 1,04 μ . Bei Ölsäure betragen die entsprechenden Werte 1,05 μ und 0,94 μ . Zwischen 0° und 50° zeigte sich hierbei kein Einfluß der Temperatur auf die Schichtdicke, obgleich Olein bei 14° fest wird. Für Gummigutt wurde eine Schichtdicke von 1,2 μ und für Kolophonium eine solche von 1 μ gefunden. Olivenöl bildet auf Wasser eine Scheibe von gleichmäßiger Dicke von 30 μ . Die Schichtdicke des Kampfers auf Wasser liegt in ihren niedrigsten Werten zwischen 0,4 und 0,5 μ . Da der theoretische Durchmesser der Kampfermoleküle 0,6 μ ausmacht, so bildet der Kämpfer also auf dem Wasser eine Haut, deren Dicke gleich dem Durchmesser seiner Moleküle ist. (*Annales de Physique* [9] 1, 19, 1914.)

Die **Durchlässigkeit der Stoffe für Röntgenstrahlen** haben *Benoist* und *Copaux* herangezogen, um die Frage nach dem **Atomgewicht des Berylliums** zu entscheiden. Je nachdem man nämlich das Beryllium als zweiwertig wie das Magnesium oder als dreiwertig wie das Aluminium ansieht, ist sein Atomgewicht mit 9,1 oder mit 13,7 zu berechnen. Für seine Zweiwertigkeit spricht die Dampfdichte eines Acetates, die Gefrierpunktniedrigung seines Chlorides sowie die Form und die Zusammensetzung seines schwefelsauren Doppelsalzes mit dem Kalium. Für seine Dreiwertigkeit hingegen die Struktur seines Spektrums, die Zersetzung seines Karbides durch Wasser und die meisten seiner analytischen Reaktionen. Beträgt sein Atomgewicht 9,1, so ist es in der Atomgewichtstabelle zwischen Li und C zu setzen, wenn A aber = 13,7 ist, zwischen C und N.

Hinsichtlich seiner Durchlässigkeit für Röntgenstrahlen steht Beryllium zwischen Li und C, daher ist sein Atomgewicht = 9,1 anzunehmen. Damit ist aber die Frage nach seiner Valenz noch nicht entschieden. Man muß diese vielmehr unabhängig von seinem Atomgewicht erörtern. (*C. R.* 158, 859, 1914.)

Für die Herstellung des **Tetroxydes des Kaliums**, K_2O_4 , das bereits von *Gay-Lussac* und *Thénard* entdeckt worden ist, gibt *R. de Forcrand* folgende Vorschrift: Man erhitzt Kaliummetall in einem Glasballon auf 180 bis 200° im Stickstoffstrome, den Stickstoff ersetzt man durch Luft und die Luft durch reinen Sauerstoff. Es bleibt dann eine feste Masse von schwefelgelber Farbe in Form von porösen Tropfen auf dem Boden und an der Wandung zurück. Außerdem bilden sich in den an den Apparat angeschlossenen Röhren weiße Dämpfe, die sich zu einem äußerst feinen, schwach bräunlichen Pulver von großer Hygroskopie verdichten. Auch dies ist K_2O_4 . Die Hygroskopie dieser Masse ist eine Folge ihrer außerordentlich feinen Zerteilung, doch sind darin noch Spuren nicht oxydierten Kaliums vorhanden, das man aber durch Erhitzen auf 200 bis 230° in einem Strome trocknen Sauerstoffes zur Oxydation bringen kann. Für die beschriebene Reaktion gilt die Bildungsgleichung:



Einen Fortschritt in der **Reindarstellung von Metallen** hat *M. Billy* mit einem Verfahren zur Herstellung eines der am schwersten schmelzbaren Metalle, des **Titans**, erzielt. Das Titan wurde bisher in Stahlbomben bei Rotglut hergestellt, wobei sehr heftige Reaktionen auftraten. Das neue Verfahren wird in Apparaten aus Thüringer Glas bei 400° ausgeführt, indem Titanetrachlorid mit Natriumhydrid im Wasserstoffstrome erhitzt wird. Die Reaktion geht dann vor sich nach der Formel $TiCl_4 + 4NaH = Ti + 4NaCl + 4H$. Das so erhaltene Titan zeigt keine Spur von Eisen. Nach der qualitativen Analyse war jedenfalls weniger als $\frac{1}{10000}$ mg Fe vorhanden. Dieses Verfahren, die Metallchloride mittels NaH zu reduzieren, bildet eine allgemeine Methode der Reindarstellung von Metallen. (*C. R.* 158, 578, 1914.)

Um Fixpunkte zur Festlegung von Normaltemperaturen über 2000° zu gewinnen, bemühten sich *O. Ruff* und *R. Wunsch* um die Herstellung von **Wolfram-Kohlenstoff-Legierungen**. Sie fanden aber, daß die Schmelzpunkte dieser Legierungen von der Geschwindigkeit des Erhitzens und von der Beschaffenheit der Ofenatmosphäre stark abhängig sind. Diese Legierungen nehmen nämlich während des Erhitzens noch in fester Form Kohlenstoff aus der Ofenatmosphäre auf, sie umkleiden sich mit einer kohlenstoffreichen Hülle, welche bedeutend schwerer schmilzt als einzelne tiefer liegende Schichten. Das Schmelzen beginnt dann von innen und führt zu einem mehr oder minder vollständigen Ausgleich des Kohlenstoffgehaltes, ehe das sichtbare Schmelzen der Hülle einsetzt. Nachgewiesen wurde ein Triwolframkarbid W_3C , welches oberhalb 2700° schmilzt und löslich in festem Wolfram bis zu einem Gehalt von 0,12 % C ist. W_2C ließ sich nicht mit Sicherheit nachweisen, wohl aber ein Monowolframkarbid WC, das in einer Legierung mit 2,5 % C gefunden wurde. (*Z. f. anorg. Chem.* 85, 292, 1914.)

A. Mahlke, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 25.

19. Juni 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Über den gegenwärtigen Stand der Mutations-
theorie. Von *Prof. Dr. Ernst Lehmann*,
Tübingen. S. 597.

Die geschlechtliche Differenzierung des „Soma“
bei den Insekten. Von *Dr. Kurt Geyer*,
Leipzig. S. 601.

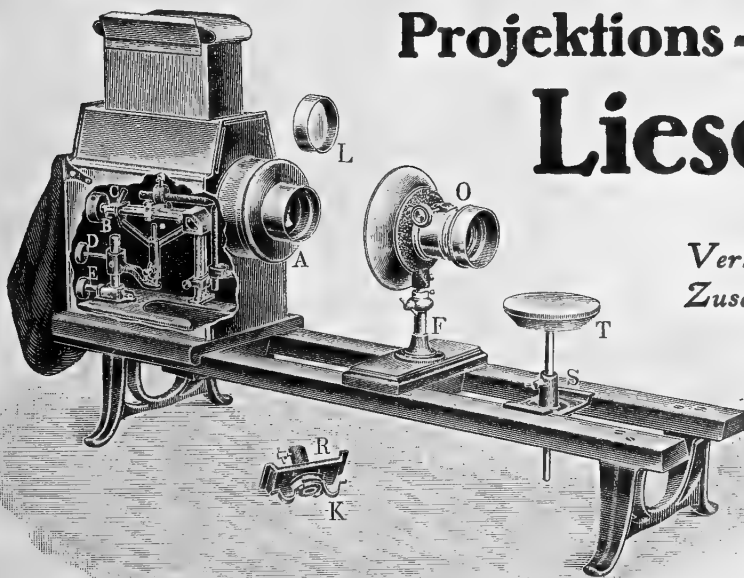
Die Herkunft des Petroleums. Von *Robert Potonié*,
Berlin. S. 605.

Die Existenz freier Radikale und die Bedeutung
der Arbeiten von M. Gomberg. Von *Prof. Dr.*
H. Grossmann, Berlin. S. 609.

Die Wasserstoffionenkonzentration im Biere und
bei dessen Bereitung. S. 612.

Besprechungen. S. 614.

Kleine Mitteilungen. S. 618.



Projektions-Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

Ed. Liesegang * Düsseldorf
Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

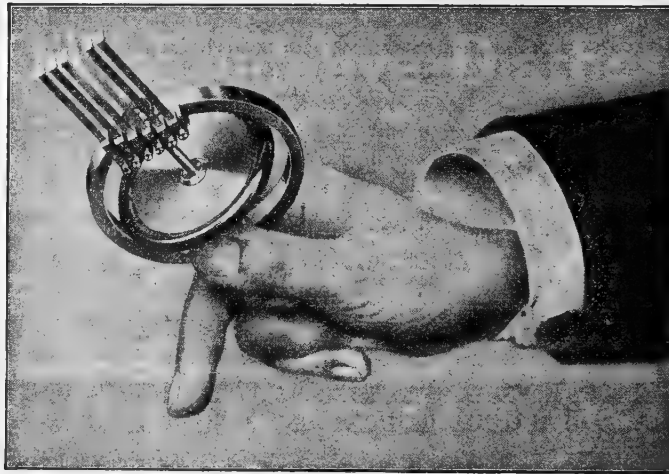
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich

6	13	26	52 maliger Wiederholung
10	20	30	40 0/0 Nachlass.

Verlagshandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G. Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Demonstrationsinstrumente für Gleich- und Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien: **Die exsudative Diathese**

Akademische Antrittsvorlesung

von

Privatdozent Dr. med. et phil. S. Samelson

Oberarzt der Universitäts-Kinderklinik Straßburg i. E.

Mit 4 Textfiguren — Preis M. 1,20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Bibliograph. Institut, Leipzig und Wien: S. IV — Gustav Fischer, Jena: S. IV — Hermann Meusser, Berlin: S. III — Julius Springer, Berlin: Seite II u. III.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite III — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Siemensstadt: Seite II — C. Warmbach, Dresden-Lochwitz: Seite III.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

2. weiter Jahrgang.

19. Juni 1914.

Heft 25.

ber den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie.

Von Prof. Dr. Ernst Lehmann, Tübingen.

Der Aufforderung der Redaktion der Naturwissenschaften, über den gegenwärtigen Stand der Mutationstheorie zu berichten, habe ich gerne Folge geleistet. Denn auf der einen Seite war es mir selbst Bedürfnis, einmal wieder im Zusammenhange all das an mir vorüberziehen zu lassen, was heute für und wider die Mutationstheorie spricht. Dann aber erscheint es mir vor allem dringend notwendig, daß weiteren Kreisen von Zeit zu Zeit von dem Stande der Auffassungen über diese wichtige Theorie Rechenschaft abgelegt wird. Die Mutationstheorie hat gleich bei ihrer Darlegung durch *de Vries* einen ungeheuren Erfolg in weitesten Kreisen gehabt — kein Wunder, denn *de Vries* beschrieb ja eben neue Pflanzenarten, welche er selbst vor seinen Augen hatte entstehen sehen; und welcher Biologe, ja welcher naturwissenschaftlich interessierte Laie würde nicht mit offener Freude die sichere experimentelle Feststellung neuer Arten begrüßen! Die Beobachtung der Entstehung neuer Arten war in das Bereich experimenteller Forschung einbezogen worden, jedermann konnte hoffen, selbst neue Arten vor seinen Augen entstehen zu sehen; daß das Botaniker und Zoologen veranlassen mußte, von den allerverschiedensten Seiten dem Mutationsproblem näherzutreten, versteht jedermann.

Wenden wir zuerst unsere Blicke kurz rückwärts und fragen wir, was eigentlich *de Vries* genauer mit seiner Mutationstheorie sagen wollte. Am Anfang seines großen Werkes bezeichnet er als Mutationstheorie den Satz, daß die Eigenschaften der Organismen aus scharf voneinander unterschiedenen Einheiten aufgebaut sind. Diese Einheiten können sich verändern, und durch diese Veränderung kann sprunghaft ohne Übergänge plötzlich eine neue Art entstehen. Bastardierung ist bei dieser Veränderung nicht im Spiele, ebenso sind es nicht die Verschiedenheiten der äußeren Bedingungen, welche zur Auslösung der fluktuierenden Variabilität führen, die diese Mutation veranlassen; vielmehr sind die äußeren Ursachen, welche die Mutation hervorrufen, noch völlig unbekannt.

Es ist heute genugsam betont worden, daß solche Gedankengänge, wie sie hier *de Vries* auseinandersetzt, schon früher, vor allem von *Naegeli*, zu einem großen Teile vertreten wurden. Es ist nicht meine Aufgabe, hierauf von neuem

einzugehen. Jedenfalls hat aber *de Vries*, wie heute jedermann weiß, das unbestreitbare Verdienst, durch die experimentelle Inangriffnahme dieser Fragen das ganze Problem ins Rollen gebracht zu haben.

Was ist nun aber seit dem Erscheinen der *de Vries*schen Mutationstheorie auf diesem Gebiete erreicht worden? Es kann sich bei Beantwortung dieser Frage in dem hier gebotenen Rahmen nicht im mindesten etwa um eine auch nur oberflächliche Darstellung all der Untersuchungen handeln, welche sich in dieser Zeit mit dem Problem der Mutation beschäftigt haben. Es erscheint mir für unseren Zweck vielmehr angebracht zu sein, nur die Hauptgesichtspunkte kritisch und möglichst kurz zu beleuchten.

Gehen wir nun aber heute an die Betrachtung der Mutationstheorie heran, so müssen wir uns vor allem einmal darüber durchaus klar werden, daß wir jetzt, trotz der kurzen Zeit, welche seit dem ersten Auftreten dieser Theorie verstrichen ist, auf einem völlig veränderten, ganz und gar neuen Boden stehen. Als das *de Vries*sche Werk erschien, befand sich der Mendelismus noch in seinen allerersten Anfängen; gerade dieses Werk trug ja erst erheblich mit zu seinem allgemeineren Bekanntwerden bei. Zu jener Zeit war aber auch die Theorie der reinen Linien noch nicht in die Biologie eingeführt. Beides sind nun heute die Grundstützen unserer Auffassung in Vererbungs- und Entwicklungsfragen. Es ist wohl begreiflich, daß wir heute die Mutationstheorie in allererster Linie an diesen beiden Maßstäben messen müssen. Dazu hat aber auch die Cytologie teil an den Fortschritten auf diesem Gebiete, ebenso wie andere Wissenschaftszweige, beispielsweise die Bakteriologie, erhebliche Mitarbeit geleistet haben.

Es ist heute allbekannt, daß der Vererbungslehre durch die Einführung des reinen Linienprinzips von *Johannsen* ein außerordentlicher Dienst erwiesen wurde. *Johannsen* hat gezeigt, daß eine äußerlich scheinbar einheitliche Pflanzenart, eine elementare Art im Sinne des *de Vries*, eine Population, aus einer großen Menge erblich durchaus konstanter, oft nur durch sehr geringe Unterschiede getrennter Typen besteht. Erst durch die allersorgfältigste, auf statistischem Boden stehende Vererbungsuntersuchung lassen sich häufig diese Typen oder reinen Linien auffinden und isolieren. Es kann demjenigen, der auf dem Boden dieses durch ungemein zahlreiche Tatsachen belegten Prinzips steht, nicht im mindesten mehr fraglich sein, daß eine erbliche Verän-

derung irgend eines Typus erst dann mit Sicherheit feststellbar ist, wenn diese Feststellung innerhalb einer solchen reinen Linie, einer genotypisch einheitlichen Sippe, ausgeführt wird. Denn legen wir solchen Untersuchungen eine Population zugrunde, so haben wir für alles weitere nicht die geringste Gewähr der Einheitlichkeit mehr, vor allem kann die schon vorhandene Vielförmigkeit in Verbindung mit Kreuzungseinflüssen früherer Generationen zu den allerverschiedensten Täuschungen führen.

Weiter aber hat uns der Mendelismus in überraschender Weise gezeigt, wie komplexer Natur auch anscheinend völlig reine Formen sind. Besonders bei fremdbefruchtenden Organismen kann man auch nach generationenlanger Erziehung in reinen Linien, also in Stammbaumkulturen, ausgehend von einem einzigen selbstbefruchteten Individuum, noch nicht mit Sicherheit sagen, ob man es wirklich mit homozygotischem, isogenem Material zu tun hat. Immer werden auch dann noch einzelne Individuen verschiedener genotypischer, also erblicher, Konstitution sein. Man kann aber, wie die moderne Mendelforschung gezeigt hat, den Pflanzen von außen ihre innere genotypische Konstitution nicht ansehen und so ist es wohl denkbar, daß auch nach langer Stammbaumkultur auch in äußerlich durchaus einheitlich erscheinendem Material neue Kombinationen von Erbinheiten auftreten, welche dann äußerlich das Entstehen plötzlich auftretender, abweichender Varianten, mit anderm Wort, Mutanten vor-täuschen.

Wir haben also heute auf dem Boden des reinen Linienprinzipes und des Mendelismus bei neuauftretenden und in der Kultur neu beobachteten erblichen Formen scharf zu unterscheiden zwischen Mutanten und Kombinanten. Um Mutanten kann es sich nur handeln, wenn unabhängig von einer Kreuzung eine Veränderung der genotypischen Konstitution aufgetreten ist. Eine solche Mutante läßt sich mit völliger Sicherheit nur in durchaus isogenem Material feststellen und von einer Kombinate unterscheiden. Dagegen kommt es auf die Größe der Abweichung der Mutante von der Ausgangsform nicht an. Eine Kombinate hingegen tritt auf, wenn durch Zusammentreffen oder Wiederzusammentreffen vorhergetrennter Erbinheiten neuartige erbliche Formen entstehen.

Von vornherein sei darauf hingewiesen, daß durch in der freien Natur aufgefundene abweichende Formen niemals auch nur das allergeringste über den Charakter einer Form, ob Mutante oder Kombinate oder auch nur selektiv entstandene Form, ausgesagt werden kann. *Es sind also die Mitteilungen über in der freien Natur aufgefundene Mutationen aus jeder ersten Diskussion über das Mutationsproblem unweigerlich auszuscheiden.* Solche neuauftreffende Formen als Mutationen zu beschreiben, ist ein Mißbrauch, der leider auch aus ersten vererbungswissenschaftlichen Werken

noch nicht völlig ausgemerzt ist. Es soll damit natürlich nicht im geringsten gesagt sein, daß eine Beschreibung solcher Funde und ihrer Bedingungen überflüssig sei. Im Gegenteil, sie können als Fingerzeig für den exakt arbeitenden Forscher von großem Werte sein. Doch können wir sie noch heute, ganz ebenso wie das früher geschah, als Varietäten, Spielarten, Sports oder sonstwie benennen; nur der Ausdruck Mutation sollte in dem oben angedeuteten Sinne für die exakte Forschung gewahrt bleiben.

Nachdem wir diese durch die Vererbungs-forschung der letzten Jahre gewonnenen kritischen Gesichtspunkte dargelegt haben, wollen wir versuchen, dieselben an die hauptsächlichsten Mutationsuntersuchungen anzulegen. Wir beginnen mit dem klassischen Beispiele der Mutationsuntersuchungen: *Oenothera Lamarckiana*, der großen Nachtkerze. Schon nicht allzulange nach Erscheinen der Mutationstheorie haben *Bateson, Plate, Johannsen* u. a. diese Untersuchungen einer Kritik unterzogen. Es hat sich dabei herausgestellt, daß *de Vries* bei seinen Arbeiten mit *Oenothera Lamarckiana* nicht von einer Pflanze, die sich als homozygot erwies, ausgegangen ist. Er hat seine Mutation bei *Oenothera* nicht in einer reinen Linie betrachtet. Es wurden vielmehr 1886 neun große Rosetten der *Oenothera Lamarckiana* von Hilversum nach dem Botanischen Garten in Amsterdam verpflanzt. Dort wurden zwar alle diese Individuen streng isoliert, vor Insektenbestäubung geschützt und die Nachkommenschaft jeder einzelnen Pflanze gesondert gehalten. Da die *Oenotheren* aber in der freien Natur fast durchgehends Fremdbestäuber sind, so ist es so gut wie sicher, daß *de Vries* als Ausgangsmaterial für seine Untersuchungen nicht einheitliches Material vor sich hatte, sondern hochgradig heterozygotisches. Wenn also in den ersten Jahren der Kultur verschiedenartige Produkte auftraten, so ist das nach unseren heutigen Kenntnissen nicht mehr verwunderlich. Das wäre auch an sich noch nicht sehr bedeutsam — *Johannsen* bezeichnet in der ersten deutschen Auflage seiner Elemente der Vererbungslehre diesen Mangel als mehr formal —, wenn die weiteren Zuchten von *de Vries* unter völligem Ausschluß aller Fehlerquellen in reinen Individualstammbaumzuchten erzogen worden wären. Dann würden nur die Mutanten der ersten Jahre im *de Vries*-schen Versuchsgarten ihre Bedeutung verloren haben, die in den späteren Generationen auftretenden zahlreichen Mutanten würden aber dann zu Recht bestehen. Aber ebenfalls wieder hatte *Johannsen* schon 1909 richtig hervorgehoben, daß, soweit ersichtlich, die Nachkommen dieser Pflanzen nicht dem Vilmorinschen Prinzip gemäß getrennt worden seien. Allein *Mac Dougal, Shull* und *Vail* machten ganz ähnliche Beobachtungen, wie *de Vries*, wobei angeblich mit reinem Material gearbeitet wurde, und so verloren die Einwände einstweilen an Stärke (*Johannsen* 1913, S. 644).

Von vornherein waren ja aber, sehr verschiedene Biologen mit der Ansicht aufgetreten, daß die Mutation bei *Oenothera* auf Bastardierung in der Vorfahrenschaft zurückzuführen sei und die Mutanten nun als Produkte einer sehr komplizierten Spaltung aufzufassen wären (*Bateson, Reinke, Plate* u. a.). Von manchen Seiten war dann auch auf Grund theoretischer Erörterungen direkt Mendelsche Spaltung für die Mutationen bei *Oenothera* angenommen worden (*Leclerc du Sablon*). Experimentell arbeitende Forscher versuchten nun Bastardierungen zwischen verschiedenen *Oenothera*arten auszuführen, um dadurch zu lamarckianagleichen Bastarden zu gelangen. Von diesen Forschern ist vor allem *Davis* zu nennen, welcher durch Kreuzung von *Oenothera biennis* und *grandiflora* schon in der ersten Generation Individuen erhielt, die der *Lamarckiana* sehr ähnlich sahen. Man erzielte indessen auf diesem Wege noch keine echte *Lamarckiana* und vor allem fehlten die typischen und von so verschiedenen Seiten beobachteten Mutanten.

Einen ganz anderen und zweifellos den geeignetsten Weg, den Mutationsproblemen bei *Oenothera* auf die Spur zu kommen, schlug aber *Heribert Nilsson* in neuester Zeit ein. Er knüpfte an die schon oben auseinander gesetzten Gedankengänge *Johannsens* an, welche darin gipfelten, daß *de Vries'* Ausgangsmaterial kein einheitliches war. „Denn welche unerwartete Variation man bei Kreuzung von zwei verschiedenen Formen, auch wenn sie dem äußeren Ansehen nach einander gleichen, erhalten kann, das zeigt in überraschender Weise die Mendelsche Forschung der letzten Jahre.“ *Nilsson* legt nicht den Hauptnachdruck auf die Frage, ob *Oenothera Lamarckiana* ein Bastard sei, sondern vielmehr: Ist sie eine einheitliche Art (Elementarart) oder eine polymorphe Art (Kollektivart) oder mit anderen Worten: Gibt es innerhalb dieser Art erbliche Differenzen in bezug auf eine oder mehrere Eigenschaften. Es haben sich nun bei *Oenothera Lamarckiana* recht erhebliche erbliche Differenzen im einzelnen bei genauer Stammbaumkultur feststellen lassen. Nervenfarbe der Blätter, Blattfarbe, Blütenfarbe, Blütenweite, Fruchtlänge, Narbenzahl, Pflanzenhöhe, alle diese Eigenschaften zeigten sich im einzelnen erblich verschieden. Allerdings hat *Nilsson* nicht die *de Vriesschen* Mutanten bei seiner schwedischen *Lamarckiana* erzielt, aber dafür Parallelformen und andere abweichende Formen. Er kommt auf Grund seiner Studien zu dem Ergebnis, daß die von *de Vries* als Mutanten gedeuteten Formen nicht eigentlich solche sind, sondern aus Neukombinationen versteckter Mendelscher Erbheiten resultieren. Es handelt sich also nach ihm bei diesen Formen um Kombinanten. Die von *de Vries* beschriebenen Mutanten sind nur besonders extreme Formen — auch ihrerseits aber wieder, wie beispielsweise *Oenothera gigas* — Durchschnittstypen mit großer Variation.

Es wäre nun allerdings durchaus verkehrt, wollten wir den Eindruck erwecken, als seien diese auf exaktem Studium beruhenden Resultate heute der Ausdruck der allgemeinen Ansicht über das Mutationsproblem bei *Oenothera*. Einmal hat ja *de Vries* selbst in der neuesten Zeit seine Ansichten über das Mutationsproblem in eingehender Weise dargelegt — ich verweise auf mein Referat in dieser Zeitschr. (1913, Heft 50, Seite 1243). *De Vries* will von einem Entstehen seiner Mutanten durch Kombination durchaus nichts wissen. Er hält an seiner Auffassung mutativer Veränderung der Keimzellen fest. Er führt hierfür ganz besonders Bastardierungsversuche ins Feld, worüber der Leser aber das eben angeführte Referat vergleichen möge. Weiter werden von verschiedenen Seiten (*Stomps*) neuerdings bei *Oenothera Lamarckiana* und anderen *Oenotheren* (*Oenothera biennis*, *grandiflora*) immer neue Mutanten beschrieben.

Andrerseits ist aber in neuerer Zeit noch ein weiterer Weg stark ausgebaut worden, um das Mutationsproblem bei *Oenothera* weiter zu klären, nämlich der zytologische. Es sind vor allem die folgenden Autoren zu nennen, die sich hier verdient gemacht haben: *Davis, Gates, Geerts, Lutz*. Es hat sich nämlich durch die Untersuchungen dieser Autoren gezeigt, daß bei manchen *Oenotheren*mutanten der Stammart gegenüber die Chromosomenzahl, sei es stets oder doch vorzüglich abgeändert ist. So sind bei *Lamarckiana* selbst in der Regel 14 Chromosomen vorhanden, bei *gigas* hingegen 28, bei *lata* und allen *lata*ähnlichen Mutanten aber 15. Hieran anschließend wird nun vor allem von *Gates* angenommen, daß Veränderungen in der Chromosomenverteilung, welche durch ungleichmäßige Verteilung der Chromosomen bei der Reduktionsteilung zustande kommen, die Mutationen bei *Oenothera Lamarckiana* auslösen. Ob dies durchaus wahrscheinlich ist, bleibt allerdings noch fraglich, indem solche Unregelmäßigkeiten keineswegs bei allen Mutanten bemerkbar sind und andererseits auch stark abweichende Chromosomenzahlen bekannt sind, ohne erhebliche Abweichungen nach sich zu ziehen. Auf alle Fälle sind aber gerade die neuesten Feststellungen von *Gates* und *Asta Thomas* für *Oenothera lata* in ihrem Parallelismus mit der *Latablättrigkeit* recht auffallend. Weitere Untersuchungen werden hier noch viel zu klären haben.

Wie schwankend aber die Ansichten über die Frage der Mutationen gerade bei *Oenothera* heute noch sind, möge aus folgenden beiden Äußerungen hervorgehen. *Johannsen* (1913, S. 650): „Es liegt also wohl außerhalb jeden Zweifels, daß die von *de Vries* entdeckten sogenannten Mutationen der Kollektivspezies *Oenothera Lamarckiana* durch Spaltungs- und Rekombinationserscheinungen nach Kreuzungen jedenfalls zum größten Teil zu erklären sind“, und *Gates* (1913, S. 302): „We may conclude, that the work of *de Vries* and other students of *Oenothera* has resulted in

showing that really new characters may and do arise by a germinal change, and are no merely recombinations of the characters of hybrids."

Wenden wir uns nun aber der weiteren Frage zu: Was ist heute bekannt an Mutationen, welche sich nicht auf *Oenothera* beziehen? *Johannsen* meint: Mutationen kommen da unzweifelhaft vor; sie müssen aber in garantiert homozygotischem Material nachgewiesen sein, um anerkannt zu werden. Es ist nun aber, wie ich oben zeigte, ungeheuer schwer, garantiert homozygotisches Material zu beschaffen. Es leuchtet ein, daß, je länger die Selbstbestäubung durchgeführt wurde, je mehr Generationen unter völligem Ausschluß von Fremdbefruchtung erzogen wurden, um so größere Wahrscheinlichkeit vorliegt, bei einer neu auftretenden Form eine wirkliche Mutante anzutreffen und keine Kombinate. Am meisten von allen jetzt vorliegenden Untersuchungen auf diesem Gebiete entsprechen wohl heute diejenigen von *Johannsen* an Bohnen diesen Anforderungen. *Johannsen* hatte ja seine fast durchaus selbstbefruchtenden Bohnenlinien viele Jahre hindurch rein erzogen. Dennoch fanden sich dann plötzlich in einzelnen Nachkommenschaften abweichende Individuen. Vor allem handelt es sich bei diesen um Knospenmutationen, also Mutationen, welche auf vegetativem Wege hervorgegangen sind. Zuerst fand *Johannsen* das Auftreten eines albinotischen Zweiges, der, durch Samen fortgepflanzt, wieder albinotische Nachkommen ergab, die allerdings nicht lebensfähig waren. Weiter sah er durch Knospenmutation eine Form mit längerem Samen entstehen, die sich erblich konstant erwies. Aber auch *de Vries* selber hatte wohl mit dem Auftreten seiner pelorischen *Linaria* hier einen einwandfreien Fall beigebracht.

Sodann berichtet *Fruwirth* bei einigen autogamen Leguminosen über das Auftreten von Farbenmutanten in reinen, rezessiven Stämmen. Vor allem hat aber dann *Nilsson-Ehle* bei Hafer und Weizen in reinen Linien offenbare Mutationen feststellen können. *Kießling* fand dasselbe bei der Gerste, *Baur* bei Antirrhinum u. a. Pflanzen und es wäre diesen Beispielen noch eine ganze Reihe anderer aus dem Pflanzenreiche anzuschließen, die aber hier des beschränkten Raumes wegen nicht detailliert angeführt werden können.

Viel schwieriger als bei den häufig selbstbefruchtenden oder gar fast ausschließlich autogamen Pflanzen ist aber die Feststellung von Mutationen naturgemäß bei Tieren. In derzeit unanfechtbarer Weise sind infolgedessen die Feststellungen von Mutationen hier noch außerordentlich selten.

Wohl am einwandfreisten erscheinen die Angaben *Towers* über Farbenmutationen bei Käfern (*Leptinotarsa*).

Nun aber ist noch ein anderes Gebiet zu erwähnen, auf dem Mutationsuntersuchungen in neuester Zeit auf breiter Basis angestellt wurden, das Gebiet der Mikroorganismen. (Im Zusammen-

hang berichtet hierüber *Dobell*, *Journal of genetics* 1913.) Da sind Versuche der verschiedensten Richtung einmal an Trypanosomen, in erster Linie von *Ehrlich* und seinen Schülern angestellt worden. Im Gefolge der Einwirkung bestimmter chemischer Substanzen konnte hier der Verlust gewisser Organe und die Veränderung einiger Eigenschaften hervorgerufen werden, und diese Abänderungen erwiesen sich in den Folgegenerationen erblich konstant. In einigen Fällen war hier auch das Linienprinzip beachtet worden.

Viel zahlreicher aber sind noch die Untersuchungen, welche sich mit der erblichen Veränderung von physiologischen Eigentümlichkeiten von Bakterien befaßten. Vor allem haben *Massini* und nach ihm viele andere gezeigt, daß manche Bakterien, welche bestimmte Zuckerarten anfangs nicht zu vergären imstande sind, nach Kultur durch mehrere Generationen auf diesen Zuckerarten zur Vergärung derselben mitsamt all ihrer Nachkommenschaft befähigt werden. Es handelt sich aber bei den einzelnen Bakterienstämmen immer nur um bestimmte, einzelne spezifische Zuckersorten und es erscheint heute noch fraglich, obman das Erlangen dieser Fähigkeit als Mutation im Sinne des Gebrauches dieses Ausdruckes bei höheren Organismen bezeichnen soll oder etwa auf ein Aktivwerden eines latent in den Bakterien liegenden Fermentes, welches erst nach längerem Verweilen der Bakterien und wiederholten Teilungen in dem betreffenden zuckerhaltigen Nährboden zustande kommt. Das reine Linienprinzip ist bei diesen Versuchen gewahrt.

Bei anderen Bakterien wiederum wurde aber in reinen Stämmen das Auftreten und Verschwinden bestimmter Farbauscheidungen im Gefolge verschiedener abnormer Bedingungen beobachtet. Diese Abänderungen erwiesen sich in manchen Fällen auch nach Verbringung in die vorherigen normalen Bedingungen konstant (*Bacillus prodigiosus*). Farbänderungen wurden auch bei *Aspergillus niger*, einem Schimmelpilz, in neuerer Zeit auf ähnliche Weise erblich zur Veränderung gebracht. Auch erstreckte sich hier die ausgelöste Veränderung auf morphologische Charaktere (*Schiemann*).

Fügt man hier noch das schon seit längerer Zeit durch *Hansen* festgestellte Auftreten asporogener Rassen bei Hefen hinzu, so wird man kaum noch zweifeln können, daß bei niederen Organismen mutationsartige Vorgänge zustande kommen können.

Nach alledem werden wir bei höheren wie bei niederen Organismen in der Zukunft mit Mutationen rechnen müssen, wenngleich das *Oenothera*-beispiel in anderer Weise zu erklären sein dürfte. Die mit Berücksichtigung aller Fehlerquellen angestellten Versuche häufen sich, wie aus der vorhergehenden Zusammenstellung hervorgeht, so sehr, daß die Anschauung, welche neuerdings von *Lotsy* vertreten wurde,

wohl nicht zu Recht bestehen dürfte, daß alle Entwicklung im Organismenreiche nur auf Bastardierung zurückzuführen sei, Mutationen aber nicht vorkämen. Wie weit allerdings unter den beobachteten Mutationen wirklich progressive Mutationen in Frage kommen, d. h. solche, welche auf Neubildung eines Genes und nicht auf Verlust eines solchen zurückzuführen sind, das dürfte heute noch zum großen Teil völlig theoretisch sein. Eine große Anzahl von Forschern neigt zu der Ansicht, daß die bisher beschriebenen Mutationen durchaus Verlustmutationen seien.

Endlich ist auch die Frage nach den Ursachen der Mutationen zwar wiederholt angeschnitten worden, aber noch sehr wenig geklärt. Wir sahen ja, daß als Ursachen der Mutationen bei niederen Organismen Chemikalien, teils ganz bestimmter Konstitution (Trypanosomen *Ehrlichs*), teils allerverschiedenster Zusammensetzung herangezogen werden. In anderen Fällen werden stark extreme Temperaturen für das Auftreten von Mutationen verantwortlich gemacht. Auch bei höheren Pflanzen wurde beispielsweise durch *Mac Dougal* der Versuch gemacht, Mutationen durch Chemikalien auszulösen. Die erhaltenen Ergebnisse, welche von diesem Forscher in positivem Sinne gedeutet werden, halten aber ebensowenig einer scharfen Kritik stand als vielerlei Versuche mit Tieren, deren Behandlung indessen mehr unter dem Gesichtspunkte der Vererbung erworbener Eigenschaften zu erörtern wäre. Ganz dasselbe gilt für die Untersuchungen *Blaringhems*, der durch Verwundungen Mutationen am Mais ausgelöst zu haben glaubt. Zudem stehen solchen Ergebnissen systematisch durchgeführte, negativ verlaufene Versuche gegenüber, z. B. solche von *Humbert* mit *Silene noctiflora*.

Wenn wir nun das hier Angeführte noch einmal kurz überblicken, so können wir eins mit absoluter Sicherheit sagen: Unsere Anschauungen über den Begriff der Mutation haben sich seit dem Erscheinen der Mutationstheorie in ganz erheblichem Maße geklärt. Manches, was damals noch ohne weiteres als Mutation bezeichnet wurde, ist heute aus dem Begriffe ausgeschieden worden und steht jetzt an einer anderen Stelle. Der Begriff der Mutation aber steht scharf umschrieben da.

Unsere tatsächlichen Ergebnisse auf dem Gebiete der Mutation sind auch fortgeschritten; allerdings halten sie nicht den mindesten Vergleich aus mit den ungeheuren Fortschritten auf dem Gebiete der Bastardierungskunde. Aber diese mußte sich ja erst soweit entwickeln, ehe wir auf dem Gebiete der Mutation klares Sehen lernen konnten. Und hier wird auch noch manche weitere Arbeit zu geschehen haben, die dem Mutationsproblem zugute kommen wird. Vor allem werden wir uns stets ausreichende Klarheit über die „Reinheit unserer reinen Linien“, die wir als Ausgangsmaterial benützen, beschaffen müssen. Jedenfalls werden hier

neben praktischen auch noch theoretische Überlegungen in weiterem Umfange einzusetzen haben.

Für unsere Mutationslehre von allergrößter Wichtigkeit ist aber in der Zukunft: es muß mit eiserner Kritik all das ferngehalten werden, was aus irgendwelchem Grunde halb ist und den strengen Grundsätzen der modernen Vererbungslehre nicht standhält. Das gilt vor allem auch für die der Theorie ferner stehenden naturwissenschaftlich gebildeten Kreise, für die diese Zeilen geschrieben sind. Gerade hier wird Halbheit besonders verderblich. Hier soll man sich aber andererseits auch noch stets über folgendes klar sein: Wenn wir heute nicht mehr mit „Mutation“ alles Neuentstandene bezeichnen und diesen Begriff kritisch beschränken, so werden damit die zahlreichen in den letzten Jahren erzielten Beobachtungen über neuentstandene erbliche Formen nicht negiert, sondern nur in anderer Weise, eben beispielsweise als Kombinantanten, erklärt.

Die geschlechtliche Differenzierung des „Soma“ bei den Insekten.

Von Dr. Kurt Geyer, Leipzig.

Wenn man Puppen des Wolfsmilchschwärmers, die aus den buntgefärbten Raupen hervorgehen, mit einer Nadel ansticht oder mit einem scharfen Messer die schützende Chitinhülle durchschneidet, dann rinnt Tropfen für Tropfen einer Flüssigkeit hervor, die man in einem Glasschälchen leicht sammeln kann. Wenn wir dieses Experiment mit einer größeren Zahl Puppen anstellen und diese Flüssigkeit jeder Puppe einzeln auffangen, dann werden wir bald bemerken, daß zwei Farbtöne auftreten. Bei einigen Puppen fließt eine leuchtend grüne Flüssigkeit aus, bei anderen wieder ist die Flüssigkeit farblos, wasserklar und nur in größeren Mengen nimmt sie einen schwach gelben Schein an.

Es drängt sich uns bei diesem Befunde geradezu die Frage auf: wie kommt es, daß solch ein Farbunterschied sich zeigt, wo wir doch Puppen von ein und derselben Art genommen haben? Die Erklärung ist jedoch bald gegeben, wenn wir uns die Puppen der beiden Gruppen näher ansehen. Ein Blick auf die Bauchseite des Puppenhinterleibes, und zwar besonders auf das 8. und 9. Hinterleibssegment, wo die äußeren Geschlechtsmerkmale der Puppen liegen, belehrt uns, daß es sich einerseits um Männchenpuppen ($\delta\delta$), andererseits um Weibchenpuppen ($\varphi\varphi$) handelt; d. h. es sind Puppen, die entweder einen männlichen oder einen weiblichen Falter ergeben werden. Das Endergebnis unseres Versuches ist nun dies, daß die grüngefärbte Flüssigkeit — es handelt sich, kurz gesagt, um das Blut der Puppen oder, wie es auch bei den wirbellosen Tieren genannt wird, die

Hämolymphe — nur aus ♀♀-Puppen ausfließt, während den ♂♂-Puppen die wasserklare Hämolymphe eigen ist. Wir können soviel Tiere untersuchen, wie wir wollen, immer werden wir das erwähnte Ergebnis erhalten. Mit anderen Worten: es handelt sich bei dem Blute dieser Tiere um einen scharfen Farbunterschied in beiden Geschlechtern.

Dieser Geschlechtsunterschied ist nun aber nicht lediglich ein Charakteristikum der Wolfsmilchschwärmerpuppen, sondern er besteht allgemein bei Schmetterlingspuppen und auch bei Schmetterlingsraupen, welche Pflanzennahrung genießen. Es handelt sich dann stets im weiblichen Geschlecht um eine leuchtend grüne oder gelbgrüne Hämolymphe, im männlichen Geschlecht aber um eine farblose oder gelbliche Hämolymphe.

Diese Untersuchungen über den Farbunterschied im Blute habe ich nun auch auf Insekten aus anderen Ordnungen ausgedehnt. Die Versuche erstreckten sich besonders auf Käferlarven und auf die sog. Afterraupen, wie die Larven der Blattwespen bezeichnet werden (z. B. Birkenblattwespe, Rosenblattwespe [*Arge rosae* L.], [*Pteronotus salicis* L.]). Auch hier wurde das nämliche Ergebnis erhalten. Tiere mit grüner Hämolymphe, gelegentlich mit einem Stich ins Blau, repräsentierten die Weibchen, solche mit wasserheller bis schwach gelblicher Hämolympffarbe die männlichen Individuen. So wäre denn für sämtliche pflanzenfressenden Insektenlarven ein typischer Geschlechtsunterschied in der Blutfarbe nachgewiesen.

Wie aber steht es mit solchen Insekten, die nicht von Pflanzen leben, sondern eine ausgesprochen räuberische Lebensweise führen? Stichproben aus der großen Fülle solcher nichtpflanzenfressenden Insekten bestätigten nun die Vermutung, die von vornherein gehegt wurde. Es trat bei der Durchmusterung vieler Geradflügler, Fliegen, Käfer, Wanzen und deren Larven die Erscheinung zutage, daß in den meisten Fällen die Hämolymphe eine hellgelbe Farbe aufwies, zuweilen eine bräunliche; bei anderen Arten wieder war das Blut vollkommen farblos, so z. B. bei dem Puppenräuber (*Calosoma sycophanta* L.). Eines aber hatten sämtliche Versuche der Blutprüfung einwandfrei ergeben, nämlich den Nachweis, daß bei *Insektenformen, die nicht Pflanzenfresser sind, sondern räuberisch leben, ein Geschlechtsunterschied in der Färbung der Hämolymphe durchaus nicht existiert*, wie er dagegen bei Schmetterlingsraupen und -puppen sowie bei anderen pflanzenfressenden Insekten sinnenfällig in die Augen springt.

Die scharfe Trennung zwischen pflanzenfressenden und nichtpflanzenfressenden Insektenformen läßt uns nunmehr nach der *Ursache des Farbunterschiedes bei phytophagen*, d. h. pflanzenfressenden Insekten forschen. — Es ist wohl allgemein bekannt, daß die grünen Laubblätter unserer Pflanzen ihre Farbe einem Farbstoff ver-

danken, der in den Pflanzenzellen untergebracht ist und der den Namen Chlorophyll (= Blattgrün) erhalten hat. Der Gedanke, daß es sich bei dem grünen Farbstoff der ♀♀-Hämolymphe etwa um Chlorophyll handeln könne, ist sehr naheliegend. Es wäre ja möglich, daß das Chlorophyll der in den Darm gelangenden Pflanzenteilchen zum Teil zurückgehalten und dem Blute zugeführt würde. Wir stehen aber dabei zugleich, wenn wir die farblose bis schwach gelbliche ♂♂-Hämolymphe betrachten, einer Schwierigkeit in der Erklärung gegenüber. Warum zeigt dann nicht die ♂♂-Hämolymphe die gleiche grüne Farbe wie die der ♀♀, fressen doch die männlichen Raupen ganz dieselben Pflanzen wie die weiblichen Tiere? Um nun einen genauen Aufschluß über die wahre Natur des grünen Farbstoffes im ♀♀-Blute zu bekommen, nahm ich spektroskopische Untersuchungen vor. Es ließ sich unter Zuhilfenahme von Chlorophyllextrakten aus Spinat als Vergleichsmaterial konstatieren, daß der grüne Farbstoff im ♀♀-Blute zwar nicht völlig identisch ist mit dem pflanzlichen Chlorophyll, daß jedoch eine äußerst nahe Verwandtschaft mit dem Chlorophyll vorliegt. Mit anderen Worten: es handelt sich bei den untersuchten pflanzenfressenden Insekten — es wurden besonders Raupen und Puppen von Schmetterlingen untersucht — im ♀♀-Blut um ein nur wenig verändertes Chlorophyll, wie das bereits *Poulton*, der aber nichts von einem sexuellen Farbunterschied weiß, vermutet hat. Dieses grüne, nur wenig veränderte Chlorophyll nenne ich mit *Poulton* „Metachlorophyll“. Ein Schritt weiter und wir sind überzeugt, daß dieses Metachlorophyll ohne Zweifel aus der Nahrung stammt, aus dem Chlorophyll der Nährpflanze, das im Darm des Tieres bei der Verdauung eine Umänderung erfahren hat und nun in gelöstem Zustande durch die Darmzellen hindurch in das Blut gelangt sein muß. Solche grünen Farbstoffe zeigen sich nun nie im Männchenblut; auch spektroskopisch ist Metachlorophyll nie in dem Maße wie in der ♀♀-Hämolymphe nachweisbar. Wohl aber gleicht das Spektrum der ♂♂-Hämolymphe einem Farbstoff, der den Namen Xanthophyll (= Blattgelb) führt. Dieses Xanthophyll kommt fast stets vergesellschaftet als „Begleiter des Chlorophylls“ in Blättern vor; es ist es auch, das sich im Blute der männlichen pflanzenfressenden Insektenlarven wiederzeigt. So erhalten wir denn bei Vergleichung der beiden Hämolympfen, daß sich in der ♀♀-Hämolymphe Metachlorophyll und Xanthophyll zugleich, in der ♂♂-Hämolymphe dagegen nur das Xanthophyll als gelöster Farbstoff nachweisen läßt.

Diese äußerst merkwürdige Verteilung von Chlorophyll und Xanthophyll in ♀♀- und ♂♂-Blut bringt uns zu dem Schluß, es möchte vom Darmkanal aus das Chlorophyll nach einer schwachen Veränderung durch die Verdauung zu Metachlorophyll nach Durchwanderung der Darmzellen direkt ins ♀♀-Blut gelangt sein. Bei den ♂♂

aber müßte das pflanzliche Chlorophyll mehr oder weniger stark abgebaut worden sein, so daß zu-
meist nur Xanthophyll im ♂♂-Blut sich zeigt.
Was die *Verwendung des grünen Farbstoffes* bei
den ♀♀ anbelangt, so sei dies hier kurz erwähnt.
Der grüne Farbstoff dient, wie das auch wieder
Poulton richtig erkannt hat, zur Färbung der Eier,
um diesen einen gewissen Schutz zu verleihen. Bei
solchen Formen, die anders gefärbte Eier, etwa
solche mit braunem oder rötlichem Ton, ablegen,
wird das Metachlorophyll während des Puppen-
stadiums so stark verändert, daß schließlich der-
jenige Farbton resultiert, der uns in der Eifarbe
entgegentritt. Prüfen wir nun bei den fertigen
Insekten (*Imagines*) die Blutfarbe, so finden wir
♂♂ wie ♀♀ von gleicher, und zwar *gelber
Blutfarbe*. Der Geschlechtsunterschied in der
Färbung der Hämolymphe hat somit nach der Ei-
ablage aufgehört zu existieren. Die Antwort,
warum die ♂♂, die sich ja um die Eifärbung
nicht abzumühen haben, kein Metachlorophyll be-
sitzen und brauchen, liegt ja ohne weiteres auf
der Hand.

Wie aber kann das *Auftreten eines solchen
scharfen Farbunterschiedes und der Abbau des
Chlorophylls beim ♂♂ erklärt werden?* Es ist
nicht anders möglich, als daß beide Geschlechter,
♂♂ und ♀♀, in ihrem Stoffwechsel eine Dif-
ferenzierung besitzen müssen, die ihrerseits die
Verschiedenartigkeit der Hämolymphe bedingt.
Zwei Erklärungsmöglichkeiten sind nun vorhan-
den: Entweder die Darmzellen sind bei ♀♀ und
♂♂ verschieden organisiert (spezialisiert) und
lassen in dem einen Falle (♀♀) das Metachloro-
phyll hindurch, im anderen Falle (♂♂) aber nur
die gelben Farbstoffe (Xanthophyll) oder es ge-
langt bei beiden Geschlechtern das Metachloro-
phyll direkt ins Blut und wird nur bei den ♂♂
durch ein spezifisches Sekret sehr stark abgebaut.
Diese letzterwähnte Möglichkeit erwies sich aber
nicht als stichhaltig. Wäre ein solches Sekret
wirklich vorhanden, so ließe sich seine Anwesen-
heit leicht nachweisen. Es müßte zum mindesten
seine abbauende Wirkung zeigen, wenn man ♂♂-
Hämolymphe in einem Schälchen zur grünen
♀♀-Hämolymphe fügt; Entfärbung müßte dann
eintreten, was jedoch in keinem einzigen Versuchs-
falle auftrat. Somit bleibt nur noch die andere
Erklärungsmöglichkeit übrig. Die Ursachen für
den Farbunterschied in der Hämolymphe beider
Geschlechter liegen in einer Differenzierung der
Darmzellenorganisation, welche bei ♂♂ und ♀♀
total verschieden ist. Daraus folgt ohne weiteres,
daß Zellen wie hier die Darmzellen der unter-
suchten pflanzenfressenden Insekten geschlecht-
lich verschieden sind, Zellen, die bisher für sexuell
vollkommen indifferent angesehen worden sind.
Allerdings braucht nun die sexuelle Differenzie-
rung der Hämolymphe durchaus nicht *primärer
Art* zu sein, sondern sie könnte auch sekundär
aufgetreten sein, und zwar unter einem Einflusse,
der von den Geschlechtsdrüsen ausgehen könnte.

Solch einen Einfluß von seiten der Geschlechts-
drüsen auf sog. „sekundäre“ Geschlechtscharak-
tere hat man wissenschaftlich beobachtet. Vor
allem war es *Cunningham*, der sich mit dem Ein-
fluß der Gonaden auf die sekundären Geschlechts-
merkmale beschäftigt hat und welcher eine
Theorie aufstellte, in der er zeigt, daß die Ge-
schlechtsdrüsen gewisse Stoffe sezernieren, die
bei beiden Geschlechtern spezifisch verschieden
sind. Er hat sie mit dem Namen „Hormone“ be-
legt. Es kann nun, wenn man die Geschlechts-
drüsen extirpiert, der Fall eintreten, daß be-
stimmte Brunstmerkmale vollkommen schwinden,
ja zuweilen sogar solche des anderen Geschlechtes
in Erscheinung treten. Das rührt davon her, daß
die spezifischen Stoffe der betreffenden Ge-
schlechtsdrüsen zugleich mit deren Extirpation
in Wegfall geraten sind, was bewirkt, daß die
Ausbildung der eigenen sekundären Geschlechts-
charaktere ausbleibt.

Es wäre nun, um zu unserem Falle zurückzu-
kehren, die Möglichkeit vorhanden gewesen, daß
derartige Hormone von den Geschlechtsdrüsen aus
in das Blut vom ♂ resp. ♀ gelangen und nun
hier ihren Einfluß geltend machen; d. h. bei den
♂♂ würde der Abbau des ins Blut gelangten
Metachlorophylls bis zu den Xanthophyllen herab
getrieben, im ♀♀-Blut aber nicht. Es wäre also
die Frage näher zu erörtern, ob vielleicht die sog.
„innere Sekretion“ der Gonaden, wie man die
Hormonenproduktion auch nennt, einen solchen
Einfluß auf das Blut haben könnte, so daß eine
Farbenverschiedenheit des Blutes daraus resul-
tiert. Ein Einfluß der Geschlechtsdrüsen auf
äußere sekundäre Geschlechtscharaktere, wie etwa
auf die Ausbildung der Schmetterlingsfühler oder
die Flügelzeichnung bei ♂ und ♀, besteht je-
doch nicht, wie uns das die hervorragenden Arbei-
ten von *Meisenheimer* und *Kopeć* klar bewiesen
haben. Beide Autoren haben aber nichts von
einem Farbunterschied der Hämolymphe gewußt
und ihre Experimente auch nicht von diesem Ge-
sichtspunkte aus angestellt. Ich unternahm es
daher, einen etwaigen Einfluß der Geschlechts-
drüsen auf die Hämolympf-farbe experimentell
näher zu untersuchen. Die Experimente wurden
an den Raupen des Schwammspinners (*Lymantria
dispar* L.) und an Nonnenraupen (*Lymantria
monacha* L.) unternommen, zwei Formen, bei denen
♂♂- und ♀♀-Falter äußerlich stark voneinan-
der verschieden sind. Es wurden auf den jün-
sten Raupenstadien (schon nach der ersten Häu-
tung) und dann auf späteren Stadien den Tieren
die Geschlechtsdrüsen entfernt — auf welche Weise,
das eingehend zu schildern, würde uns hier zu
sehr abseits führen —, die operierten Tiere weiter
gezüchtet bis zur Puppe und hier in der Puppe die
Hämolympf-farbe nach Anscheiden geprüft. Ein
Einfluß der Gonaden hätte sich darin äußern
können, daß etwa die gelbliche ♂♂-Farbe in eine
grüne sich verwandelte. Es zeigte sich jedoch,
daß bei kastrierten ♂♂-Tieren die Hämolympf-

farbe in der Puppe stets vollkommen normal war, d. h. gelblich; in der ♀♀-Puppe erwies sich die Blutfarbe der kastrierten Tiere ebenfalls normal, d. h. rötlich, da die grüne Raupenhämolymphe sich während der Puppenzeit der Färbung der Eier halber in eine rötliche umwandelt.

Eine zweite Versuchsserie befaßte sich damit, in vorher kastrierte Tiere entweder sofort nach der Kastration oder später Gonaden des anderen Geschlechts einzuführen, d. h. in kastrierte ♂♂ Eierstöcke und in kastrierte ♀♀ Hoden. Die Ovarien hätten durch eine innere Sekretion in den kastrierten ♂♂ Stoffe in das ♂♂-Blut abgeben können, die die gelbliche Hämolympfarbe in eine grüne hätten umändern können. Eine Einführung von Hoden in kastrierte ♀♀-Raupe dagegen hätte als Erfolg eine Entfärbung der grünen Hämolymphe zeitigen können. Gleichwohl ergaben die Blutprüfungen, daß sich an der normalen Anfangsfärbung der Hämolymphe bei beiden Geschlechtern nichts ändert.

Bluttransfusionen, d. h. Übertragung von andersgeschlechtlichem Blut in eine Raupe, erbrachten das gleiche Resultat; gleichviel ob die Tiere vorher kastriert worden waren oder nicht, etwa 65 Stunden nach einer solchen Injektion mit geschlechtsfremdem Blut hatte die Hämolymphe des Tieres ihre normale Färbung wieder. Mit anderen Worten: injizierte man einer ♂-Raupe mit typisch gelblicher Hämolymphe mittels Pravazspritze etwa $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{4}$ ccm der grünen Hämolymphe von ♀♀-Raupe, dann zerstörten die Phagocyten sogleich das artfremd wirkende Blut, und nach ca. 65 Stunden war die Neubildung eigenen Blutes mit gelblicher Färbung wieder vollzogen. — Alle diese Kastrations-, Transplantations- und Bluttransfusionsversuche hatten also überhaupt keinen wahrzunehmenden Einfluß auf die Hämolympfarbe ausgeübt. Wenn wir selbst die Annahme einer inneren Sekretion, die Annahme von Hormonen aus den Gonaden, zu Recht bestehen lassen, so können wir doch gleichzeitig zum mindesten behaupten, daß diese Sekretionsprodukte mit dem sexuellen Farbunterschied in der Hämolymphe gar nichts zu tun haben. Wir haben damit den Beweis erbracht, daß der *Geschlechtsunterschied in der Hämolymphe durchaus primär ist und nicht sekundär durch den Einfluß der Gonaden hervorgerufen*. Es bleibt somit auch entschieden bei unserer obigen Behauptung, daß die *Darmzellen bei ♂♂ und ♀♀ sexuell differenziert sind und in dem einen Falle (♀♀) das pflanzliche Chlorophyll als Metachlorophyll ins Blut passieren lassen, im anderen Falle (♂♂) aber erst einen gründlichen Abbau bis zu den Xanthophyllen vornehmen*.

Der Farbunterschied in der Hämolymphe ist bei pflanzenfressenden Insektenlarven für die sexuelle Verschiedenheit der Darmzellen gewissermaßen ein sinnenfälliges Anzeichen. Bei nicht pflanzenfressenden Formen, die also niemals pflanzliches Chlorophyll in den Darm zur Verar-

beitung bekommen, ist ein solches Merkmal nicht vorhanden, und wir können in diesen Fällen nicht von vornherein behaupten, ob auch hier eine sexuelle Differenzierung in den Zellen vorliegt. Wir könnten die Frage aufwerfen, ob denn die Eiweißkörper in ♂♂- und ♀♀-Blut verschiedener Art sind, eine Frage, die sich mit Hilfe der serobiologischen Methode lösen ließe. Ich habe auch eine größere Reihe solcher Versuche angestellt, auf deren Ausführung und Art ich hier nicht näher eingehe. Es hat sich dabei ergeben, daß ein Versuch einen Beweis für die Verschiedenheit der Eiweißkörper zwar nicht im Blute, wohl aber im Hoden einerseits und Ovarium andererseits erbracht hat. — Es ließ sich aber mit einer viel einfacheren Methode ein Unterschied auch in den Eiweißstoffen der Hämolymphe beider Geschlechter finden. Wenn man nämlich in einem Uhrschildchen zu der grünen ♀♀-Hämolymphe etwa einer Nonnenraupe die gelbe Hämolymphe einer ♂♂-Raupe derselben Art zutropfen läßt, so tritt augenblicklich ein Ausfall in Form schlierenartiger Bänder auf. Mikroskopisch zeigen sich zwischen den Bändern mitgerissene Blutkörperchen (Leukocyten), aber viele von ihnen liegen auch außerhalb der Bänder, so daß es sich nicht bloß um ein Zusammenballen von Leukocyten handeln kann. Bringt man als Kontrollversuch die Hämolymphe gleicher Geschlechter, etwa mehrerer ♂♂, zusammen, so bleibt jede Reaktion und auch jede Schlierenbildung aus. Diese Versuche wurden nun weiter ausgedehnt und außer mit Raupe und Puppen auch mit Material aus den Ordnungen der Geradflügler, Zweiflügler, Käfer und Hautflügler angestellt, und alle einwandfreien Versuche ergaben das nämliche Resultat. Es trat ein schlieriger oder klumpiger Ausfall von Eiweißstoffen ein und dieser weist darauf hin, daß wir es hierbei mit höchster Wahrscheinlichkeit mit einem *Unterschied der Eiweißstoffe bei beiden Geschlechtern in der Hämolymphe zu tun haben, gleichviel ob wir es mit pflanzenfressenden Insekten, die einen sexuellen Farbunterschied in der Hämolymphe aufweisen, zu tun haben oder mit nicht-pflanzenfressenden Formen*.

Aus all dem erwähnten Tatsachenmaterial resultieren nun noch wichtige Folgerungen, auf die kurz einzugehen mir noch gestattet sein möge. Der Befund, daß Zellen, die man immer für sexuell indifferent gehalten hat, in der Tat aber sexuell differenziert sind, leuchtet aus den Untersuchungen klar heraus. Wenn man nun bedenkt, daß Nahrungsaufnahme und besonders die Nahrungsverdauung einige der wichtigsten Vorgänge im tierischen Organismus sind, so wird man noch andere Folgerungen zugeben müssen. Die physiologischen Arbeiten von *Aberhalden* haben uns gelehrt, daß den Darmzellen mehrere Aufgaben zukommen. Sie bauen die Nahrungsstoffe nicht nur in weitgehendem Maße ab, sondern sie führen dann auch wieder einen Aufbau (Synthese) aus, und zwar derart, daß nur Stoffgruppen von ganz

bestimmter Zusammensetzung in den Tierkörper gelangen. Zunächst wandert das Baumaterial für den Körper, das durch die Darmzellen ein ganz spezifisches geworden ist, in das Blut, um von hier aus den Körperorganen zur weiteren Verarbeitung zugeführt zu werden. Wir sahen nun, daß bei Insekten die Darmzellen sexuell differenziert sind; die Darmzellen ihrerseits arbeiten ganz spezifisch, werden wohl also auch bei ♂♂ und ♀♀ spezifische Stoffe ins Blut senden, die bei den Geschlechtern verschieden voneinander sind; kurz, die *Verschiedenheit in der Organisation der Darmzellen zieht eine chemische Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Hämolymphe nach sich*. Die Hämolymphe gibt ferner ihre spezifischen Eiweißprodukte an die einzelnen Körperorgane ab, die daraus die nötigen Bestandteile für ihren Aufbau entnehmen; es werden sich also auch in den Körperorganen chemische Verschiedenheiten bei beiden Geschlechtern finden. Es resultiert somit mit einem Wort aus den Tatsachen die Endfolgerung, daß *abgesehen von den Geschlechtsdrüsen bei den Insekten die gesamten übrigen Körperteile, das sog. „Soma“ (vom griechischen Wort σῶμα = Leib, Körper), eine sexuelle Differenzierung aufweist, eine Differenzierung, die von primären Unterschieden im Stoffwechsel abhängig ist*.

Die Herkunft des Petroleums¹⁾.

Von Robert Potonié, Berlin.

Ähnlich, wie man früher über den Ursprung der Kohlen dachte, so denkt man zuweilen heute noch von der Herkunft des Petroleums. Auch das Petroleum soll nicht aus Lebewesen entstanden sein. So waren mehrere Forscher der Meinung, das Erdöl sei ein Produkt des Erdinnern. Ein anderer Gelehrter vervollständigte diese Ansicht und vermutete, im Erdinnern befänden sich Kohlenstoffverbindungen und wo diese mit Wasser zusammenträfen, da entstehe das Petroleum. Es ist A. v. Humboldt, der diese Idee angeregt hat. Noch niemals ist aber festgestellt worden, daß die Bedingungen, die eine solche Entstehungsweise des Petroleums fordert, in der Natur in großem Maßstabe gegeben sind. Auch beweist die Chemie, daß das Petroleum nicht nur Kohlenstoff und Wasserstoff, sondern auch Schwefel und Stickstoff enthält.

Trotzdem man also von vornherein die Unwahrscheinlichkeit solcher Hypothesen erkennt, seien doch einige der Experimente angedeutet, auf die sich eine modernere Theorie der anorganischen Entstehung des Petroleums stützt²⁾. Drei berühmte Chemiker Berthelot, Mendelejeff und Moissan haben diese Versuche angestellt.

¹⁾ Vgl. namentlich Potonié, H., Die Entstehung der Steinkohle (1910).

²⁾ Wulff, G., Über den Ursprung des Erdöls (1912).

Acetylen, ein bei normaler Temperatur gasförmiger Kohlenwasserstoff, gab beim Durchleiten durch ein glühendes Rohr unter erhöhtem Druck ein flüssiges Kondensat (Benzol), so daß die genannten Gelehrten annahmen, daß unter ähnlichen Bedingungen auch das Erdöl tief im Erdinnern durch vulkanische Einwirkungen entstanden sein könnte. Die spezifischen Eigenschaften vieler Bestandteile des natürlichen Erdöls, das ein Gemisch von leicht flüchtigen, niedrig siedenden Kohlenwasserstoffen, bis zu den zähflüssigen, hochsiedenden Verbindungen (Maschinen- und Schmierölen) und auch noch festen Körpern von Butter- und Wackskonsistenz darstellt, ließen sich durch die erwähnten Laboratoriumsversuche auch an dem künstlichen Erdöl nachweisen. Auch die Möglichkeit des Ursprungs des Acetylens aus anorganischer, mineralischer Materie wurde experimentell nachgewiesen. Das Gas soll durch innere Umsetzung, durch Polymerisation bei hohen Temperaturen und gewaltigem Drucke zu natürlichem Erdöl verdichtet worden sein. Die Richtigkeit dieser Hypothese wurde schließlich noch durch die Laboratoriumsversuche zweier bedeutender französischer Forscher Sabatiers und Senderens scheinbar bestätigt, die ein Gemisch von Acetylen und Wasserstoff über fein verteiltes, metallisches Nickel und Eisen streichen ließen, wobei diese Gase im Kontakte mit den Metallen sich zu flüssigem Kohlenwasserstoff verdichteten und bei einer Temperatur bis 100° ein mit dem amerikanischen, bis 200° ein mit dem kaukasischen, bis 300° ein mit dem galizischen Erdöl übereinstimmendes Produkt ergaben.

So bestechend diese Hypothese durch ihre Klarheit auch ist, es fehlt diesem künstlichen Erdöl doch eine wesentliche Eigenschaft, die dem natürlichen zukommt, nämlich die sogenannte optische Aktivität, d. h. die Fähigkeit, die Ebene des polarisierten Lichtes zu drehen. Außer den Kristallen kommt diese Fähigkeit nur solchen Stoffen flüssigen oder nicht kristallinen Zustandes zu, die der tierische oder pflanzliche Organismus aufgebaut hat.

Dem Chemiker C. Engler in Karlsruhe ist es nun 1889 gelungen, aus tierischem Fett künstliches Petroleum herzustellen, und zwar indem er auf die Fette eine höhere Temperatur und einen ziemlich starken Druck einwirken ließ. Er bediente sich also der Druckdestillation, die in einem von der Außenluft völlig abgeschlossenen Apparat vorgenommen wird, so daß die sich entwickelnden Gase den Druck erzeugen.

Nun handelte es sich nicht nur darum, ähnliche Bedingungen in der Natur aufzusuchen. Die Frage war auch die: Wo kommen in der Natur tierische Ablagerungen vor, die groß genug wären, um den gewaltigen vorhandenen Petroleummengen als Quelle dienen zu können?

Wie auch schon zur Erklärung mancher anderen, zunächst ohne Beziehung dastehenden Tat-

sache der Geologie, glaubte man, wie *Cuvier*, große Katastrophen, riesige Tiersterben annehmen zu müssen. Noch heute ist diese Theorie nicht ganz aus der Literatur geschwunden. *Bertels* gibt uns 1892 eine Schilderung, aus der man erfährt, wie sich der Gelehrte das Zustandekommen eines Massengrabes vorstellt, aus dem dann später Petroleum entstehen könnte. Als erstes wird das Vorhandensein großer Mengen von Meeres-tieren angenommen, und diese Meerestiere sollen in der Nähe eines sehr steilen Ufers gelebt haben, von dem bei starken Regenfällen mit reißender Gewalt die Schlammassen ins Meer hinabgespült wurden und so unzählige Tiere bedecken mußten.

Wenn andere Gelehrte demgegenüber zu der Meinung hinneigen, die Petrolea seien rein pflanzlicher Herkunft, so ist auch dies — wie wir sehen werden — nicht ganz einwandfrei.

Wenn wir uns umsehen, wo denn heutzutage größere Anhäufungen toter Lebewesen vorkommen, so werden wir zuerst auf die Torflager aufmerksam. Unter dem Torf findet sich häufig noch ein anderes gleichfalls von Lebewesen her-stammendes aber weniger allgemein bekanntes Material, der Faulschlamm (das Sapropel, vom griech. *sapros*, faul und *pelos*, der Schlamm).

Wir wissen, daß der Faulschlamm sowohl aus mikroskopisch kleinen Pflanzen als auch aus win-zigen Tieren besteht. Unter den Pflanzen finden sich besonders viel Ölalgen, deren chemische Zu-sammensetzung der der Tiere ähnlich ist. Diese Bestandteile berechtigen uns — nachdem wir das Ergebnis *Englers* kennen gelernt haben — das Sapropel als Muttergestein des Erdöls in erster Linie in Erwägung zu ziehen; denn der Torf be-steht ja in der Hauptsache aus Cellulose, so daß aus ihm kaum Petroleum zu werden vermag. Ja, man darf annehmen, aus jedem Gestein, das sich im Meere absetzt, und in das sich eine gewisse Menge von Organismenresten einlagert, kann Pe-troleum hervorgehen. Man faßt alle diese Ge-steine unter dem Namen Sapropelite zusammen.

Der Faulschlamm ist nicht das Produkt irgend eines komplizierten Zufalls, vielmehr ist seine Entstehung von einer Prosa und Alltäglichkeit, die allein den großen Mengen des vorhandenen Petroleums entspricht. Trotzdem ohne weiteres zugegeben werden muß, daß da, wo die geschil-derte Katastrophe vorkommen würde, eben-falls Petroleum entstehen müßte, so ist es doch ganz offensichtlich, daß solcher Grund einer Pe-troleumentstehung zu den Ausnahmen zu rechnen ist. Wir sagen also schon jetzt: die Faulschlamm-gesteine sind die Muttergesteine der Petrolea.

Nun einige Worte über die *Entstehung des Faulschlammes*. Es ist allbekannt, welche Fülle von Lebewesen manche Gewässer in Form von Plankton enthalten. *Schütt* sagt mit Bezug auf diese im Wassertropfen schwebenden Organismen, von denen die Farbe der Gewässer wesentlich ab-hängt: „Das reine Blau ist die Wüstenfarbe der Hochsee. Dem Grün der Wiesen vergleichbar ist

die Vegetationsfarbe der arktischen Fluten, doch die Farbe üppigster Vegetation des größten pflanzlichen Reichtums ist das schmutzig grün-liche Gelb der seichten Ostsee.“ Wir sehen aus dieser Schilderung, wo die Schwebeorganismen am liebsten vorkommen, nämlich da, wo das Wasser am ruhigsten ist. Je stagnierender ein Wasser ist, desto weniger Sauerstoff nimmt es aber aus der Luft in sich auf, und so können dort die absterbenden Lebewesen am schwersten ver-wesen, d. h. flammenlos verbrennen. Sie setzen sich am Boden des Gewässers ab, und können es mit der Zeit gänzlich füllen.

Man versteht jetzt, warum Faulschlammge-steinen so überaus häufig sind. Seit die ersten Lebewesen auf unserer Erde existieren, sind immer wieder die Grundbedingungen zu deren Bildung gegeben gewesen.

Im August, zur Zeit der Wasserblüte, wie man die Periode reichsten Planktonlebens im Volke nennt, werden oft große Mengen winziger Algen ans Land gespült und dort kann der oft grüne Brei aufgelöffelt werden. Untersucht man dieses Material mikroskopisch, so läßt sich gelegentlich feststellen, daß diese Wasserblüte, wie sie z. B. in der Havel vorkommt, fast nur aus einer ein-zigen Algenart der Gattung *Macrocystis* besteht.

Dieses Material hat *H. Potonié* an *Engler* ge-sandt, und dieser hat es der Druckdestillation unterworfen. Es bilden sich hierbei aus den 22 % Fett, das die Algen enthalten, Petrolöle. Ein ähnliches Resultat ergibt sich natürlich bei einer Behandlung von Faulschlamm. *Engler* hat eine Temperatur von 350° und darüber ange-wandt. Der Druck betrug 15—20 Atmosphären.

Bei den mannigfachen Wandlungen der Erd-kruste kann ein Faulschlamm-lager leicht in tiefere Erdschichten gelangen. Dort wird der Druck ein größerer und auch die Temperatur eine höhere sein. Es kommen also in der Erdkruste Bedingungen vor, die denen der Druckdestillation im Prinzip gleichen. Wenn nun auch die Temperatur, wie sie auf die fossilen Faul-schlamm-lager einwirkt, für gewöhnlich weit unter dem steht, was wir im Laboratorium anwenden, so muß man sich vergegenwärtigen, daß die höhere Temperatur bei unseren Experimenten nicht petrolbildend, sondern nur reaktionsbeschleunigend wirkt, daß also bei den langen Zeiten, die das natürliche Erdöl zu seiner Entstehung gebraucht hat, keine so hohe Temperatur nötig war. Das heißt, eine bestimmte Temperatur leistet in einer gewissen kurzen Zeit dasselbe, wie eine niedrigere Temperatur in einer längeren Zeit.

Der Faulschlamm zerfällt — wie ja sogar auch der Inhalt unserer Konservbüchsen — schon bei normalem Druck und bei normaler Tempe-ratur ganz allmählich in seine Bestandteile, so daß es sich für die Erdölentstehung nur darum handelt, daß nicht nur der feste Rückstand des Faulschlammes zusammenbleibt, sondern daß auch

die sich eventuell abspaltenden fettartigen Substanzen nicht zerstreut werden, und daß auch gewisse Gase sich nicht verflüchtigen, sondern zusammengehalten werden, um sich wieder verdichten zu können.

Wir müssen uns also weniger für die Größe des Gebirgsdrucks interessieren, als vielmehr für den Grad des durch die umgebenden Gesteine bedingten Abschlusses; dieser ist dann weiter der Grund des entstehenden Gasdrucks.

Fossile, faulschlammhaltige Gesteine, die durch die gebirgsbildende Tätigkeit der Erde nicht in genügende Tiefen geraten sind und deshalb nicht hinreichend abgeschlossen gelagert haben, ergeben denn auch bei ihrer künstlichen Destillation wenig oder gar kein Petroleum.

Es sei hier an die vor einiger Zeit plötzlich im Ögelsee in der Provinz Brandenburg entstandene Insel erinnert¹⁾. Sie ist durch die bei der Zersetzung von Faulschlamm entstandenen Gase aufgetrieben worden, und zwar deshalb, weil das Faulschlammgestein des Sees durch Sand bedeckt worden war. Dieser Sand ist von der Spree abgesetzt worden, die ursprünglich nicht durch den Ögelsee floß. Wie Experimente ergeben haben, hindert eine Sanddecke Gase am Entweichen. Eines Tages wurde deshalb der Gasdruck im Ögelsee so groß, daß sich die Gase durch eine kleine Katastrophe einen Ausweg schafften. Hierbei wurde die Insel aufgeworfen. — Wir sehen aus diesem Ereignis, daß Druckdestillationen in der Natur leicht vorkommen können, wo sich Faulschlammgesteine allseitig abgeschlossen finden.

Im Anschluß an die Entstehungsgeschichte der Ögelinsel sind uns manche anderen, mit dem Petroleum in Zusammenhang stehenden „Naturphänomene“ erklärlicher geworden.

Durch ihre „heiligen Feuer“, das sind brennende Quellen leichtflüssigen Erdöls (Naphtha), ist die Umgegend der russischen Stadt Baku, am westlichen Gestade des Kaspischen Meeres, weitbekannt. Es gibt dort auch Naphthafontänen und Schlammvulkane. Die letztgenannten entstehen dadurch, daß die sich ansammelnden Kohlenwasserstoffgase schließlich einen Druck ausüben, der zu gewaltig ist, um nicht die Erdbedeckung an schwächeren Stellen zu durchbrechen. Es kommt deshalb zu Eruptionen dickflüssiger, toniger Schlammmassen.

Wo durch Bohrlöcher die Erdölansammlungen angetrieben werden, da strömt Naphtha gewaltsam empor. Oft steigt ein mächtiger Strahl hoch in die Luft. Es entstehen Fontänen, die ununterbrochen springen oder oft auch nur in längeren oder kürzeren Perioden tätig sind.

Der Russe *Sjörgen* erklärt nach einem Auszug, der dem „Neuen Jahrbuch für Mineralogie“

(Bd. II) entnommen sei, diese Erscheinungen folgendermaßen:

Die Erdöl-gase lösen sich in der Naphtha auf, und zwar nach dem bekannten physikalischen Gesetz proportional der Größe des Drucks, mit dem sie auf der auflösenden Flüssigkeit lasten. Wird nun ein subterranees Naphthabassin durch ein Bohrloch erschlossen, so wird die Flüssigkeit durch die Spannkraft der vom Drucke befreiten Erdöl-gase in dieses aufwärts gepreßt und springt mit den Gasen gemengt als Fontäne aus der Öffnung hervor. Der Druck der freien Gase auf den Spiegel der Flüssigkeit ist ein ganz bedeutender; nach einer manometrischen Messung beträgt er auf einen Quadratzoll 166 Pfund. Hierdurch erklärt sich die fabelhafte Vehemenz, mit welcher der Naphthastrahl aus der Bohrlochöffnung aufsteigt, und seine Geschwindigkeit, welche nicht selten 60 bis 70 m in einer Sekunde beträgt.

Zur Erklärung der periodisch springenden Fontänen wird folgendes angenommen: Ist ein Bohrloch in seiner ganzen Länge mit Naphtha gefüllt, so ist es klar, daß der Druck, welcher auf den Flüssigkeitsschichten verschiedener Höhe lastet, ein verschiedener ist, und je nach der Größe des Druckes enthalten diese verschiedenen Schichten verschieden große Mengen von Gasen aufgelöst. Der obere Teil der Flüssigkeitssäule, der sozusagen nur unter dem Drucke der Atmosphäre steht, enthält nur soviel Gase, als dem atmosphärischen Drucke entspricht; in den anderen Teilen der Säule nimmt der Gasgehalt mit der Tiefe zu. Wird nun die obere Säule der Naphtha durch Pumpen aus dem Bohrloch entfernt, so steigt die Naphtha aus den tieferen Schichten nach und wird mit den Gasen, die sich vom größeren Druck befreit, mit Ungestüm entwickeln, in die Höhe getrieben. Die Eruption beginnt also im oberen Teile des Bohrlochs und pflanzt sich von hier zu tieferen Teilen fort, bis allmählich wieder Ruhe eintritt.

Der Experimentator variiert also bei dem Experiment der künstlichen Petroleumherzeugung im Prinzip nur einen Faktor, er nimmt eine höhere Temperatur zu Hilfe. Täte er dies nicht, so würde er ebenso lange auf das Resultat warten müssen, wie die Petroleumentstehung in der Natur währt.

Da sich häufig Petroleumquellen in der Nähe von Steinsalzlagerstätten gefunden haben, so lag die Vermutung nahe, Salze hätten die Fähigkeit, den Prozeß der Petroleumentstehung zu befördern. Diese Vermutung besaß in noch einer anderen Tatsache eine weitere Stütze: Faulschlammgesteine, die viel mineralische Substanz enthalten, ergeben nämlich bei der Destillation oft mehr Petroleum als reine Faulschlammgesteine.

Hier sei auf Versuche von *Bergius* hingewiesen, dem es gelungen ist, eine einwandfreie

¹⁾ Potonié, H., Eine im Ögelsee plötzlich neu entstandene Insel. Jahrb. d. Kgl. Preuß. Geol. Landesanst. 1911.

künstliche Kohle herzustellen¹⁾. *Bergius* setzte dem Holz, aus dem er seine Kohle herstellte, Wasser zu, da auch die natürlichen Kohlen stets in Gegenwart von Wasser entstehen. Als nun *Bergius* nach Beendigung seines Experiments das zurückbleibende Wasser ansah, da fand er, daß in diesem in feinsten Verteilung, also in kolloidaler Lösung, dieselben Fette vorhanden waren, aus denen *Engler* sein Petroleum hergestellt hat. Sicherlich würde *Bergius* weit mehr von solchen Fetten gefunden haben, wenn er seine Kohle aus Faulschlamm oder aus Algen fabriziert hätte. Als er nun diesem fetthaltigen Wasser Salzlösung zusetzte, da fielen — wie dies der Elektrolytwirkung entspricht — die kolloidal gelösten Fette aus.

An diese Beobachtung knüpft *Bergius* die Vermutung, daß diese fettartigen Verbindungen unter natürlichen Verhältnissen mit dem lösenden Wasser an ein Salzlager transportiert werden können. Während dann das Wasser durch das Salzlager versickert, fallen die ausgeschiedenen Fettstoffe unter Kohlensäureabscheidung dem freiwilligen Zerfall anheim, der zum Petroleum führt.

Betrachten wir diese Vermutung etwas genauer.

In dem Wasser, das den Faulschlamm durchsetzt, lösen sich die beim Selbstzersetzungsprozeß des Faulschlammes entstehenden Fettstoffe kolloidal. Sind aber in diesem Wasser bereits irgendwelche Mineralien gelöst, so werden sich die Fette nur noch wenig oder gar nicht lösen können. Die kolloidale Lösung wird eine um so unvollkommenere sein, je mehr mineralische Substanz das Wasser gelöst enthält. Seien es nun diese oder jene gelösten Stoffe, sie werden diffundieren, das heißt, sie werden sich nicht nur gleichmäßig in dem Wasser verteilen, das den Faulschlamm durchsetzt, sondern sie werden sich auch in der Flüssigkeit ausbreiten, die das Faulschlamm lager umgibt²⁾. Und in demselben Maße, wie sich durch diesen Vorgang die Lösung innerhalb des Faulschlamm lagers verdünnt, werden sich neue Bestandteile in dem Wasser lösen.

Sind also in dem Wasser eines Faulschlamm lagers gar keine oder nur wenige Mineralien enthalten, so werden sich darin die Fette verteilen. Diese Fette könnten dann diffundieren und so allmählich das Faulschlamm lager verlassen. Wo sie dann mit Salzen zusammenkommen würden, da müßten sie, wie das Experiment von *Bergius* zeigt, ausfallen, es müßte sich eine Fettablagerung bilden, die dann im Laufe der Zeit zu Petroleum werden würde. Dies wäre eine Erklärung des Auftretens von Petroleumquellen in der Nähe von Salzlager n.

Denken wir demgegenüber den anderen Fall zu Ende, nämlich den eines Vorhandenseins grö-

ßerer Mengen gelöster Mineralien in dem Wasser, das den Faulschlamm durchsetzt. Es ist ohne weiteres klar, daß die festen Fette in diesem Fall nicht den Faulschlamm verlassen können. Die Fette werden innerhalb des Faulschlammes zu Petroleum werden müssen, wie dies die mineralhaltigen Faulschlammgesteine ja auch zeigen. Gewisse unserer größten Petrolvorkommen, wie z. B. dasjenige Ohios und Indianas im dortigen silurischen Treutonkalk, nehmen denn auch noch heute den Ort ihrer Entstehung ein. Hier sind die Fettstoffe also an Ort und Stelle zu Petroleum geworden; wahrscheinlich weil sie durch die Salze des Meerwassers vor Lösung und Diffusion bewahrt blieben.

Das häufige Auftreten von Petroleum in der Nähe von Steinsalzlager n kann aber noch einen speziellen Grund haben. Wir haben gesehen, daß sich ganz besonders mächtige Lager von Faulschlammgesteinen in den Buchten salzhaltiger Meere bilden können. Dieselben ruhigen Wasserstellen, die eine Entstehung von Faulschlamm begünstigen, ermöglichen aber auch die Entstehung natürlicher Salzgar ten.

Wo man das Petroleum in flüssigen Ansammlungen außerhalb der Sapropelitlager findet, da ist aber auch an eine Verdichtung von Gasen zu denken, wie sie oben angedeutet wurde. Hierzu müßten sich bestimmte Gase, die sich im Sapropelitlager gebildet haben, anderswo als Petroleum wieder niedergeschlagen haben. Daß die Bedingungen hierzu in der Natur leicht vorkommen können, hat uns schon die Ögelinsel gezeigt.

So oder so wird sich das Petroleum schließlich an den Stellen des geringsten Gebirgsdrucks sammeln. Dies zu veranschaulichen, sei ein kleines Experiment mitgeteilt, das *Lohest* 1905 gemacht hat. Er hat weiches Gestein übereinander geschichtet und in der Mitte zwei dünne Lagen von Fett eingeschaltet. Die Wände des Gefäßes, in dem er sein Experiment ausführte, waren beweglich. Nachdem also in der angedeuteten Weise das Gefäß gefüllt war, wurden zwei Wände des Gefäßes einander genähert. So wurde durch seitlichen Druck ein gebirgsbildender Vorgang nachgeahmt, wie er durch die allmähliche Schrumpfung der sich abkühlenden Erdkugel bedingt wird. Der geringste Gebirgsdruck ist in dem Kamm der entstehenden Falten vorhanden. Schneidet man diese wie ein Brot in senkrechter Richtung durch, so sieht man, daß sich das Fett besonders an der höchsten Stelle des Sattels angesammelt hat, die ihm zugänglich war. Wenn sich irgendwo eine Spalte gebildet hat, so ist das Fett auch dorthin gedrungen. Auf jeden Fall zeigt uns dieses Experiment, wie sich ein einmal entstandener Fettstoff oder auch schon das Petroleum an bestimmten Stellen ansammeln kann. Dasselbe ist auch mit den Gasen der Fall, wie die Ögelinsel beweist. Sie können sich an solchen Stellen zu Flüssigkeiten verdichten oder aber in bereits vorhandener Flüssigkeit lösen.

¹⁾ *Bergius*, Die Anwendung hoher Drucke usw. 1913.

²⁾ *Liesegang*, Geologische Diffusionen, 1913.

Zusammenfassung:

Die Sapropelite sind die Muttergesteine der Petrolea.

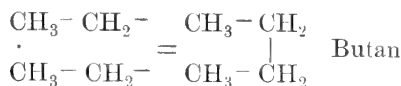
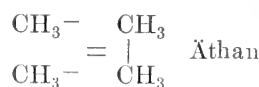
Für gewöhnlich werden sich die bei der Selbstzersetzung jedes Sapropelits entstehenden Ausgangsstoffe der Petrolea nur dann ansammeln, wenn das Sapropelit hinreichend *abgeschlossen* lagert. Wie tief es liegt, ist gleichgültig. Die Mitwirkung hoher Temperaturen ist bei der Entstehung der Petrolea nicht Bedingung.

Die Existenz freier Radikale und die Bedeutung der Arbeiten von M. Gomberg.

Von Prof. Dr. H. Großmann, Berlin.

Man hat die organische Chemie nicht mit Unrecht als die Chemie der Radikale und ihrer gegenseitigen Beziehung zueinander bezeichnet. Unter Radikalen versteht man in der organischen Chemie bekanntlich seit 1815 Verbindungen mehrerer Elemente, welche sich in ihren Reaktionen wie die einfachen Elemente verhalten. Der französische Chemiker *Gay Lussac* entwickelte nämlich in diesem Jahre die Bedeutung des Radikalbegriffs zum erstenmal an dem Cyan, das in seinen chemischen Reaktionen große Ähnlichkeit mit den Halogenen Chlor, Brom, Jod zeigt. *Gay Lussac* machte auch die Annahme, daß das Cyan als freies Radikal existenzfähig sei, was die späteren Forschungen übrigens nicht bestätigt haben. Die Radikaltheorie wurde dann vor allem durch die klassische Arbeit von *Liebig* und *Wöhler* über das Benzoylradikal wesentlich gefördert, denn hier konnte aufs deutlichste gezeigt werden, wie ein Radikal bei chemischen Reaktionen selbst komplizierter Art unverändert bleiben kann. *Wöhler* und *Liebig* haben sich allerdings über die Möglichkeit der Existenz freier Radikale nicht ausgesprochen. Einen wesentlichen Fortschritt bildeten dann in den Jahren 1839—40 die berühmten Arbeiten von *Bunsen* über das Kakodyl. *Bunsen* glaubte durch seine Arbeiten die Existenz eines freien Radikals bewiesen zu haben, das in der Verbindung Kakodyl AsC_2H_6 selbst enthalten ist. In den Jahren 1849—50 versuchten *Frankland* und *Kolbe* die einfachsten organischen Radikale Methyl $\text{CH}_3\cdot$ Äthyl $\text{C}_2\text{H}_5\cdot$ usw. durch die Einwirkung von Zink auf Alkalijodide bzw. durch Elektrolyse dem Natriumsalze, der Essigsäure, Propionsäure usw. zu erhalten. Vergeblich machten schon damals allerdings die französischen Chemiker *Gerhardt* und *Laurent* darauf aufmerksam, daß die Molekularformeln dieser sogenannten freien Radikale verdoppelt werden müssen. Bis zum Jahre 1865 war jedoch die Anschauung von der Existenz der freien Radikale Methyl, Äthyl usw. allgemein unter den Chemikern. In diesem Jahre aber zeigte *Schorlemer*, daß die angeblich freien

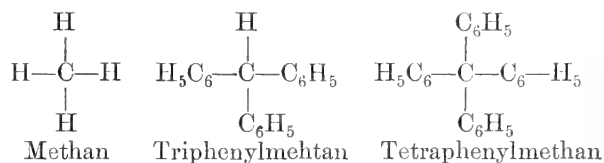
Radikale Methyl und Äthyl in Wahrheit nichts anderes waren als die gesättigten Kohlenwasserstoffe Äthan und Butan.



Seit dieser Zeit hat die Frage nach der Existenz freier Radikale fast völlig geruht, bis zur Entdeckung des Triphenylmethyls durch *M. Gomberg* im Jahre 1897. An das Triphenylmethyl und seine analogen Verbindungen aber hat sich nicht nur eine lebhaft theoretische Diskussion geknüpft, sondern auch eine höchst umfangreiche praktische Experimentalarbeit, die von den Chemikern fast aller Länder eifrig betrieben worden ist. Die wissenschaftliche Bedeutung der hervorragenden Experimentalarbeiten von *Gomberg* erscheint heute nach dem wohl endgültigen Siege seiner Anschauungen als eine außerordentlich große, und mit vollem Recht hat ihm daher die New Yorker Sektion der Amerikanischen Chemischen Gesellschaft am 6. März 1914 die goldene *William H. Nichols*-Medaille in Anerkennung seiner wissenschaftlichen Verdienste überreicht.

Im folgenden soll nun an der Hand eines von *Gomberg* selbst herrührenden Vortrags über die Existenz der freien Radikale, welchen er bei Empfang dieser Auszeichnung gehalten hat, versucht werden, die große wissenschaftliche Bedeutung seiner Arbeiten auch weiteren Kreisen zugänglich zu machen.

Die Arbeiten *Gombergs* gehen aus von der Tatsache, daß lange Zeit zahlreiche Versuche vergeblich unternommen worden sind, aus dem früh bekannten Triphenylmethan das entsprechende Tetraphenylmethan herzustellen.



Man glaubte allgemein, daß diese letztere Verbindung außerordentlich unbeständig und auch unter gewöhnlichen Umständen kaum existenzfähig sei. Im Jahre 1897 versuchte nun *Gomberg*, mit Erfolg das schön kristallisierte und ganz beständige Tetraphenylmethan vom Schmelzpunkt 280° und Siedepunkt 430° herzustellen, und gleichzeitig unternahm er Versuche, das nächst höhere Homologe dieser Verbindung, das sogen. Hexaphenyläthan zu gewinnen. Er ließ auf Triphenylchlormethan nach bekannten Methoden Metalle wie Silber, Quecksilber, Zink, Natrium einwirken in der Erwartung, in normaler Reaktion das Hexaphenyläthan zu erhalten:



Gomberg erhielt auch einen Kohlenwasserstoff, dessen chemische Zusammensetzung den Erwartungen entsprach. Aber die neue Verbindung erwies sich im Gegensatz zum Tetraphenylmethan chemisch als *außerordentlich ungesättigt*, was von vornherein durchaus nicht erwartet werden konnte. Dieser ungesättigte Charakter der Verbindung führte nun Gomberg zu dem Schlusse, daß jenes angebliche Hexaphenyläthan in Wahrheit als *Triphenylmethyl* $(\text{C}_6\text{H}_5)_3\text{C}$, d. h. als ein *freies Radikal* mit *dreiwertigem Kohlenstoff* aufzufassen ist. Er folgerte weiterhin, daß auch noch andere analoge Verbindungen des Triphenylmethyls existenzfähig sein müßten, und es gelang ihm in der Tat, späterhin derartige Verbindungen, die allgemein als Triarylmethylverbindungen bezeichnet werden, worunter unter Aryl ein kohlenwasserstoffhaltiges Radikal der aromatischen Reihe wie Phenyl, Naphthyl usw. zu verstehen ist.

Die allgemeine Methode zur Herstellung derartiger Triarylmethylverbindungen besteht darin, daß man eine Triarylmethylhalogenverbindung in benzolischer Lösung bei Abwesenheit von Sauerstoff mit Metallen in der Weise reagieren läßt, daß das Halogen sich mit dem Metall vereinigt und das ungesättigte Triarylmethyl entsteht:



worin R ein einwertiges aromatisches Radikal bedeutet.

Derartige Lösungen erscheinen stets farbig, und die Farbe hängt von der Natur der drei Gruppen ab, welche an dem zentralen Kohlenstoffatom hängen. Setzt man jedoch diese Lösungen der Luft aus, so tritt schnell Entfärbung ein. Auch die Gegenwart von Wasser zerstört die gebildete ungesättigte Verbindung. Das Triphenylmethyl selbst, welches im festen Zustand farblos erscheint, liefert orangegelb gefärbte Lösungen. Diese Tatsache hat zu der Anschauung geführt, daß bei der Auflösung der Verbindungen ein Wechsel in der molekularen Struktur der Verbindung eintreten muß. Nach Schmidlin nimmt man in der Tat an, daß in derartigen Lösungen ein Gleichgewicht zwischen der farbigen und der farblosen Modifikation besteht.

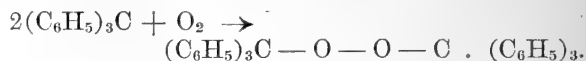
Der ungesättigte Charakter des Triphenylmethyls zeigt sich bereits an seiner großen Lösungsfähigkeit im organischen Lösungsmittel, mit dem es sich auch zu gefärbten Additionsverbindungen vereinigen kann. Derartige Verbindungen sind beschrieben worden mit aromatischen und aliphatischen Kohlenwasserstoffen, mit Äthern, Aldehyden, Estern, Ketonen, Nitrilen, Schwefelkohlenstoff, Chloroform usw. Fast stets entsprechen diese Additionsverbindungen der Formel



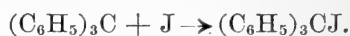
Höchst überraschend war auch der Nachweis,

daß das Triphenylmethyl als *Elektrolyt* auftreten kann. So besitzt eine Lösung desselben in flüssigem Schwefeldioxyd ein ausgezeichnetes elektrisches Leitvermögen, das mit der Verdünnung zunimmt.

Unter den chemischen Reaktionen des Triphenylmethyls und seiner sämtlichen Homologen ist besonders bemerkenswert die Leichtigkeit, mit der es sich mit dem Sauerstoff vereinigt. Aus Triphenylmethyl entsteht so ein farbloses, ziemlich beständiges Peroxyd



Dieses Peroxyd ist in dem gewöhnlichen organischen Lösungsmittel nur wenig löslich und daher überaus leicht rein darzustellen. Ebenso vereinigt sich das Triphenylmethyl selbst in stark verdünnter Lösung leicht mit Jod



Ebenso tritt die Addition von Wasserstoff unter Bildung von Triphenylmethan bei Gegenwart von fein verteiltem Platin und die Addition von Stickstoffoxyden unter Bildung von Nitro- und Nitrosotriphenylmethan überaus leicht ein.



Ebenso reagieren auch Phenole, Amine und Kohlenwasserstoff unter Bildung von Tetraphenylmethanderivaten, und selbst im Lichte erleidet das Triphenylmethyl außerordentlich schnell unter Autooxydationserscheinungen weitgehende Veränderungen.

Alle diese Erscheinungen lassen sich am leichtesten in der Weise verstehen, daß man die Annahme macht, das *Triphenylmethyl sei ein freies Radikal mit dreiwertigem Kohlenstoff*. Diese Erklärung Gombergs blieb zuerst ohne Widerspruch, wenn auch nicht ohne Bedenken, da die Annahme eines dreiwertigen Kohlenstoffs in Widerspruch zu der Tatsache stand, daß die Bestimmung des Molekulargewichts des Triphenylmethyl in Naphthalin den doppelten Wert, als ihn die Theorie verlangte, ergeben hatte. Hier lag demnach eine große Schwierigkeit für die Theorie vor, denn das chemische Verhalten des ungesättigten Kohlenwasserstoffs sprach ganz unzweifelhaft für die Annahme der Dreiwertigkeit des Kohlenstoffs. Der einzige Grund dagegen bestand in der wichtigen physikalischen Konstante des doppelten Molekulargewichts, der von Gomberg aber keine volle Beweiskraft zugesprochen wurde, weil die Erscheinung eines anormalen Molekulargewichts in Lösung schon in zahlreichen anderen Fällen auch bei an und für sich normalen Verbindungen beobachtet worden war.

Das anormal hohe Molekulargewicht führte jedoch zahlreiche Chemiker zu der Ansicht, die Theorie von der Existenz eines freien Radikals abzulehnen, und zeitigte eine sehr lebhaftes theo-

retische Diskussion, an der sich insbesondere *Markownikow*, *Heintzel*, *Vorländer*, *Tschitschibabin*, *P. Jacobsohn*, *v. Baeyer*, *Flürscheim* u. a. beteiligten, die verschiedene Strukturformeln für das Triphenylmethyl vorschlugen¹⁾.

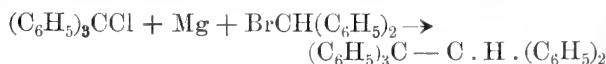
Im Jahre 1905 war der Stand der Konstitutionsfrage des Triphenylmethyls etwa folgender: einmal nahm man an, daß ein Gleichgewicht zwischen den einfach molekularen und dem associierten Molekül bestehe. Andere unterstützten die Theorie, daß Triphenylmethyl in Wahrheit als Hexaphenyläthan anzusehen sei, das im Gegensatz zu anderen gesättigten Kohlenwasserstoffen sehr unbeständig sei, und *P. Jacobsohn* zog endlich die folgende chinoide Formel in Betracht



Diese verschiedenen Anschauungen hatten sämtlich ihre Anhänger, wenn auch im allgemeinen die Ansicht von der Existenz des freien Radikals am meisten verbreitet war.

In der zweiten Periode von 1905—10 versuchte man, zwischen diesen verschiedenen Hypothesen eine Entscheidung zu treffen. Eine der Hauptstützen für die Unbeständigkeit des Hexaphenyläthans war die wohlbekannte Tatsache, daß die Herstellung eines unsymmetrischen Tetraphenyläthans bisher nicht gelungen war. *Anschütz* zeigte vor allem, daß alle Methoden, welche zur Herstellung der unsymmetrischen Verbindung

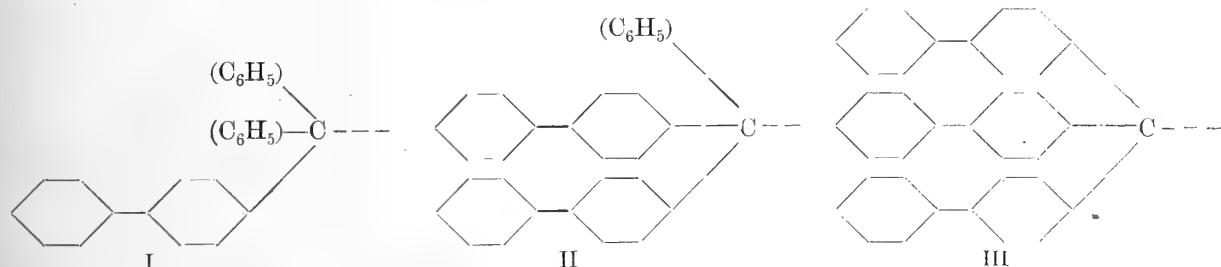
Triphenylchlormethan und Diphenylbrommethan bei Gegenwart von Magnesium.



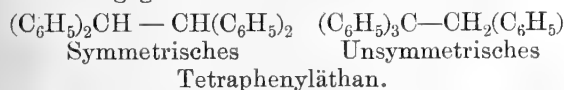
Dagegen gelang es ihm nicht, das hypothetische *Hexaphenyläthan* zu gewinnen, dessen Darstellung auch bisher noch niemals gelungen ist.

Diese negativen Versuche führten dann andere Chemiker zur Aufstellung von sogenannten chinoiden Konstitutionsformeln, die zeitweise größere Verbreitung gefunden haben. Da diese Anschauungen aber gegenwärtig durch die neueren Forschungen als überholt gelten können, sei auf sie nicht näher eingegangen, und nur erwähnt, daß auch von 1905—10 zahlreiche Chemiker, wie *Werner*, *Schmidlin*, *Wieland*, *Hollemann* u. a. sich für die Theorie der freien Radikale mit dreiwertigem Kohlenstoff ausgesprochen haben, während allerdings die große Mehrzahl der Chemiker die Anschauung teilte, wonach das Triphenylmethyl entweder als unbeständiges Hexaphenyläthan oder als chinoide Verbindung anzusprechen sei.

Eine Entscheidung zwischen diesen Theorien zugunsten der ursprünglichen Auffassung von *Gomberg* gab jedoch im Jahre 1910 eine glänzende Experimentalarbeit von *Schlenk*, welcher analoge Verbindungen des Triphenylmethyls, in welcher die Phenylgruppe durch die Diphenylgruppe ganz oder teilweise ersetzt ist, von folgender Zusammensetzung herstellte:



versucht worden waren, stets die symmetrische Verbindung geliefert hätten.



Man glaubte daher, daß der unsymmetrische Kohlenwasserstoff überhaupt nicht existenzfähig sei und schloß weiterhin auch, daß die höheren Homologen, das Penta- und Hexaphenyläthan, noch unbeständiger sein müßten. Daß diese Anschauung unrichtig war, konnte *Gomberg* jedoch beweisen, als er mit Hilfe der sogenannten Reaktion von *Grignard* sowohl das unsymmetrische Tetraphenyläthan wie auch das Pentaphenyläthan herstellen konnte. Letzteres erhielt er aus

Schlenk fand, daß diese Analoga des Triphenylmethyls dieselben charakteristischen Reaktionen wie das Triphenylmethyl selbst zeigen. Sie sind gefärbt, nehmen leicht Sauerstoff aus der Luft unter Bildung von Peroxyden auf usw. Überraschenderweise ergab nun die Bestimmung des Molekulargewichts dieser ungesättigten Triarylmethylverbindungen, daß einige dieser Kohlenwasserstoffe auch in Lösung ein einfaches Molekulargewicht zeigen. So wurde z. B. das Tribiphenylmethyl (III) als völlig monomolekular gefunden; das Dibiphenyl (II) erwies sich zu 80 % als monomolekular, und das Monobiphenyl (I) zu 15 %. Hieraus ergibt sich der zwingende Schluß, daß diese Verbindungen als freie Radikale existenzfähig sein müssen, und daß demnach die chemischen Reaktionen dieser Verbindungen wie des Triphenylmethyls selbst auf die Existenz des dreiwertigen Kohlenstoffs zurückgeführt werden müssen.

¹⁾ Näheres siehe in dem Original des Gomberg'schen Vortrags im Journal of industrial and engineering Chemistry, Aprilheft 1914, p. 342, und vor allem in der schönen und ausführlichen Monographie von *Schmidlin*, Das Triphenylmethyl, Stuttgart 1914.

Das Triphenylmethyl ist daher heute als das einfachste Beispiel einer großen Klasse von Verbindungen, der Triarylmethylverbindungen, erkannt worden. Die drei aromatischen Gruppen, welche mit dem zentralen Kohlenstoffatom verbunden sind, können übrigens große Verschiedenheiten unter sich aufweisen. So hat man Nitrophenyl, Hydroxy-, Methoxy-, Naphthyl- usw. Gruppen eingeführt, und kürzlich ist es Gomberg auch gelungen, eine der drei aromatischen Gruppen durch die nicht der aromatischen Reihe angehörige Thienylgruppe C_4H_3S zu ersetzen. Bisher kennt man freie Radikale mit dreiwertigem Kohlenstoff in folgenden Verbindungsklassen: in der Xanthon- und Thioxanthonreihe (Gomberg und Cone), in der Antrachinonreihe (Liebermann), in der Indenreihe (Kohler), in der Indigoreihe (Kalb) und in der Acridinreihe (Cone usw.). Jedenfalls dürfte der fast ein Jahrhundert lang dauernde Streit über die Existenzmöglichkeit der freien organischen Radikale jetzt definitiv erledigt sein, obwohl es natürlich schon jetzt völlig ausgeschlossen erscheint, alle Konsequenzen zu übersehen, welche die chemische Wissenschaft noch aus der Fortführung dieser Arbeiten ziehen können.

Die Wasserstoffionenkonzentration im Biere und bei dessen Bereitung.

Die Wasserstoffionen haben für die Brauerei eine große Wichtigkeit und F. Emslander hat mit dieser Arbeit ihren Einfluß auf den Brauprozess näher studiert.

H. Freundlich und F. Emslander hatten schon früher gezeigt, daß die Kolloide der Würze und des Bieres im elektrischen Stromgefälle nach der Kathode wandern, und dadurch wissen wir, daß in Würze und Bier eine positive elektrische Ladung vorhanden ist. Das ist auch der Grund, weshalb schon bald erkannt wurde, daß die Säure beim Biere und beim Brauprozess eine wichtige Rolle spielt. Die Säure ist es, welche die positive Ladung hervorruft, indem z. B. H_3PO_4 sich spaltet, in $H + H + H + PO_4$, wobei die Wasserstoffionen als Träger der positiven Ladung sich mit den Kolloiden verbinden und an diese dann ihre Ladung übertragen.

Bisher stellte man die vorhandene Säuremenge fast ausschließlich durch Titration fest, also durch eine Arbeitsmethode, welche nur die Menge der vorhandenen Säure, nicht aber ihre Aktivität oder, wie oben angedeutet wurde, ihre elektromotorische Kraft feststellt. Mit dieser Methode kann aber nicht bestimmt werden, ob freie Wasserstoffionen in Lösung sind oder erst solche entstehen, wenn ein gewisser Teil der Säure neutralisiert ist. Noch komplizierter wird die Titration, wenn die Lösung Kolloide, speziell Proteine enthält. Hier kann man die Beobachtung machen, daß der Neutralpunkt durch Farbumschlag des Indikators bereits erscheint, während nach einiger Zeit die Färbung wieder verschwindet, ein Wechselspiel, das sich oft längere Zeit hindurch fortsetzt. In nachstehendem zeigt Emslander, wie hier ein Einblick möglich gemacht werden kann. In einer Säurelösung

ist bekanntlich ein Teil der Komponenten im Ionenzustand enthalten, was durch Messung der Leitfähigkeit bestimmt werden kann. Wenn nun titriert wird, dann werden durch OH-Ionen der Lauge die H-Ionen der Säure beseitigt, dabei geht Ladung verloren, weshalb die Leitfähigkeit abnimmt. Wenn man z. B. Salzsäure titriert und gleichzeitig die Leitfähigkeit der Flüssigkeit ständig mißt, so erhält man folgende Kurve:

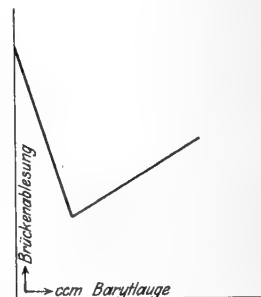


Fig. 1. Die Abszissen sind die ccm-Barytlauge, die Koordinaten die entsprechenden Leitfähigkeiten. Der Einfachheit halber sind an deren Stelle die Brückenablesungen eingesetzt.

Man sieht so, wie durch Laugenzusatz die Leitfähigkeiten immer mehr abnehmen. Sobald der Neutralpunkt erreicht ist, wird durch weiteren Laugenzusatz die Leitfähigkeit wieder ansteigen, da nunmehr die OH-Ionen frei dissoziiert sind und nicht mehr zur Neutralisation der H-Ionen verwendet werden. Auf diese Weise kann man den Neutralpunkt einer reinen starken Säure sehr genau festlegen. Nicht so leicht ist es, wenn Kolloide oder schwache Säuren vorhanden sind, wie es bei Würze und Bier der Fall ist.

Emslander hat die während des Maischprozesses auftretenden Würzen, die gehopfte Würze nach dem Kochen, und das Bier selbst titriert unter gleichzeitiger Bestimmung der Leitfähigkeit. Emslander gibt nun die betreffenden Kurvenbilder, welche erheblich von dem der reinen Säurekurve abweichen. Statt eines gleichmäßigen Fallens und des scharfen Knickes im Neutralpunkt nehmen diese Kurven nachstehenden Verlauf. Die Kurven steigen zuerst etwas an, fallen dann allmählich, um wieder etwas sanft anzusteigen. Die Gründe hierfür sind folgende: In Würze und Bier sind größtenteils Phosphate und Milchsäure, also Elektrolyte von geringer Dissoziation. Sie leiten schlecht, weil sie wenig freie Ionen abspalten. Durch Zusatz von $Ba(OH)_2$ entsteht das stärker dissoziierte Bariumsalz, d. h. die Leitfähigkeit nimmt zu, weshalb auch im Anfang der Messung ein Anstieg der Kurve gefunden wird. Zur Erklärung des Verlaufes der Kurven hat nun Emslander einige Titrationskurven von wechselnden Mischungen aus primärem und sekundärem Kaliumphosphat hergestellt. Aus dem Vergleich dieser Kurven mit den früheren geht deutlich hervor, daß beim Brauprozess eine ständige Umwandlung der sekundären Phosphate in primäre vor sich geht, also eine Verschiebung nach der sauren Seite hin stattfindet, was auch durch Messung der H-Konzentrationen später bestätigt wurde.

Die im Anfang der Titration von Würze und Bier zur Koagulation kommenden Kolloide sind nach dem Erachten Emslanders die Träger der Vollmundigkeit, denn auch auf der Zunge tritt durch die Alkaleszenz des Speichels ein momentanes Fällungsstadium beim

Trinken auf, und die zur Koagulation disponierten Kolloide reagieren auf die Gefühlsnerven als etwas Kompaktes, „Volles“. Zudem ist dieser Kurvenanstieg besonders bei den vollmundigen bayerischen und auch bei Pilsener Biere zu beobachten, während bei den „weinig“ hellen, besonders amerikanischen Biere das Bild anfänglich analog einer starken Säurelösung sich zeigt.

Wenn man den Einfluß der Säure in physiologischen Prozessen nicht mehr absprechen kann, sagt *Emslander*, so muß gleichzeitig zugegeben werden, daß nicht alle Säuren gleichartig wirken, daß der Dissoziationsgrad eine erhebliche Rolle spielt, daß nur die „aktuellen“ H-Ionen in erster Linie wirken, während die „potentiellen“ in Reserve bleiben und daß das Titrationsverfahren unter Indikatorenbenutzung nur die Summe der in der Säure gelegenen Energien mißt, während die einzelnen Summanden den Ausschlag geben. Es ist also zwischen *Titrationssäure* und *Ionenacidität* zu unterscheiden. Auch kann durch die Titration nicht festgestellt werden, welche Rolle das Ionenbindungsvermögen der Eiweißkörper spielt. *V. Griefmayer* (1878) hat schon auf die Bindung von Säure an Extraktbestandteile des Bieres hingewiesen und eine Relation zwischen beiden aufgestellt. Z. B. ein Bier habe 6,4 % Extrakt und 0,23 % Milchsäure, so ist die Relation $6,4 : 0,23 = 100 : x$; $x = 3,593$. Damit wurde erkannt, daß nicht die Säure für sich den Geschmack des Bieres bestimmt, sondern im Abhängigkeitsverhältnis vom Extrakt. Gesichert wird die Tatsache, daß Eiweißstoffe zu binden vermögen, durch eine Arbeit von *Sjöquist*. Es wird dort gezeigt, daß die Leitfähigkeit einer Säure vermindert wird, wenn Eiweiß zugesetzt wurde, u. zw. um so mehr, je größere Eiweißmengen zugesetzt wurden. Der Neutralisationspunkt ist aber nicht, wie z. B. bei der Neutralisation von HCl mit KOH, ein scharfes Knie, sondern er beschreibt einen Bogen. Exakter noch wurde die Säurebindung durch Eiweißkörper von *Bugarsky* und *Liebermann* auf elektrometrischem Wege nachgewiesen, indem sie die Bestimmung der Ionen mittels Gasketten vornahmen.

Emslander hat die elektrometrische Meßmethode den Bedürfnissen der Praxis angepaßt und eine Zusammenstellung der Apparatur getroffen, wodurch ein rasches Arbeiten ermöglicht wird. Im Prinzip beruht die elektrometrische Meßmethode darauf, daß eine mit Platinmohr überzogene Platinelektrode mit Wasserstoff beladen und dann in die Flüssigkeit getaucht wird, deren Konzentration an H-Ionen bestimmt werden soll. An der Platinelektrode sind die H-Ionen in höchster Konzentration, entsprechend auch die elektrische Ladung. In der Flüssigkeit sind die H-Ionen in weit geringerer Anzahl und daher ist auch die Ladung entsprechend niedriger. Es wird also ein Stromgefälle von der Platinoberfläche nach der Flüssigkeit hin eintreten, das gemessen werden kann und aus dem sich dann die H-Ionenkonzentration der Flüssigkeit berechnen läßt. Je größer das gemessene Potential ist, um so geringer ist die Konzentration der H-Ionen. Die von *Emslander* zusammengestellte Apparatur besteht aus 1. Gaselektrode, bestehend aus einem Zylinderglas und durchbohrtem Stopfen für Zuleitung von Wasserstoff und Ableitung, zur Aufnahme des Thermometers, des Zwischengefäßes, der Platinelektrode und einer Röhre zum Einführen von Titerflüssigkeiten usw., das Zwischengefäß, welches zur Aufnahme der 3,5 n. für die Zwecke der Praxis konzentrierten Chlorkaliumlösung dient, besitzt unten ein

kleines Loch und wird an dieser Stelle in Kollodiumlösung getaucht, wodurch ein Häutchen erzeugt wird, welches als Membranverschluß dient; 2. Kalomелеlektrode; 3. Normalelement (1,0187 Volt); 4. Wippe zur Einschaltung der Gaselektrode einerseits und des Weston-Normalelementes andererseits; 5. Galvanometer; 6. Akkumulator; 7. Meßbrücke; 8. Doppelschalter zur momentanen Aus- und Einschaltung der beiden Stromkreise. Beim Meßvorgang wird die Gaselektrode zuerst mit der zu messenden Flüssigkeit, Würze oder Bier gefüllt, dann Wasserstoff durchgeleitet. Beim Niederdrücken des Doppelschalters schlägt das Galvanometer aus. Nun wird an der Brücke so lange kompensiert, bis es sich auf 0 einstellt. Die gefundene Zahl GE wird notiert. Dann wird durch Umlegen der Wippe das Normalelement eingeschaltet und auch dieses auf 0 kompensiert. Die gefundene Zahl A, welche die EMK des Akkumulators darstellt, ebenfalls notiert. Es ist dann die EMK der zu messenden Flüssigkeit

$$EMK = \frac{GE \times 1,0187}{A}$$

Aus der EMK wird nach *Sørensen* die H-Ionenkonzentration pH in folgender Weise gefunden:

$$pH = \frac{EMK - 0,3377}{0,0577}$$

bei 18° C., wobei die Zahlen 0,3377 und 0,0577 speziell für 18° C. gelten. pH ist der Ionenexponent.

Der folgende Teil der Arbeit *Emslanders* gibt Versuche resp. deren Ergebnisse wieder, welche den Wert der Bestimmung der H-Ionenkonzentrationen nachweisen.

Wasser. Das Resultat der zahlreichen mit 0,1 n Schwefelsäure durchgeführten Titrationen und Leitfähigkeitsbestimmungen des Wassers aus der eigenen Brauerei *Emslanders* in Regensburg als Rohwasser, abgekochtes Wasser, sowie dieser beiden, wenn vor der Titration denselben auf 100 ccm 3 ccm 0,1 n Schwefelsäure zugegeben wurden einerseits sowie andererseits die Titration unter gleichzeitiger Leitfähigkeitsbestimmung von Rohwasser und abgekochtem Wasser mit $\frac{1}{20}$ n primärem Kaliumphosphat, welches deshalb zur Titration gewählt wurde, weil es die Hauptrolle bei den enzymatischen Prozessen der Brauerei spielt, war folgendes: dem Kalke des Wassers wohnt eine enorme neutralisierende Kraft inne. Durch ihn wird viel wertvolles Phosphat der Würze entzogen. In ähnlichem Sinne wirkt auch der Kalk auf die Milchsäure in der Würze. Wenn daher ein hartes Wasser im Brauprozess vielfach als recht ungeeignet empfunden wird, so findet hiermit die alte praktische Gepflogenheit, wenigstens einen Teil des Brauwassers abzukochen und den Kalk aus dem Wasser durch Absitzenlassen zu entfernen, eine Begründung.

Der Einfluß des Wassers auf die Malzmäische in bezug auf H-Ionenkonzentrationen ist folgender: Maischgut mit Rohwasser gab noch ziemliche alkalische Reaktion, die Maische mit abgekochtem Wasser war 3,4-mal saurer und in bezug auf H-Ionenkonzentration fast jener gleich mit destilliertem Wasser. Versuche ergaben, daß auch Ausbeute, Menge von Maltose und Protein von der H-Ionenkonzentration vor allem abhängig sind, daß die H-Ionen genau wie die Temperatur als Lösungsfaktor vor allem in Betracht kommen. Die aus den Würzen dieser drei Maischen gewonnenen Biere besaßen Eiweißmengen, welche zu dem Schluß berechtigten, daß die Stabilität des Eiweißes, also die

Haltbarkeit des Bieres mit der Menge der H-Ionen proportional steigt.

Emslander konnte auch beobachten, daß die Zusammensetzung des Wassers ständigen Schwankungen unterworfen ist. Zu derartigen Beobachtungen ist die Messung der Leitfähigkeit geeignet. Er befestigte zwei Kohlenstifte als Elektroden mittels Gummistopfen in die Wasserleitung und konnte jederzeit und fast momentan Änderungen des Wassers an der Brücke ablesen. Wenn Änderungen in der Leitfähigkeit gefunden werden, so kann man zu der für die Brauerei wichtigen Bestimmung der H-Ionenkonzentration schreiten. Unterschiede in den Leitfähigkeiten zeigen immer auf innere Veränderungen der Wässer hin und eine genaue chemische Untersuchung kann dann Aufschluß geben.

Malz. *Emslander* versuchte die H-Ionenkonzentration einiger Gersten resp. der daraus gewonnenen Malze im Zusammenhange mit deren sonstiger Beschaffenheit zu bringen. Er fand, daß die Summe der Proteine und Spelzen proportional der H-Konzentration ist. Ferner fand er, daß die titrierte Säure in keinem Bezug zu letzterer steht. Dagegen stellte er fest, daß die *H-Ionenkonzentration der Gerste und der Geschmack des Bieres insofern voneinander abhängen, als die höchsten H-Konzentrationen bei Gerste wie Malz den besten Geschmack ergaben*, während auch hier die titrierte Säure als einflußlos gefunden wurde. Große Unterschiede in den H-Konzentrationen zeigten allerdings weder die Gersten noch die Malze.

Ferner konnte *Emslander* konstatieren, daß Gerste an der Kathode rascher wuchs als an der Anode. Da die Messung der H-Konzentrationen am — Pol $pH = 3,83$, am + Pol $pH = 9,61$ ergab, so ist damit bestätigt, daß auch *Quellung und Wachstum durch H-Ionen gefördert werden*.

Brauprozess. Aus den Untersuchungen geht hervor, daß die H-Konzentration nach dem Zubrühen, d. i. die Zugabe der doppelten Menge heißen Wassers zur aus Malzschrot und kaltem Wasser hergestellten Maische, gleichgeblieben ist. Das ist ein Hinweis, daß hier „Puffer“, darunter versteht man nach *Fernbach* und *Hübner* Bestandteile des Wassers, welche die H-Ionen (der Maische) sofort wegfangen, das Gleichgewicht bestehen machten. Die weitere, während des Maischprozesses erfolgende Zunahme der H-Ionen beruht einmal in dem enzymatischen Abbau der Eiweißstoffe, wobei deren Adsorptionsvermögen abnimmt, dann aber auch in dem Kochen der Maischen, wodurch neben anderem Kalk gefällt wird, so zwar, daß dadurch seine regulatorische Wirksamkeit zerstört wird. Ganz besonders muß auffallen, daß nach dem Kochen der erhaltenen Würze mit Hopfen die H-Ionenkonzentration nicht mehr erheblich gestiegen ist, denn nach den Erfahrungen *Emslanders* wird bei allen Koagulationen in der Brauerei die H-Ionenkonzentration vermehrt, auch wird durch den zugesetzten Hopfen der Würze eine erhebliche Säuremenge neuerdings zugeführt. Es kann obige Erscheinung nur dahin erklärt werden, daß von den Eiweißkörpern und eventuell auch Hopfenharzen größere Mengen von Säure gebunden werden.

Das Bier. *K. Lindtner* hatte schon im Jahre 1876 den Ausspruch getan, daß ein gewisser Säuregehalt im Biere geboten ist, nicht nur, wenn es munden soll, sondern auch wegen dessen Haltbarkeit. Seitdem wurde vielfach der Einfluß der Säure nach dieser Richtung hin untersucht, eine Gesetzmäßigkeit aber nicht gefunden. *Emslander* hat nun die H-Konzentration

verschiedener Biere untersucht. Er fand, je größere Ansprüche an die Haltbarkeit des Bieres, besonders für überseeischen Export, gestellt werden, um so mehr trachtet die Fabrikation „empirisch“ bisher die H-Konzentration zu erhöhen. Überhaupt erblickt *Emslander* in der Bestimmung der H-Konzentration ein Mittel, um rasch und sicher in das Innere eines Bieres zu schauen.

Was den Einfluß der H-Konzentration auf den Geschmack betrifft, so ist er am besten, wenn dieselbe am höchsten ist. Allerdings spielen bei der Geschmacksbeeinflussung noch andere Faktoren eine Rolle. Man muß hier berücksichtigen, daß nach *W. Pauli* der Quellungsstand der Proteine durch H-Ionen bedingt ist, so daß also die Vollmundigkeit eines Bieres von dessen elektrischer Leitfähigkeit abhängt.

Endlich sei erwähnt, daß alle untersuchten Biere wie Wasser vorher bei 50° C. entkohlensäuert wurden, denn sonst ist es selbst nach vielen Stunden nicht möglich, Konstanz in der Messung zu erzielen, denn die entweichende Kohlensäure ändert fortwährend das Potential. (*Kolloid-Zeitschrift*, Bd. XIII, 1913, S. 156.)

Weinwurm, Brünn.

Besprechungen.

Die Kultur der Gegenwart, herausgegeben von *Paul Hinneberg*. Teil III, Abt. 1: *Die mathematischen Wissenschaften*, unter Leitung von *F. Klein*. Zweite Lieferung: *A. Voß, Die Beziehungen der Mathematik zur Kultur der Gegenwart*. 49 S. — *H. E. Timmerding, Die Verbreitung mathematischen Wissens und mathematischer Auffassung*. 112 S. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. Preis geh. M. 6.—

Über Programm und Disposition des mathematischen Bandes der großen Teubnerschen Enzyklopädie durfte der Unterzeichnete bereits bei Besprechung der ersten Lieferung hier referieren (I. Jahrg., S. 604). Die jetzt erschienene zweite Lieferung bringt zunächst eine verhältnismäßig kurze, aber inhaltsreiche Abhandlung von *A. Voß*, die im Hinblick auf das Thema des ganzen enzyklopädischen Unternehmens — „Kultur der Gegenwart“ — als das Hauptgeschloß dieses mathematischen Gebäudeteils anzusehen ist. Nach einer Einleitung, die die Stellung der Mathematik in der öffentlichen Meinung, die mancherlei falschen Vorstellungen von Wesen und Wert dieser unpopulärsten aller Wissenschaften bespricht, werden die Hauptphasen der geschichtlichen Mathematikentwicklung und damit zugleich Aufgaben und Errungenschaften ihrer wichtigsten Untergebiete geschildert, werden dann weiter insbesondere ihre vielfachen Beziehungen zu Physik, Technik und Chemie, zu Statistik und Nationalökonomie, auch die zu Biologie und Medizin, skizziert, während sodann den Beziehungen zwischen Mathematik und der Wissenschaft der Wissenschaften, der Philosophie, ein ausführlicherer, im wesentlichen historisch gegliederter Exkurs gewidmet wird. Ein Schlußwort über den pädagogischen und objektiv-wissenschaftlichen Wert der mathematischen Wissenschaft schließt im wesentlichen die Arbeit ab, in der die Früchte eines reichen, kritisch verarbeiteten und doch nicht im Gewande der Fachgelehrsamkeit auftretenden Wissens, das auch alle die mannigfachen Beziehungen zu anderen Wissenschaftsgebieten einschließt, dem Leser gereicht werden, und zwar gereicht werden in einer höchst ge-

schmackvollen Zubereitung, die die Lektüre nicht nur dem Fachmanne, sondern überhaupt dem Gebildeten und insbesondere den Gelehrten anderer Fächer ermöglicht und sie zu einer genübreichen Belehrung gestaltet.

Die zweite, umfangreichere Abhandlung über „Verbreitung mathematischen Wissens und mathematischer Auffassung“ von H. E. Timerding trägt in der Hauptsache historischen Charakter; der Verfasser will zeigen und zeigt, unter welchen verschiedenen Gesichtspunkten zu den verschiedenen Zeiten die Kultur-menschheit Mathematik und mathematische Bildung gepflegt hat. So wird der Leser denn zunächst von der Geometrie ägyptischer Steinmetzen und Baumeister zur Mathematik der Griechen geführt, die bereits den durch die ganze weitere Geschichte des mathematischen Unterrichts sich hindurchziehenden Antagonismus zwischen dem utilitarischen, etwa durch *Sokrates* verkörperten Standpunkt, der die mathematische Wissenschaft nur um ihrer nützlichen Anwendungen willen gelten läßt, und dem *Platos*, für den sie ihrer Bildungswerte wegen hohe selbständige Bedeutung hat, zeigt. Doch, es würde natürlich zu weit führen, wollten wir hier abermals die ganze Wanderung von *Pythagoras* und *Euklid*, von *Diophant* und *Pappus* bis zu *Christian Wolff* und *Euler* zurücklegen. Nur noch den beiden letzten Abschnitten der ganzen Arbeit seien ein paar Worte gewidmet: Die Darstellung, die bis dahin kosmopolitischen Charakter trägt, beschränkt sich hier — für das 19. Jahrhundert und die Gegenwart (Schulreformbewegung) — aus nabeliegenden Gründen im wesentlichen auf Deutschland. Gibt die ganze Arbeit eine ausgezeichnete Orientierung über die Entwicklung des Mathematikunterrichts, eine Darstellung, die auch in der Zukunft noch lesbar und wertvoll sein wird, so erhalten diese beiden letzten Abschnitte einen erhöhten Gegenwartswert dadurch, daß der Herr Verfasser in der neuesten Zeit durch verschiedene wichtige Veröffentlichungen in die erste Führerreihe in der Bewegung der mathematischen Schulreform gerückt ist. Die angegebenen Teile der Arbeit haben davon wesentlichen Gewinn gezogen; dabei sei noch ausdrücklich hervorgehoben, daß diese Kampfesbewegung hier eine vornehm sachliche, durch Parteigeist in keiner Weise getrübbte Behandlung erfährt, wie sie freilich allein dem Charakter eines solchen Werkes, einer solchen Akademie aller Wissenschaften, angemessen ist. Doch, besser als eine allgemeine Charakterisierung werden einzelne, besonders ausgewählte Proben eine Vorstellung von diesem letzten Teil, dem ich einen besonderen Erfolg vorhersagen möchte, geben: Der mathematische Unterricht der höheren Schulen des verflossenen Jahrhunderts wird charakterisiert und kritisiert mit den Worten: „So unwahrscheinlich und ungereimt es klingt, der mathematische Schulunterricht ist fast hundert Jahre lang so gehandhabt worden, als ob alle Schüler später Mathematik studieren wollten.“ — Daß jedoch darüber der Wert der „formalen Bildung“, des vornehmsten Unterrichtsziels der verflossenen Epoche, keineswegs verkannt wird, mag das folgende Wort zeigen: „Die Signatur der höheren Allgemeinbildung ist im 19. Jahrhundert . . . durch den Grundsatz der *formalen Schulung* gegeben. Da die modernen Bestrebungen meist dahin zielen, sich diesem Grundsatz zu widersetzen, haben wir uns gewöhnt, mit ihm einen tadelnden Beigeschmack zu verbinden. Darin liegt eine gewisse Ungerechtigkeit, denn es ist nicht zu leugnen, daß die auf dieser Grundlage erzielten Resultate zum Teil außerordentlich günstige gewesen sind. Es herrschte im Unterricht ein großer Ernst und

eine strenge Zucht, und gerade die Gewöhnung zur Selbstbeherrschung, zur Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit ist ein Moment, das nicht bloß zu guten äußeren Resultaten führt, sondern auch einen großen sittlichen Wert in sich schließt. . . . So ist die Stellung der Mathematik unter der Herrschaft eines formalen Bildungsideals eine nicht ungünstige gewesen; dagegen war diese für die Naturlehre wohl die unglücklichste Epoche. Es entwickelte sich die berüchtigte Kreidephysik, bei der schematische Figuren an der Tafel das wirkliche Experiment ersetzten.“ — Auch der Wert dessen, was durch die Reformbewegung für den mathematischen Unterricht und seine Stellung im Schulverband bisher gewonnen ist, wird nicht überschätzt, wie beispielsweise folgende Stelle zeigen möge: „Selbst an den allgemeinen höheren Schulen hat sich eine anti-mathematische Strömung gezeigt, in der sich die Vertreter der literarischen und der rein naturwissenschaftlichen Fächer zusammenfinden. Auch die aufgekommene realistische Tendenz, welche die Sprachen als Verkehrsmittel pflegt und die Naturwissenschaften auf die unmittelbare Beobachtung gründet, ist der Mathematik wenig günstig, während die Altphilologen, welche die Wohltat einer straffen grammatikalischen Schule betonen, zum Teil die geistesbildende Kraft der Mathematik unumwunden anerkennen. So hat sich der beim ersten Anblick befremdliche Zustand ergeben, daß gerade an den Oberrealschulen, die ursprünglich wesentlich als mathematisch-naturwissenschaftliche Lehranstalten gedacht waren, der Mathematik ein starker Widerstand erwächst. Diese Schulen erblicken zum Teil ihre Stärke und ihre Zukunft durchaus in den sprachlichen Fächern, sie suchen sich zu einem neusprachlichen Gymnasium zu entwickeln und statt in dem Anschluß an die moderne Kultur, an die Naturerkenntnis und Naturbeherrschung, suchen sie die geistige Schulung, die in den alten Sprachen liegt, wiederzugewinnen in einer didaktischen Durchbildung der modernen Sprachen.“ — Von programmatischer Bedeutung ist schließlich das folgende Wort: „Strenge im mathematischen Unterricht heißt nicht, daß man alles beweist, soweit es sich überhaupt beweisen läßt, sondern daß man klar zum Ausdruck bringt, was man bewiesen hat und was nicht Es ist viel besser, von vornherein klar zu sagen, daß man auf der Schule nicht die Mindestzahl von einander unabhängiger Behauptungen, aus denen alle anderen Behauptungen durch bloße logische Schlüsse folgen, erreichen kann, daß man vielmehr auch solche Sätze empirisch einführt, die in Wirklichkeit bloße Folgerungen aus anderen bereits bekannten Sätzen sind. Der ganze Standpunkt der Schulmathematik ist ein anderer wie der der wissenschaftlichen Mathematik. Wir begnügen uns mit der Stufe des Erkennens, die wir auch in der Physik haben, wo wir unbedenklich als wahr hinnehmen, was uns die Erfahrung als tatsächlich richtig zeigt. Die Mathematik, die wir auf der Schule treiben können, ist sozusagen eine physikalische Mathematik, weil sie nur die sichere Feststellung der Sätze, nicht aber die möglichst vollständige Bloßlegung ihres logischen Gefüges erstrebt.“

Im Anschluß daran sei gestattet, nochmals zu der ersten Abhandlung (A. Voß) zurückzukehren und auch aus ihr, als Kostprobe, ein goldenes Wort anzuführen: „Es ist,“ so heißt es bei Untersuchung des pädagogischen Wertes der Mathematik, „ein unbegründetes Vorurteil, wenn man — insbesondere in populären Schriften — die Mathematik als Hauptmittel zur Erziehung logischen Denkens bezeichnet. Verstöße gegen

dasselbe sind von Mathematikern ebenso häufig gemacht worden wie von anderen, selbst die Bücher des *Euklid* sind nicht frei von ihnen, und auch in den modernen Lehrbüchern dürfte nicht selten die kritische Prüfung Mängel sowohl im sprachlichen Ausdruck als in der sachlichen Behandlung entdecken. Zudem wirkt der Denkprozeß bei den meisten Menschen auf einer gewissen Entwicklungsstufe so automatisch, daß man ebensowenig wie zum richtigen Gebrauch der Muttersprache eines besonderen Unterrichts in der Logik bedarf. . . . Die Stärke der Mathematik als Bildungsmittel liegt vielmehr vorwiegend nach der *ethischen* Richtung und nach der einer *freien, schöpferischen Verstandesbildung*. Gewiß werden in den historischen Fächern, insbesondere durch das Studium der fremden Sprachen Kenntnisse erworben, die für unsere Bildung unerlässlich sind. Aber solche *Kenntnisse* sind eben keine *Erkenntnis*. Diese aber vermittelt die Mathematik. Wer den Beweis eines Satzes verstanden hat, hat damit die Überzeugung gewonnen, eine *Wahrheit auf Grund eigener Arbeit* erfaßt zu haben. Die Übersetzung eines griechischen oder lateinischen Autors ist ja freilich nicht selten auch eine Rätselaufgabe der Kombinatorik; sie wird aber kaum dieselbe absolute Überzeugung von ihrer Richtigkeit gewähren. Durch einen mathematischen Beweis wird aber nicht nur das sichere Bewußtsein, daß man durch Denken Wahrheit finden könne, geweckt, sondern auch das Selbstvertrauen zum eigenen Verstand, die *kritische Urteilskraft*, welche den wahrhaft Gebildeten von dem im bloßen Autoritätsglauben Befangenen unterscheidet. Diese Fähigkeit herauszubilden, ist wohl das höchste Ziel, welches sich die Erziehung des jugendlichen Geistes stellen kann. . . . Kritischer Blick, Energie in der Überwindung anscheinend hoffungsloser Schwierigkeiten, beharrlich auf das Ziel gerichteter Wille, Selbstvertrauen auf die eigene Kraft, sind ethische Kräfte, deren jeder bedarf, um im Kampfe des Lebens nicht zu unterliegen. Es dürfte schwer sein, ein Bildungsmittel zu bezeichnen, das geeigneter wäre, diese Qualitäten zu wecken und zu den höchsten Leistungen zu befähigen, als die Mathematik.“ —

Beide Abhandlungen bieten naturgemäß an manchen Stellen Berührungen zueinander, und ich kann nicht verhehlen, daß mir an einigen, allerdings nur wenigen Stellen eine Verweisung angebracht und auch wünschenswert erschien. Das Wort von *Johannes Schulze*, das sowohl S. 3 wie S. 122 zitiert wird, erscheint, wie ich denke, erst an der zweiten Stelle im richtigen Lichte, und ich glaube, dies hier beiläufig anmerken zu sollen, da an der ersten Stelle der Name mit einem kleinen Druckfehler behaftet ist, der möglicherweise zur Folge haben könnte, daß auch das Bandregister nicht die Brücke zwischen den beiden Stellen herstellt. *W. Ahrens, Rostock i. M.*

Clifford, W. K., Der Sinn der exakten Wissenschaft, in gemeinverständlicher Form dargestellt. Deutsche Übersetzung aus dem Englischen von Dr. *Hans Kleinpeter*. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1913. VIII, 282 S. und 100 Figuren. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 6,75.

Das vorliegende Werk hatte, wie der Übersetzer mitteilt, ursprünglich den Titel „Die ersten Grundlagen der exakten Wissenschaften, erörtert in einer dem Nichtmathematiker verständlichen Weise“, und dieser weniger anspruchsvolle Titel scheint auch dem Inhalte des Buches mehr angemessen zu sein, das nach dem Tode des Autors, von anderer Hand bearbeitet und

vollendet, erschien. In der Tat findet der Leser in dem Buche wenig mehr als die sehr breite Auseinandersetzung einiger Anfangsgründe der Mathematik. Der philosophische Gehalt des Buches ist recht dürftig, und es scheint dem Referenten, als ob die forcierte Betonung des empiristischen Standpunktes auf die Darlegung mathematischer Dinge mehr verschleiend als klärend gewirkt hat. Eine wirklich vorhandene Lücke in unserer populär-wissenschaftlichen Literatur dürfte das Buch kaum ausfüllen. *R. Courant, Göttingen.*

Weinstein, Max B., Die Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1913. XII, 424 S. und 13 Figuren. Preis geh. M. 17,—, geb. M. 19,—.

Zur Darstellung der Entwicklung, die die Elektrodynamik bewegter Körper durchlaufen hat, bis sie in der Aufstellung des Relativitätsprinzips einen vorläufigen Abschluß fand, zieht der Verfasser einen gewaltigen Formelapparat heran. Daher ist das Buch trotz der Breite der Darstellung nur von dem Leser zu benutzen, der in die Materie schon auf andern Wegen eingedrungen ist, zumal zur Vermeidung von Irrtümern eine sehr kritische Lektüre des Werkes angeraten werden muß. *M. Born, Göttingen.*

Die Entwicklung der Brille II.

1. **Greeff, R., Eine Brille von vor 1500.** Zft. f. ophthalm. Optik 1913/14, 1, 46—48 mit 1 Textfig.
2. **v. Pflugk, A., Zur Geschichte der Nürnberger Brillenmacher im 18. und 19. Jahrhundert.** Ebenda 106 bis 110 mit 3 Textfig. und 1 Tfl.
3. **Feldhaus, F. M., Taucherbrillen und andere Brillen bei Leonardo da Vinci (um 1500).** Ebenda 148—151 mit 3 Textfig.
4. **Pergens, Ed., Über alte Brillen.** Ebenda 172—175 mit 8 Textfig.
5. **Greeff, R., Die Meisterbrillen von Nürnberg (im 17. Jahrhundert).** Ebenda 1914/15, 2, 7—15 mit 3 Textfig.

Die hier zusammengefaßten fünf Arbeiten, die alle in der neu begründeten Zeitschrift für ophthalmologische Optik erschienen sind und das rege historische Interesse unserer Zeit erkennen lassen, behandeln das Thema der älteren Brillen und lassen sich ungezwungen in drei Gruppen ordnen. Die erste, aus (1) und (3) bestehend, gibt Nachweise über alte Brillen und alte Konstruktionsideen; die zweite, chronologisch geordnet, (5) und (2) enthaltend, beschäftigt sich mit der Herstellung der Brillen im 17. und 18. Jahrhundert; die letzte, allein durch (4) vertreten, gibt wertvolle Mitteilungen über die Entwicklung der Gestelle im 18. und 19. Jahrhundert und setzt in gewisser Weise die Untersuchungen *R. Greeffs* fort, die unter Nr. 6 auf Seite 677 des vorigen Jahrgangs dieser Zeitschrift behandelt wurden.

Wendet man sich der ersten Gruppe zu, so bespricht *Greeff* in (1) ein altes, seiner Gläser beraubtes Ledergerüst einer *Bügelbrille*, das in einem Bande alter Inkunabeln gefunden wurde, die aus dem Ausgang des 15. Jahrhunderts stammen. Der Finder beschreibt seine Entdeckung: „Als ich den Band in die Hand nahm, um den Einband auseinanderzubrechen, fiel die Brille heraus. Ich möchte annehmen, daß sie der Buchbinder während der Arbeit hineingelegt, darauf vergessen und sie später vergeblich gesucht hat.“ Die Form und die Ausführung des Gestells spricht nach *R. Greeff* für diese Datierung. — Im Gegensatz zu dieser Brille in *natura* enthält (3) Konstruktionsideen, über deren Ausführung nichts mitgeteilt wird. *Feldhaus* ver-

mutet, daß *L. da Vinci* gläserne Schneebrillen gekannt habe; eine Taucherbrille hat er jedenfalls gezeichnet, wenn auch nicht beschrieben. Zum Schluß werden einige Stellen seiner Werke näher bezeichnet, auf Grund deren *Feldhaus* unter anderem schließt, daß ihm die Abnahme des Akkommodationsvermögens im Alter bekannt gewesen sei.

In der zweiten Gruppe werden einmal (5) 15 Namen von Nürnberger Meistern zwischen 1610 und 1693



Fig. 1. Die Brillenfassung als Meisterstück.

mitgeteilt, und daran schließen sich sehr glücklich gleichsam als eine Fortsetzung die Nachweisungen von (2), die sich auf Nürnberger und Fürther Brillenmacher beziehen. Auf die Art der Meisterprüfung fällt durch (5) ein recht tiefer Schatten: mindestens ein ganzes Jahrhundert lang — nachweislich von 1610 bis 1709 — ist in Nürnberg als Meisterstück stets die gleiche Brille Fig. 1 angefertigt worden, ein zierliches



Fig. 2. Englische Ohrenbrille aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts.

aber zum Gebrauch völlig ungeeignetes Horngestell, wahrlich eine Brille „nicht zum Durchsehen, sondern zum Ansehen“. Mit Recht verweist *Greeff* S. 15 auf den Schaden, der dadurch in dem Handwerk angerichtet wurde. Auch Mitteilungen über die Begründung der Zunft der Brillenmacher in Nürnberg zwischen 1499 und 1507 finden sich angeführt. — *A. v. Pflugk* hatte das Glück, 25 zum Teil beiderseits gravierte Kupferplatten aufzufinden, die zum Ausdruck des Verpackungsmaterials der Brillenkästchen gedient hatten und jetzt den Ausweis für die Meisternamen ergaben. Die Darstellung in (2) gibt einen guten Begriff von der Ausdehnung des allerdings rein handwerksmäßigen Betriebes der Nürnberger und Fürther Meister, deren Ware in verschiedenen Qualitäten angefertigt wurde. Auch hier im 18. Jahrhundert zeigt sich schon die schmähliche Erscheinung, daß deutsche Fabrikanten ihre Waren mit ausländischer Herkunftbezeichnung (z. B. *Paulus Belgrad* in London und in Paris, London Brillen, feine London) versehen und damit ein unfreiwilliges Zeugnis für die mangelnde Güte der eigenen Erzeugnisse lieferten.

Gehen wir nun zu dem noch übrigen Aufsatz von *Ed. Pergens* über, so sei zunächst bemerkt, daß unsere Kenntnis von der Brille von diesem Autor sehr ge-

fördert worden ist. Gestützt auf seine ganz außerordentlich umfangreiche ophthalmologische Bibliothek hat er schon früh Arbeiten zu einzelnen interessanten Brillenfragen geliefert, die dem Referenten von großem Werte gewesen sind. In (4) schließt er, wie bereits oben bemerkt, in gewisser Weise an einen schon besprochenen Artikel an: er stellt auf einer englischen Quellschrift fußend fest, daß die ersten *Ohrenbrillen* in England zwischen 1702 und 1714, Fig. 2, nachzuweisen seien. Damit wäre denn diese für die Brillentheorie so wichtige Gestellform ganz wesentlich weiter zurückverlegt. Der Referent möchte glauben, daß im wesentlichen die Datierung dieser Form erledigt wäre, und zwar geschieht das aus folgendem Grunde. Der für die Geschichte der binokularen Instrumente wichtige Mönch *Chérubin d'Orléans* wünschte im letzten Drittel des 17. Jahrhunderts möglichst genaue Messungen des Pupillenabstandes zu erhalten und erdachte dazu eine Vorkehrung wie eine Schielbrille, Fig. 3, die er 1677 näher als eine Art *Bügel- oder Klemmbrille* beschrieben hat. Es ist wohl bei einem Manne von einer solchen Sachkenntnis als sicher anzunehmen, daß er für seinen Zweck die viel exaktere Ohrenbrille verwandt haben würde, wenn sie in Paris — damals einem der Zentren für die Brillenentwicklung — zugänglich gewesen wäre, zumal sie ja nicht dauernd, sondern nur bei dem Versuch getragen werden sollte. Läßt man also diese Gründe gelten, so ist der Zwischenraum für die Entwicklung dieser Form bis auf etwa 30 Jahre herabgemindert. Die Beschreibung zweier Einzelkonstruktionen, einer *Glas-* und einer *Bifokalbrille* aus der Mitte des 19. Jahrhunderts, macht den Schluß.

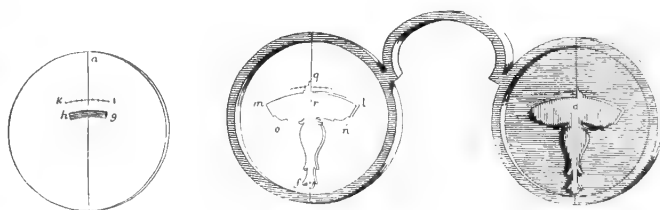


Fig. 3. Pupillenabstandsmesser nach *Chérubin d'Orléans*.

Es ist sehr erfreulich, zu sehen, wie durch die Tätigkeit und Hingabe einiger Ophthalmologen unsere Kenntnis vermehrt wird, und wie Zeiten in ein verhältnismäßig helles Licht rücken, von deren Anteil an der Brillenentwicklung man früher kaum irgendwelche exakte Einzelheiten kannte.

Moritz von Rohr, Jena.

Pole, J. C., Die Quarzlampe, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand. Berlin, Julius Springer, 1914. VIII, 84 S. und 47 Abbildungen. Preis M. 4,—.

Die vorliegende Monographie ist ein wertvoller Beitrag zur Literatur der sonst recht stiefmütterlich behandelten Quecksilberlampe. Die Quecksilberlampe im allgemeinen, und die Quarzlampe im besonderen teilen eben das Schicksal der meisten in rascher Entwicklung befindlichen Gebiete, daß diejenigen, welche dazu berufen sind, mitten in der Arbeit stehen und weder Zeit noch Geduld haben über die Errungenschaften zu berichten. Herr *Pole* hat nun selbst auf dem Gebiete gearbeitet und seine praktischen Erfahrungen sind natürlich dem Büchlein zugute gekommen. Die Beschreibung der verschiedenen Formen der Quarzlampe und ihre Wertschätzung geschehen meistens von richtigen Gesichtspunkten, und im großen und ganzen kann das

Büchlein als zuverlässiger Leiter auf dem Gebiete empfohlen werden. — Freilich war es unvermeidlich, daß auch manches Unrichtige unterlaufen ist, und im folgenden mögen einige Punkte hervorgehoben werden, welche in einer eventuellen neuen Auflage unbedingt der Korrektur bedürfen.

Ganz verfehlt ist die Behauptung auf S. 30, daß eine Wolframanode schon bei 800—900° C zerstäubt. Bei sachgemäßer Behandlung kann vielmehr eine Wolframanode in der Quarzlampe äußerst hohen Temperaturen ausgesetzt werden ohne praktisch in Betracht kommende Zerstäubung. Damit fallen die auf S. 45 aufgestellten Erwägungen über die vermeintlichen Nachteile der festen Anode und die durch ihre Benutzung benötigten Konstruktionsänderungen von selbst weg.

Die Einführung der festen Anode, ermöglicht durch die Erfindung des Wolframeinschmelzdrahtes, hat die Lösung der Aufgabe eines vereinfachten Quarzbrenners nicht nur in die „Sehweite gerückt“ (siehe Vorwort), sondern zu einer greifbaren Realität gemacht. Ob der dadurch erzielte technische Fortschritt auch einen entsprechend großen industriellen Mehrwert zur Folge haben wird, muß die Zukunft entscheiden. Die Glühlampe mit Gasfüllung hat eben die Sachlage zuungunsten des Bogen- und Dampflichtes verschoben, und der Kampf muß von neuem aufgenommen werden. — Das skeptische Verhalten des Verfassers der Wechselstromquarzlampe gegenüber ist der gewöhnlichen Lampe mit Quarzsilberanoden gegenüber berechtigt. Da wäre die Beschreibung der von mir entwickelten Wechselstromlampe mit Wolframanoden aber am Platze gewesen. Wie es manchmal, wenn auch selten, geschieht, funktioniert die Lampe besser, als auch der Erfahrene erwarten würde.

Auf S. 38 wird die geläufige aber fehlerhafte Bemerkung wiederholt, daß ein Vakuum-Einschmelzdraht sich nicht oxydieren soll, denn sonst benetze ihn das Glas nicht. In Wirklichkeit hängt dies ganz von der Natur des Oxyds ab. In Fällen, wo das Oxyd im Glase löslich ist, ist eine geringe Oxydation erwünscht, da sie das Benetzen erleichtert. Dies ist zum Beispiel der Fall beim Wolfram und auch bei manchem andern Ersatz für Platin.

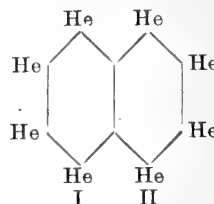
Zum Schluß noch ein Wort über den beklagenswerten Mangel an theoretischen Untersuchungen über die Quarzlampe. Es ist nicht des Verfassers Schuld, wenn das entsprechende Kapitel in seinem Buch dürftig ausgefallen ist. Warum zieht sich der Bogen in einen dünnen Faden zusammen, warum ist die Volt-Ampere-Charakteristik so steil, daß der Strom praktisch konstant ist, welches ist die Potentialverteilung im Bogen und an den Elektroden? Diese und viele ähnliche Fragen warten der Antwort. Der Praktiker muß naturgemäß sich mehr auf seine Intuition und Erfindungsgabe verlassen und müßte da von seinem theoretischen Bruder mehr unterstützt werden, als es jetzt geschieht.

E. Weintraub, West Lynn, Mass.

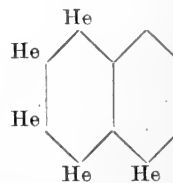
Kleine Mitteilungen.

Sehr originelle Ansichten über die molekulare Struktur der radioaktiven Stoffe hat in jüngster Zeit *Giuseppe Oddo* entwickelt. Nach seiner Hypothese sind die Muttersubstanzen der radioaktiven Körper analog den Benzolabkömmlingen aus Sechsringen aufgebaut. An den Ecken dieser Sechsringe befinden sich Heliumatome, durch deren sukzessive Abspaltung aus den

Ausgangselementen die Glieder der radioaktiven Reihe und schließlich, nachdem alles Helium abgegeben wurde, das nicht radioaktive Endprodukt entstehen. Das Uran, von welchem sich die Radium- und Aktinierreihe ableiten, besteht ebenso wie das Naphthalin aus zwei kondensierten Sechsringen, an deren acht freien Enden sich acht Heliumatome befinden.



Die nach und nach erfolgende Abspaltung dieser acht Heliumatome läßt, einschließlich aller möglichen Isomeren, die Entstehung von 16 Derivaten voraussehen; tatsächlich sind heute 14 Glieder der Radiumreihe bekannt. Dem Radium selbst, welches aus Uran nach Abspaltung von drei Heliumatomen entsteht, wobei sich als Zwischenglieder das Ur I (nicht bekannt), das Ur II, das Ur x, das Ur y und das Jonium bilden, käme folgende Struktur zu:



Auf das Radium folgt die Radiumemanation oder das Niton, welches dadurch ausgezeichnet ist, daß ein Hexagon vollkommen heliumfrei ist. Schließlich gelangt man auf dem Wege über das RaA usw. zum Endglied der Reihe, welches gar kein Helium mehr enthält und als welches heute das Blei angesehen wird. Die Tatsache, daß das Uran auch die Muttersubstanz der Aktinierreihe ist, findet ihre Erklärung in der Annahme, daß die beiden Sechskerne im Uranmoleküle nicht gleichwertig sind, und daß sich, je nachdem, ob die Abspaltung beim Kern I oder II beginnt, die Körper der einen oder der anderen Reihe bilden. Es zeigt sich auch bei der Aktinium- und Thoriumreihe eine bemerkenswerte Übereinstimmung zwischen der aus der Naphthalinstruktur theoretisch vorausschbaren und der tatsächlich bekannten Anzahl von radioaktiven Elementen. Vom Thorium ausgehend gelangt man zur entsprechenden Emanation nicht nach Verlust von vier wie beim Uran, sondern bereits nach drei Heliumatomen. Daher ist nicht das Thorium, sondern ein bisher unbekanntes, ein Heliumatom mehr enthaltendes Element, welches *Oddo* Vorthorium (antorio) nennt, als Muttersubstanz der Thoriumreihe aufzufassen. Dieses Vorthorium besitzt dieselbe Strukturformel wie das Uran. Die neue Hypothese erweist sich auch insofern fruchtbar als sie eine übersichtliche, rationelle Nomenklatur und Einteilung sämtlicher radioaktiver Elemente ermöglicht, die auf der Anzahl und der Stellung der in beiden Kernen enthaltenen Heliumatome beruht. (*Gazetta chimica italiana* I, 219, 1914.) O. F.

Um kleine Mengen flüchtiger Stoffe zu trennen, zu reinigen und anderweit experimentell zu behandeln, wird von *Alfred Stock* eine neue Arbeitsweise empfohlen, die er zuerst bei Untersuchungen über Tellur-Schwefelkohlenstoff und Selen-Schwefelkohlenstoff sowie Borwasserstoffen angewandt hat, die aber eine ganz

allgemeine Anwendung gestattet. Es handelt sich hierbei um die *Destillation* der Stoffe in einem allseitig abgeschlossenen, mit der Hochvakuumpumpe *luftleer gemachten Apparat* unterhalb der Zimmertemperatur. Hierbei werden die einzelnen Teile des Apparates für die Zwecke der fraktionierten Kondensation der Dämpfe durch passende Bäder gekühlt, z. B. auf 0° durch Eis, — 20° durch ein Gemisch von Eis und Kochsalz, — 40° durch flüssiges Ammoniak, — 112° durch schmelzenden Schwefelkohlenstoff, — 190° durch flüssige Luft. Die Destillation der gereinigten Substanzen erfolgt in mit dem luftleer gemachten Apparat in Verbindung stehende Gefäße, welche später durch Abschmelzen oder Hähne abgeschlossen werden können. Die Prüfung auf Einheitlichkeit und Reinheit der Stoffe geschieht ohne Materialverlust durch Bestimmung der Tension bei 0°. Bei Verbindung der einzelnen Teile sind Gummischläuche und Gummistopfen zu vermeiden, die Hähne sind mit nichtflüchtigem Fett (6 Lanolin, 1 Wachs) einzureiben. Die Hauptvorteile des Verfahrens bestehen in der Vermeidung jedes Verlustes, des totalen Ausschlusses von höheren Temperaturen sowie Luft, der leichten Möglichkeit, die Einheitlichkeit der Fraktionen prüfen zu können, und der relativ großen Ausbeute der einzelnen Fraktionen. Die Verdampfung erfolgt ohne jedes Blasenwerfen, wodurch eine überaus scharfe Trennung möglich ist. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft* 1914, I, 154 f.)

—z.

Das Moissansche Verfahren zur **Darstellung künstlicher Diamanten** hat *Prantl* in der Weise abgeändert, daß es sich als **Vorlesungsversuch** eignet. *Moissan* hat bekanntlich dadurch künstliche Diamanten erhalten, daß er Eisen im elektrischen Flammenbogen schmolz, es hierauf mit Kohlenstoff sättigte und einzelne Tropfen des flüssigen Eisens in Quecksilber einfallen ließ. Der bei der Abkühlung in den Eisentropfen entstehende Druck begünstigt die Diamantbildung. *Prantl* geht so vor, daß er das mit Kohlenstoff gesättigte Eisen aluminothermisch im Flußspatschacht erzeugt. Er umgibt die Wände einer Blechbüchse von innen mit einer Flußspatschicht und füllt hierauf in den Innenraum ein Gemenge aus Eisenthermit mit Kohlenpulver. Unter die Blechbüchse, die sich auf einem Stativ befindet, stellt man einen Quecksilber enthaltenden Holzkübel. Nach Entzündung des Thermitgemisches schmilzt das kohlenstoffhaltige flüssige Eisen den Boden des Zylinders durch und fällt in den Kübel. Das erstarrte Eisen ergibt nach Behandlung mit verschiedenen Säuren und nach dem Schmelzen mit Natriumbisulfat ein Pulver, welches in Methyljodid eingetragen wird. Nur unter den wenigen darin einsinkenden Teilchen können die Diamanten enthalten sein. Wenn man den am Boden liegenden Anteil mikroskopisch untersucht, erkennt man ein Gemenge zweier verschiedener Arten farbloser, zerfressener Kristalle, hexagonale Täfelchen, die wahrscheinlich aus Carborundum bestehen und Oktaeder. (*Ber. d. deutsch. chem. Ges.* 2, 216, 1913.) O. F.

Ursache der Oxydation von Schriftmetallen. Unter den Druckern, welche ja vielfach lungenleidend sind, ist ziemlich allgemein die Ansicht verbreitet, daß ihr Leiden auf einen Arsengehalt des Metalls der Buchdruckerlettern zurückzuführen sei. Ein Urteil über den jeweiligen Arsengehalt der benutzten Lettern bilden sich die Buchdrucker durch Beobachtung der Oxydation des betreffenden Schriftmetalls, da angeblich diese Oxydation durch den Arsengehalt bedingt sein soll.

Da keine wissenschaftlichen Gründe für diese Ansicht angeführt werden können, so haben *Richard Meyer* und *Siegfried Schuster* im chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu Braunschweig eingehende Versuche angestellt, und zwar mit zehn durchaus verschiedenen Quellen entnommenen Schriftmetallproben. Die Analyse derselben ergab: Blei 70—83 %, Antimon 17—23 %, Zinn 0—6 %, Arsen 0,08—0,48 %, Kupfer 0—0,48 %, Nickel und Kobalt 0—0,32 %, Eisen 0 % oder Spuren. Von den untersuchten Metallproben waren zwei stark oxydiert, die eine derselben wies den stärksten Arsengehalt, 0,48 %, die andere aber fast den schwächsten, 0,13 %, auf. Aber auch der Vergleich der übrigen Bestandteile ergab keinen Anhalt irgendwelcher Art dafür, daß die Oxydation des Metalls auf den Gehalt an irgendeinem dieser Bestandteile zurückgeführt werden kann. Man suchte daher nach anderen Umständen, welche die Oxydierbarkeit bedingen könnten, und fand dieselben zunächst in der *Beschaffenheit der Bruchflächen*. Während diese bei den nicht oxydierten Schriftmetallen, abgesehen von größeren Gußblasen, gleichförmig erschienen, war sie bei den oxydierten, unter der Lupe betrachtet, sehr ungleichmäßig im Korn und durchsetzt von Blasen und Hohlräumen, ganz abgesehen von tiefen, bis ins Innere reichenden Zerfallsstellen. Noch deutlicher traten diese Unterschiede hervor, nachdem es gelungen war, auf den Metallflächen eine Hochglanzpolitur durch Abschleifen herzustellen, und auf dieser mit einer Salpetersäure-Alkohol-Mischung Ätzungen vorgenommen wurden. Es folgt somit aus diesen Versuchen, daß zweifellos die Oxydierbarkeit der Lettern nicht auf ihre chemische Zusammensetzung zurückzuführen ist, sondern auf die Art des Gießens. Durch blasigen, porösen Guß wird das Eindringen von Feuchtigkeit und daher auch eine beschleunigte Oxydation ermöglicht. Aber auch die Behandlung der Lettern beim Reinigen und Verahren derselben ist von Einfluß; vermeidet man hierbei Wasser, so ist eine längere Haltbarkeit des Metalls gewährleistet. — Es dürfte im Interesse der Drucker liegen, daß diese Feststellungen in deren Kreisen bekannt werden. (*Zeitschrift für angewandte Chemie* 1914, 18, p. 121 f.)

—z.

Ein neues Verfahren zur Raffination von Erdöl.

Bisher bediente man sich zur Raffination von Petroleum sowie von Ölen überhaupt in der Regel der Schwefelsäure, durch deren Wirkung gewisse, die Farbe, den Geruch oder die Brenneigenschaften des Öles schädlich beeinflussende Beimengungen des Öles entfernt werden. Nicht jedes Rohöl liefert jedoch bei dieser Behandlung ein hochwertiges Leuchtöl, namentlich trifft dies für solche Öle zu, die reich an aromatischen Kohlenwasserstoffen sind. Diese brennen nicht auf allen Lampen einwandfrei und zeigen eine starke Neigung zum Rußen. Man hat daher schon seit längerer Zeit Versuche angestellt, um durch Anwendung anderer Raffinationsmittel auch aus solchen minderwertigen Ölen hochwertige Leuchtöle herzustellen. Bei diesen Versuchen wurden namentlich mit *flüssiger schwefliger Säure* sehr gute Resultate erzielt, und es wurde von einem rumänischen Chemiker, Dr. *Edeleanu*, ein neues Raffinationsverfahren ausgearbeitet, das seit kurzem in der Technik mit gutem Erfolge Anwendung findet. Die Grundlagen dieses Verfahrens sind kurz folgende: Flüssige schweflige Säure vermag bei tiefen Temperaturen die aromatischen und sonstigen kohlenstoffreichen Anteile des Erdöles leichter zu lösen als

die gut brennenden Hauptbestandteile des Leuchtöles, die Paraffine und Naphthene, in denen sie selbst auch nur wenig löslich ist. Mischt man also ein Erdöldestillat mit flüssigem Schwefeldioxyd, so bilden sich zwei Schichten, von denen die untere hauptsächlich die kohlenstoffreichen Kohlenwasserstoffe in flüssigem Schwefeldioxyd gelöst enthält, während die obere hauptsächlich die gesättigten Kohlenwasserstoffe und nur geringe Mengen schwefliger Säure enthält. Über die Bedeutung und die Aussichten dieses neuen Verfahrens, das eine grundsätzliche Änderung auf dem Gebiete der Petroleumraffination bedeutet, machen Geh. Rat Engler und Prof. Ubbelohde auf Grund eigener Anschauung in der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ 1913, S. 77 nähere Mitteilungen. Im Gegensatz zu dem bisher üblichen Raffinationsverfahren mit Schwefelsäure, wobei die weniger gut brennenden Bestandteile des Öles zerstört wurden, gestattet das Verfahren von Edeleanu, diese Anteile zu isolieren und zu anderen Zwecken zu verwenden, wo es nicht auf den Leuchtwert ankommt. Das zu raffinierende Petroleumdestillat wird dabei zunächst in einem Filter von Wasser befreit, um Korrosionen der Apparatur zu verhüten, und gelangt dann in einen Vorratsbehälter, aus dem es mittels einer Pumpe durch einen Wärmeaustauschapparat und einen Kühler hindurch in ein Mischgefäß geleitet wird. Einen ähnlichen Weg beschreibt das flüssige Schwefeldioxyd, das nach genügender Kühlung (-10°) in feiner Verteilung auf die Oberfläche des Öles in den Mischer einfließt und in feinen Tropfen das Öl durchrieselt. Auf diese Weise wird ohne mechanische Rührvorrichtung das Öl leicht mit Schwefeldioxyd gesättigt, und es bilden sich alsbald zwei Schichten, von denen die obere aus Petroleum besteht. Das Durchrieseln dieser Schicht mit Schwefeldioxyd wird fortgesetzt, bis sie genügend gereinigt ist. Die untere Extraktschicht wird sodann aus dem Mischer abgelassen und hierauf nach Umstellen eines Ventils auch die obere, das raffinierte Öl enthaltende Schicht. Extrakt und Raffinat werden sodann in besonderen Verdampfungsgefäßen von Schwefeldioxyd befreit, das fast ganz wiedergewonnen wird und in verflüssigtem Zustand wieder in den Betrieb zurückkehrt. Zur Kühlung des Rohdestillats und des Schwefeldioxyds sowie zur ev. Nachkühlung beider im Mischer dient eine gewöhnliche Kältemaschine. Der ganze Raffinationsvorgang vollzieht sich in geschlossenen Gefäßen, und der Verlust an Schwefeldioxyd ist außerordentlich gering. Infolge des sorgfältigen Wärmeaustausches ist der Arbeitsprozeß trotz der niedrigen Temperatur relativ billig; zur Bedienung der Apparate sind nur wenige Arbeiter erforderlich. Das Raffinat aus allen Rohdestillaten ist nahezu wasserhell und hat ein erheblich niedrigeres spezifisches Gewicht als bei Anwendung der üblichen Schwefelsäureraffination, woraus man schließen kann, daß bei dem neuen Verfahren die schweren Kohlenwasserstoffe weit vollständiger entfernt werden. Das Raffinat brennt auf allen Lampen ohne Neigung zum Rußen mit sehr lichtstarker Flamme und weißem Licht, es steht den besten amerikanischen Ölen hinsichtlich der Lichtstärke nur wenig nach. Die braun bis gelb gefärbten Extrakte sind auf Lampen nicht mehr zu brennen, dagegen als Terpentinölersatzmittel gut verwendbar. Die über 200° siedenden Bestandteile des Extraktes sind als Motorentreiböle sowie als Gasöle zu brauchen. Der Extrakt macht etwa 20 % des Rohdestillats aus, die

Gesamtkosten der Raffination von 100 kg Petroleum belaufen sich bei dem neuen Verfahren auf 0,436 M., d. h. also etwa $\frac{1}{2}$ Pf. für 1 kg. Die wirtschaftliche Bedeutung des neuen Verfahrens beruht darauf, daß es aus bisher nur unvollkommen raffinierbarem und daher minderwertigem Öle vorzügliche Leuchtöle herzustellen gestattet. Dies ist namentlich für rumänische und galizische, aber auch für manche amerikanischen und andere Öle von großer Bedeutung. S.

Die Entwicklung der Eisfabrikation in den Vereinigten Staaten. Die Eisfabrikation hat in den Vereinigten Staaten eine ungeheure Ausbreitung erlangt und hat sich besonders in den letzten acht Jahren ungewöhnlich rasch entwickelt, wie aus nachstehenden, der *Eis- und Kälte-Industrie* 1914, S. 160 entnommenen Zahlen hervorgeht: Im Jahre 1900 betrug die Zahl der Eisfabriken 2218 mit einer täglichen Produktion von 60 000 Tonnen und einer jährlichen von 8,9 Millionen Tonnen. 1909 betrug die Zahl der Fabriken bereits 3000 mit einer täglichen Produktion von 106 000 Tonnen, einer jährlichen von 15,8 Millionen Tonnen, und 1911 war diese Zahl bereits auf 3406 Fabriken mit einer täglichen Produktion von 111 000 und einer jährlichen von 16,7 Millionen Tonnen gestiegen. Von dieser Produktion werden 70 % während der vier Sommermonate und 30 % während der übrigen acht Monate hergestellt. Die zwei größten Gesellschaften, welche künstliches Eis erzeugen, hatten in ihren gesamten Fabriken eine tägliche Produktion von 3250 bzw. 2115 Tonnen. Neben dieser bedeutenden Fabrikation von Kunsteis hat der Verbrauch an Natureis gleichzeitig eine beträchtliche Erhöhung erfahren. Man schätzt den Gesamtverbrauch an Eis in den Vereinigten Staaten auf 45 Millionen Tonnen, davon sind 22,5 Millionen Tonnen Natureis. Die folgende Tabelle zeigt den Eisverbrauch der größten Städte der amerikanischen Union unter Angabe der Bevölkerungszahl und des Verbrauches an künstlichem und natürlichem Eis:

	Be- völkerungs- zahl	Jährlicher Eisverbrauch (t)		
		Kunsteis	Natureis	Zu- sammen
New York u. Umgebung	4 338 322	1 800 000	2 700 000	4 500 000
Chicago . . .	2 166 055	675 000	1 350 000	2 025 000
Philadelphia	1 491 082	630 000	810 000	1 440 000
Boston und Vororte . .	616 072	90 000	720 000	810 000
Saint Louis .	674 012	675 000	45 000	720 000
Baltimore . .	568 571	315 000	225 000	540 000
Pittsburg . .	547 523	405 000	135 000	540 000
Cincinnati . .	376 174	428 000	22 000	450 000
Neu Orleans	323 157	360 000	—	360 000
Detroit . . .	353 535	45 000	270 000	315 000

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß der jährliche Eisverbrauch in den großen amerikanischen Städten etwa 1000 kg pro Kopf beträgt, gegenüber einem Eisverbrauch von nur 70 kg pro Kopf in Paris. Wenn man den Preis pro Tonne Eis mit 10 M. annimmt, so beträgt der Wert des in den Vereinigten Staaten jährlich verbrauchten Eises ungefähr 450 Millionen Mark. Das in den Eisfabriken angelegte Kapital wird mit 650 Millionen Mark beziffert. S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 26.

26. Juni 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Neuere Forschungen im ultraroten Spektrum. Von
Privatdozent Dr. Wilhelm H. Westphal, Berlin.
S. 621.

Scientific Management. Von *Ingenieur Fritz Röhl,*
Aue. S. 626.

Die Chronologie des Zelltodes bei Warmblütern.
Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 628.

Der Liquor cerebrospinalis. Von *Dr. K. Grahe,*
Frankfurt a. M. S. 633.

Besprechungen. S. 636.

Astronomische Mitteilungen. S. 641.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 642.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel

Von

Dr. J. König

Dr.-Ing. h. c., Geh. Reg.-Rat, o. Prof. an der Kgl. Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Dritter Band: Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und
Gebrauchsgegenständen.

2. Teil: Die tierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel

Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 260 in den Text gedruckten Abbildungen — In Leinwand gebunden Preis M. 36.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 18 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Völlig Neubearbeitet erscheint in vierter Auflage:

Brehms Tierleben

Unter Mitarbeit hervorragender Zoologen herausgegeben von

Professor Dr. Otto zur Strassen

Mit etwa 2000 Abbildungen im Text und auf mehr als 500 Tafeln in Farbendruck, Ätzung und Holzschnitt sowie 13 Karten

13 Bände in Halbleder gebunden zu je 12 Mark

Verlag des Bibliographischen Instituts in Leipzig und Wien

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungsbedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Tabellen zur Berechnung der „theoretischen“ Molrefraktionen organischer Verbindungen.

Von K. v. Auwers und A. Boennecke.

Preis M. 1.20.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Dezember 1913 erschien:

Die Heliotherapie der Tuberkulose

mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen

Von

Dr. A. Rollier

Leysin

Mit 138 Textabbildungen — Preis M. 6,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Neuere Forschungen im ultraroten Spektrum.

Von Dr. Wilhelm H. Westphal, Privatdozent
an der Universität Berlin.

Im folgenden soll eine Übersicht über die Fortschritte gegeben werden, die die Kenntnis des ultraroten Spektralgebietes in den letzten Jahren gemacht hat.

Diese Fortschritte sind nicht zum geringsten Teil durch die Vervollkommnung der Meßinstrumente erzielt worden. Hier ist die sowohl von *H. Rubens*, wie von *F. Paschen* erzielte wesentliche Steigerung der Empfindlichkeit der *Thermosäulen* zu nennen. Vor allem aber hat sich die Verbesserung des *Boysschen Mikroradiometers*¹⁾, die wesentlich *Rubens* zu verdanken ist, als fruchtbar erwiesen. Es ist heute möglich, Strahlungsenergien messend zu verfolgen, an deren Nachweis man vor wenigen Jahren noch nicht denken konnte.

Man pflegt das ultrarote Spektrum in das kurzwellige Gebiet (Wellenlänge $\lambda = 0,76 \mu$ bis etwa 22μ ²⁾) und das langwellige Gebiet ($\lambda > 22 \mu$) einzuteilen. Diese Einteilung hat ihre Ursache darin, daß die Methoden sowohl zur Erzeugung als auch zur Untersuchung der ultraroten Strahlung in beiden Gebieten verschieden sind. Während für die kurzen Wellen die Methoden der gewöhnlichen Optik mit gewissen Abänderungen bezüglich des Materials der Prismen und Linsen benutzt werden können, muß bei den langen Wellen prinzipiell anders verfahren werden. Die sehr erheblichen Fortschritte, die die letzten Jahre auf beiden Gebieten gezeitigt haben, liegen sowohl in der Verbesserung alter als auch in der Ausarbeitung neuer Methoden, dieses besonders im Gebiet der längsten Wellen.

I. Das kurzwellige Ultrarot.

1. Ultrarote Emissionsspektren.

Die Erforschung der ultraroten Emissionsspektren in den letzten Jahren knüpft sich ganz überwiegend an den Namen von *F. Paschen*, der unter Mitarbeit seiner Schüler in den Bahnen weitergewandelt ist, die *Langley* in seinen klassischen Untersuchungen des ultraroten Sonnen-

spektrums zuerst beschritten hat. *Langleys* Methoden hat *Paschen* zu einer hohen Vollkommenheit ausgearbeitet. Besonders zu nennen ist die Konstruktion sehr *lichtstarker Spektrographen* von großer Dispersion, die eine sehr weitgehende Auflösung ultraroter Spektren ermöglichen. Es ist wohl nicht übertrieben, wenn man heute die Spektroskopie im kurzwelligen Ultrarot derjenigen im sichtbaren Spektrum als gleichwertig zur Seite stellt.

Der wesentliche Gesichtspunkt, unter dem diese Untersuchungen von *Paschen* und seiner Schule durchgeführt wurden, war einerseits die Festlegung bestimmter Linien, die als *Wellenlängennormale* im Ultrarot dienen konnten. Von besonderem Interesse aber ist das Studium der *Seriengesetze*, wie sie insbesondere von *Rydberg* und von *Ritz* aufgestellt worden sind. Die Arbeiten *Paschens* haben gezeigt, daß die Gesetzmäßigkeiten, die im sichtbaren Spektrum durch die *Seriengesetze* ausgedrückt werden, sich in völlig analoger Weise im kurzwelligen ultraroten Spektrum wiederfinden. Bei der universellen Natur, die die *Seriengesetze* offenbar besitzen, dürften diese Untersuchungen noch einmal eine wichtige Rolle in der Erkenntnis des Baues der Atome spielen. Versuche, die *Seriengesetze* in dieser Richtung auszunutzen, liegen schon von *N. Bohr* und anderen vor¹⁾, obgleich diese jedenfalls von der Wirklichkeit noch weit entfernt bleiben.

Weitere eingehende Untersuchungen von Emissionsspektren hat *W. Coblentz* am Bureau of Standards in Washington ausgeführt. Seine Arbeiten behandeln unter anderm die Spektren von Gasen, von Lichtbögen und von Vakuumröhren.

2. Ultrarote Absorptionsspektren.

Über ultrarote Absorptionsspektren hatten schon im Jahre 1882 *Abney* und *Festing* sehr wertvolle Untersuchungen veröffentlicht, die sich allerdings nur bis $1,2 \mu$ erstreckten. Neuere Arbeiten von *Julius*, *Puccianti* und vor allem von *W. Coblentz* haben diese Untersuchungen bis etwa 15μ ausgedehnt und dabei an einer großen Zahl von Substanzen die wesentlichen Resultate von *Abney* und *Festing* bestätigt gefunden, nämlich, daß bestimmte *große Gruppen von Verbindungen*, entsprechend der chemischen Einteilung, *charakteristische ultrarote Absorptionsspektren* besitzen. Ferner haben *Isomere*, deren Spektren

¹⁾ Kombination eines Thermoelementes mit einem Drehspulgalvanometer derart, daß das Thermoelement direkt an der Drehspule hängt. Diese hat also keine Zuleitungen. Die eine Lötstelle des Thermoelementes wird von der zu messenden Strahlung getroffen. Die dadurch entstehende Potentialdifferenz bewirkt einen Ausschlag des Galvanometers.

²⁾ $1 \mu = \frac{1}{1000} \text{ mm.}$

¹⁾ Vgl. *R. Seeliger*, diese Zeitschrift 1914, Heft 12 und 13.

sich im sichtbaren Gebiet nicht unterscheiden, verschiedene Absorptionsspektren im Ultrarot, während Substanzen, die in einer optisch rechtsdrehenden und einer linksdrehenden Modifikation vorkommen, in beiden Fällen das gleiche Spektrum zeigen.

Diese Ergebnisse beweisen die auch durch andere Gründe sichergestellte Tatsache, daß die ultraroten Eigenschwingungen in den Substanzen — auf denen ja die Absorption beruht — nicht, wie im sichtbaren Spektrum Schwingungen der Elektronen um die Atomzentren sind, sondern, daß sie durch den Bau des ganzen Moleküls bedingt sind. Sie sind als Schwingungen der Atome im Molekül gegeneinander zu betrachten, und die quasielastische Kraft, die ihnen zugrunde liegt, ist vermutlich identisch mit den chemischen Kräften, die das Atom zusammenhalten. Es ist übrigens nicht ausgeschlossen, daß unter Umständen auch die einzelnen Moleküle einer Substanz Schwingungen gegeneinander ausführen können¹⁾.

Durch die Arbeiten der genannten Autoren sind die charakteristischen Banden der wichtigsten Atomgruppierungen (z. B. HO, SO₄ usw.) festgelegt worden. Coblenz hat allein 131 organische Verbindungen untersucht. Bei einer Zusammenstellung aller so gefundenen charakteristischen Absorptionsbanden zeigen sich auffallende Häufungsstellen etwa bei der Wellenlänge 0,85 μ und deren ganzzahligen Vielfachen, eine Tatsache, deren Deutung noch aussteht, falls hier nicht überhaupt ein Zufall vorliegt.

Einen Beitrag zur Frage des Kristallwassers und Konstitutionswassers hat Coblenz durch den Nachweis geliefert, daß wohl kristallwasserhaltige Substanzen, aber nicht solche, die nur Konstitutionswasser besitzen, die ultraroten Absorptionsbanden des Wassers zeigen, welche letztere zuletzt von Rubens und Ladenburg eingehend untersucht worden sind.

Von den vielfachen sonstigen Arbeiten über ultrarote Absorptionsspektren seien hier nur noch einige erwähnt, die Gase betreffen. Diese sind schon deshalb von besonderem Interesse, weil im hinreichend verdünnten Gaszustand die Moleküle ihre Eigenschaften am reinsten zeigen, während es andererseits möglich ist, durch Änderung von Druck und Temperatur den Einfluß aufzudecken, den benachbarte Moleküle aufeinander ausüben.

Ein sehr einfaches Verhalten zeigen gasförmige Elemente, die, wie zuletzt von Burmeister gezeigt wurde, jenseits von 1 μ überhaupt keine Absorptionsbanden zeigen. Auffallend ist die von dem gleichen Autor betonte Tatsache, daß eine sehr erhebliche Zahl der Absorptionsbanden gasförmiger Verbindungen doppelt sind.

Die Kohlensäure und der Wasserdampf sind Gegenstände besonders eingehender Untersuchungen gewesen. Zum Teil hat dies seinen Grund darin, daß sie — als einzige Bestandteile der

Erdatmosphäre, die im Ultrarot absorbieren — eine wichtige meteorologische Rolle spielen, indem sie im Wärmehaushalt der Erde die gleiche Bedeutung haben, wie bei einem Treibhause das Glasdach (sog. „greenhouse theory“). Sie lassen die in der Hauptsache kurzwellige Sonnenstrahlung (λ_{\max} etwa 0,7 μ) zum größten Teil unabsorbiert hindurch, während sie die langwellige Strahlung der erwärmten Erdoberfläche (λ_{\max} etwa 13 μ) absorbieren, beziehungsweise reflektieren, und so die Wärmeenergie der Sonne einfangen.

S. Arrhenius hat eine Theorie der Eiszeiten auf den wechselnden Kohlensäuregehalt der Atmosphäre aufgebaut. Es erscheint jedoch sehr fraglich, ob diese Theorie sich quantitativ durchführen läßt²⁾.

Die Kohlensäure zeigt im kurzwelligen Ultrarot drei Absorptionsbanden, bei 2,7 μ , 4,3 μ und

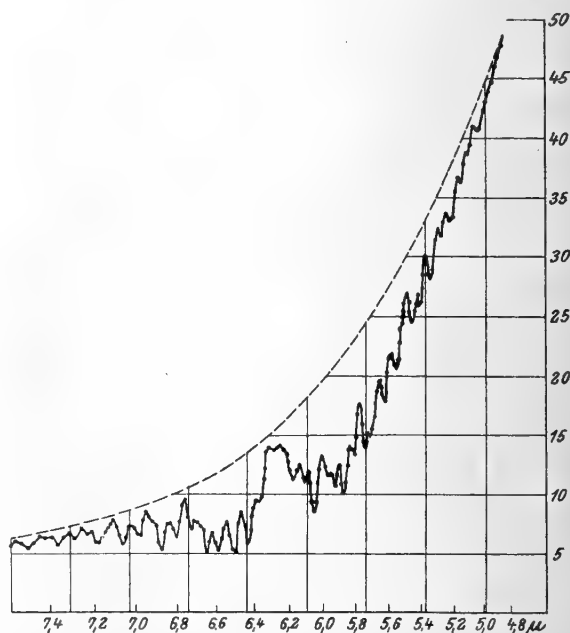


Fig. 1.

14,7 μ . Diese Banden sind von K. Ångström, Cl. Schäfer, E. v. Bahr und G. Hertz auf die Gültigkeit des sog. Beerschen Gesetzes untersucht worden. Dieses Gesetz besagt, daß die Absorption in einer Substanz proportional ist dem Produkt aus Partialdruck und Schichtdicke, d. h. daß es auf die Zahl der von der Strahlung getroffenen Moleküle ankommt. Während sich dieses bei festen Körpern und Flüssigkeiten als richtig erwiesen hat, ist das nicht der Fall bei der ultraroten Absorption der Gase, außer wenn sie sehr verdünnt sind. Vielmehr hängt die Absorption, außer von der Zahl der von der Strahlung getroffenen Moleküle, auch von dem Gesamtdruck ab, unter dem das absorbierende Gas steht. Dabei ist es ziemlich gleichgültig, ob dieser Druck

¹⁾ Vgl. A. Reis, diese Zeitschrift 1914, Heft 9.

²⁾ S. diese Zeitschrift 1914, Heft 4, S. 91.

durch das betreffende Gas selbst oder durch Zumischung eines indifferenten Gases erzeugt wird, wenn nur die Zahl der absorbierenden Moleküle in beiden Fällen die gleiche ist. Dies beweist, daß die Abweichungen vom Beerschen Gesetz wesentlich von der Zahl der Zusammenstöße herühren, die ein solches Molekül erleidet.

Ein sehr merkwürdiger Körper ist der Wasserdampf, dessen ultrarotes Absorptionsspektrum sehr kompliziert ist. Es ist früher von *Rubens* und *Aschkinaß* sowie von *Paschen* untersucht worden, zuletzt zwischen $4,8$ und $7,6 \mu$ von *E. v. Bahr*, deren Messungen durch Fig. 1 dargestellt werden.

Die gestrichelte Kurve bezeichnet die Energieverteilung der benutzten Strahlungsquelle ohne Wasserdampf im Wege der Strahlung, während die ausgezogene Kurve die Energieverteilung darstellt, nachdem die Strahlung eine Schicht

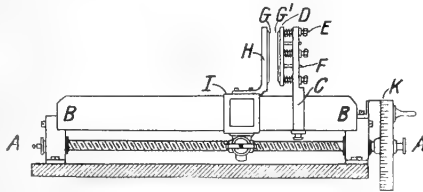


Fig. 2.

von Wasserdampf passiert hat. Man sieht, daß das Spektrum von einer großen Zahl von Absorptionslinien durchzogen ist. So kompliziert dieses Spektrum ist, so scheint es sich doch auf Grund einer Theorie von *Bjerrum* sehr befriedigend deuten zu lassen. Die den einzelnen Absorptions-

men recht gut mit den von *H. Rubens* gefundenen langwelligen Absorptionsgebieten des Wasserdampfs überein (s. u.).

II. Das langwellige Ultrarot.

1. Die interferometrische Wellenlängenmessung.

Im langwelligen Ultrarot versagen die gewöhnlichen optischen Methoden zur Wellenlängenmessung in ihrer üblichen Form, einerseits wegen der geringen Intensität der zur Verfügung stehenden Strahlungsquellen, die die Verwendung hinreichend enger Spalte nicht erlauben, andererseits wegen der Unmöglichkeit, Prismen und Linsen von hinreichender Durchlässigkeit herzustellen, da jenseits von 20μ alle bisher zu diesem Zwecke benutzten Substanzen sehr starke Absorption zeigen. Auch Quarz, der am ehesten wieder durchlässig wird, ist in der für Linsen erforderlichen Dicke erst wieder von etwa 70μ an zu benutzen (s. u.). An die Stelle der spektrometrischen Methoden tritt deshalb hier die von *H. Rubens* eingeführte interferometrische Methode, mittels des Quarzinterferometers, Fig. 2.

Dieses besteht im wesentlichen aus zwei dünnen, ebenen Quarzplatten, *G* und *G'*, die durch eine Luftschicht von meßbar veränderlicher Dicke voneinander getrennt sind, indem die eine der beiden Platten (*G*) auf dem Schlitten *J* einer Teilmaschine mikrometrisch verschiebbar ist. Läßt man parallele, monochromatische Strahlung durch dieses System hindurchtreten, so zeigt die Intensität derselben bei Vergrößerung des Plattenabstandes in bekannter Weise auf Interferenz beruhende periodische Schwankungen, aus denen sich die Wellenlänge berechnen läßt.

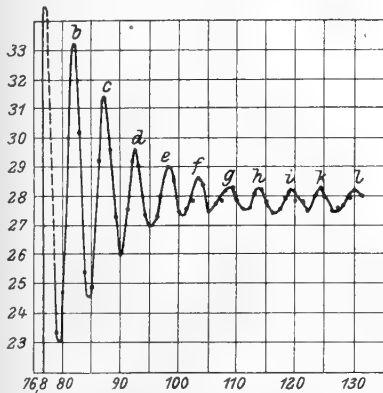


Fig. 3a.

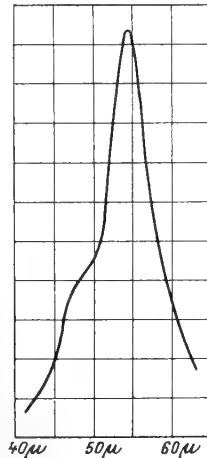


Fig. 3b.

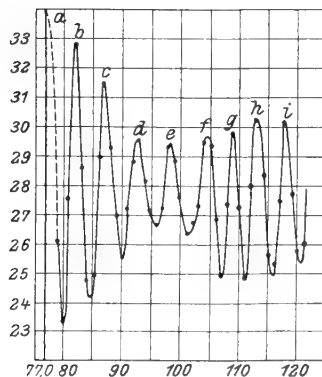


Fig. 4a.

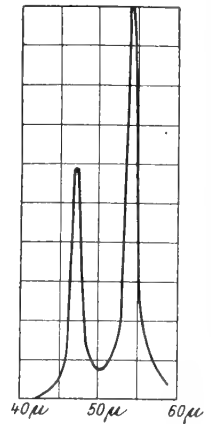


Fig. 4b.

streifen entsprechenden scheinbaren Eigenschwingungen lassen sich nämlich auf eine einzige bei $6,26 \mu$ zurückführen, indem die Annahme gemacht wird, daß diese Schwingung an Molekülen vor sich geht, die außerdem eine Anzahl von langwelligen Rotationsfrequenzen auszuführen imstande sind. Die von *E. v. Bahr* aus dieser Theorie berechneten Rotationsfrequenzen stim-

Da es sich in der Praxis nie um rein monochromatische Strahlung handelt, sondern stets um eine mehr oder weniger komplizierte Energieverteilung, so ist auch die Berechnung der wahren Intensitätsverteilung aus den gemessenen Interferenzkurven eine schwierige und mit den heutigen Mitteln nicht streng lösbare Aufgabe. Eine angenäherte Berechnung läßt sich mittels

eines von *M. Planck* angegebenen Rechenverfahrens ausführen. In Fig. 3 a und 4 a sind zwei Interferenzkurven für den Fall einer relativ einfachen und einer komplizierten Energieverteilung nach Messungen von *H. Rubens* wiedergegeben (Reststrahlen von Steinsalz ohne und mit Wasserdampf im Strahlengange). Fig. 3 b und 4 b geben die daraus berechneten Energieverteilungen.

2. Erzeugung langwelliger Spektralbereiche bestimmter Wellenlänge.

Zur Erzeugung langwelliger Spektralbereiche bestimmter Wellenlänge dienen ganz allgemein *selektive Eigenschaften* von Substanzen, und zwar selektive Dispersion und Absorption, Reflexion und Emission. Alle diese Methoden sind von *H. Rubens*, zum Teil mit seinen Mitarbeitern ausgebildet worden.

a) Die *selektive Dispersion und Absorption*, die bereits früher von *Rubens* und *Aschkinä* in Gestalt der sog. „Quarzprismenmethode“ zu dem angegebenen Zwecke benutzt worden ist, hat neuerdings eine wesentlich vervollkommnete Anwendung gefunden in der „Quarzlinsenmethode“ von *H. Rubens* und *R. Wood*. Der Brechungsexponent des Quarzes ist im langwelligeren Ultrarot größer (etwa gleich 2) als im kurzwelligen Ultrarot und im sichtbaren Spektrum (1,55 bis 1,43). Ferner liegt ein Gebiet starker Absorption des Quarzes zwischen $4,5 \mu$ und 70μ . In einer Strahlung, die ein optisches System aus Quarz von hinreichender Dicke passiert hat, fehlt demnach dieser Spektralbereich. Um nun auch noch den langwelligeren Teil ($\lambda > 70 \mu$) von dem kurzwelligen ($\lambda < 4,5 \mu$) zu trennen, dient die in Fig. 5

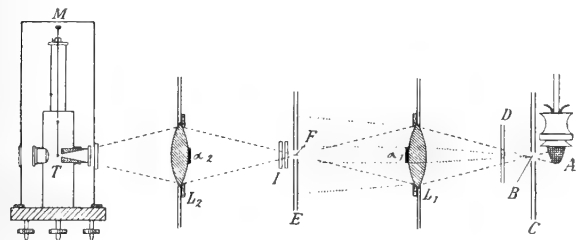


Fig. 5.

skizzierte Anordnung. Die von einem Auerbrenner *A* her durch die Blende *C* hindurchtretende langwellige Strahlung wird durch die Quarzlinse *L*₁ in der Blende *E* zu einem Brennpunkt *F* vereinigt, befindet sich also innerhalb des gestrichelten Kegels. Der kurzwellige Teil der Strahlung jedoch, soweit er überhaupt von der Linse hindurchgelassen wird, tritt wegen des kleineren Brechungsexponenten divergent aus der Linse aus (punktierte Kegel), wird also zum größten Teil von der Blende abgefangen. Der kleine Teil (innerer punktierte Kegel), der noch durch das Loch hindurchtreten könnte, wird

durch ein dünnes Blatt aus schwarzem Papier α_1 zurückgehalten, während die langen Wellen noch ziemlich ungehindert durch das Papier hindurchgehen. Hinter der Blende *E* wird die Strahlung durch Wiederholung des gleichen Prozesses noch einmal gründlich gereinigt und gelangt in einem Mikroradiometer zur Messung. Fig. 6 zeigt in

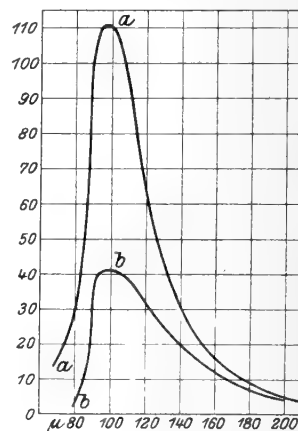


Fig. 6.

ganz roher Annäherung die Energieverteilung des auf diese Weise aus der Strahlung des Auerbrenners ausgesonderten Spektralgebietes bei verschiedenen Dicken der im Wege befindlichen Quarzschicht. Eine genaue Berechnung der Energieverteilung ist bei der Kompliziertheit der zugrunde liegenden Interferenzkurven unmöglich. Das Maximum liegt bei etwa 100μ .

Rubens und *Schwarzschild* haben versucht, mittels der Quarzlinsenmethode aus der Sonnenstrahlung sehr langwellige Spektralgebiete auszusondern. Falls die Sonne, wie zu vermuten, sich nicht allzusehr von dem „schwarzen Körper“ unterscheidet, wären noch deutlich meßbare Energiebeträge zwischen 300 und 600μ zu erwarten. Es hat sich jedoch in dem ganzen Gebiet, das die Quarzlinsenmethode umfaßt, keine Energie im Sonnenspektrum nachweisen lassen.

Dies ist zweifellos dadurch zu erklären, daß die Absorption des Wasserdampfes und der Kohlensäure der Atmosphäre diesem ganzen Spektralgebiet den Weg bis zur Erdoberfläche verwehrt.

Die Absorption des Quarzes kann übrigens nach *Rubens* zu einer rohen Schätzung der Wellenlänge langwelliger Strahlung dienen, da seine Durchlässigkeit mit steigender Wellenlänge stetig zunimmt.

b) Die *selektive Reflexion* ist bereits im Jahre 1897 von *H. Rubens* und *E. F. Nichols* in der bekannten „Reststrahlenmethode“ zur Aussonderung bestimmter langwelliger Spektralgebiete benutzt worden. Während lange Zeit die Reststrahlen des Sylvin mit $63,4 \mu$ die größte bekannte ultrarote Wellenlänge darstellten, ist heute

dieses Gebiet durch die Arbeiten von *H. Rubens* und verschiedenen Mitarbeitern bedeutend erweitert worden. An dem Prinzip der Methode — drei- bis vierfache Reflexion an ebenen Platten des betreffenden Materiales — ist nichts geändert worden. Bei Herstellung der Platten aus den neu untersuchten Materialien sind zum Teil bedeutende Schwierigkeiten zu überwinden gewesen. Interessant ist die Tatsache, daß eine gewisse Rauheit der Platten nicht nur kein Nachteil, sondern sogar ein Vorteil ist, indem eine optisch rauhe Platte kurzwellige Strahlung diffus reflektiert, hingegen für längere Wellen noch ein guter Spiegel sein kann¹⁾ und auf diese Weise noch besser die Aussonderung der langwelligen Strahlung bewirkt. In der folgenden Tabelle sind alle heute bekannten, brauchbaren Reststrahlen zusammengestellt. Die angegebene Wellenlänge bezieht sich auf das Intensitätsmaximum der Strahlung.

Tabelle der Reststrahlen.

CaCO ₃ , Kalkspat (ord. Strahl)	6,65 μ
(außerord. Strahl)	11,40
CaSO ₄ , Gips	8,678
SiO ₂ , Quarz	8,5; 9,0; 20,75
CaF ₂ , Flußspat	24—34
NaCl, Steinsalz	52,0
KCl, Sylvin.	63,4
AgCl,	81,5
KBr,	82,6
PbCl ₂ ,	91,0
TlCl,	91,5
KJ,	94,1
CaCO ₃ , Kalkspat	98,7
HgCl,	98,8
AgBr,	112,7
TlBr,	117,0
TlJ,	151,8

Sehr auffallend war, daß zunächst die meisten der aufgefundenen Reststrahlungen zwei Intensitätsmaxima zeigten, etwa wie in Fig 4 b. Untersuchungen von *H. Rubens* haben neuerdings ergeben, daß die Einschnitte zwischen den Maximis von Absorptionsstreifen des Wasserdampfs der Zimmerluft herrühren. Durch sorgfältige Trocknung des Strahlenganges, die aber nie völlig zu erreichen ist, können diese Einschnitte fast ganz beseitigt werden, wie dies Fig. 3 b zeigt. Es ist auf diese Weise gelungen, eine Reihe langwelliger Absorptionsstreifen des Wasserdampfes aufzufinden, die vermutlich im Sinne der Theorie von *Bjerrum* (s. o.) Rotationsfrequenzen zuzuschreiben sind.

Die Auffindung der Wellenlänge von Reststrahlen bestimmter Substanzen hat dadurch in letzter Zeit eine erhöhte Bedeutung gewonnen, daß diese Stellen maximalen Reflexionsvermögens den Eigenschwingungen in den Molekülen nahe

benachbart sind, deren Kenntnis wichtig ist für die modernen Theorien der spezifischen Wärmen, wie sie von *Madelung*, *Einstein*, *Nernst* und *Lindemann*, *Born* und *v. Kármán* und *Debye* aufgestellt worden sind¹⁾.

c) Eine langwellige *selektive Emission* schließlich ist von *H. Rubens* und *O. v. Baeyer* in der Strahlung der Quarzquecksilberlampe entdeckt worden. Sie erstreckt sich allerdings über einen ziemlich großen Spektralbereich, zeigt aber zwei ausgesprochene Maxima bei 218 μ und 343 μ . Die Energieverteilung dieser durch Quarzlinen (s. o.) isolierten Strahlung ist in Fig. 7 dargestellt. Es

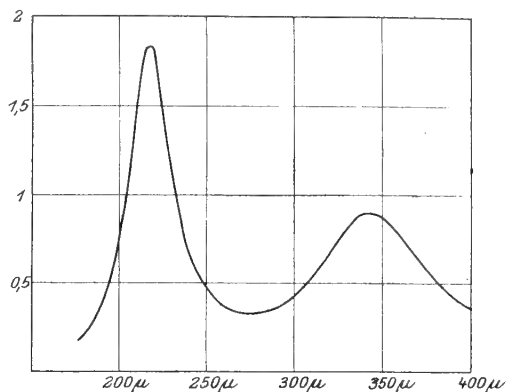


Fig. 7.

ist dies die langwelligste bisher bekannte ultrarote Strahlung. Sie ist von den kürzesten elektrischen Wellen (2 mm, *O. v. Baeyer*) nur noch etwa $2\frac{1}{2}$ Oktaven entfernt.

3. Analogien zwischen langwelliger ultraroter Strahlung und elektrischen Wellen.

Die Entdeckung der langwelligen Strahlung der Quarzquecksilberlampe bildet einen weiteren Schritt zur Erreichung des Zieles, den Anschluß zwischen dem optischen und dem auf rein elektrischem Wege erzeugten Spektrum (elektrische Wellen) zu finden, derart, daß eine Strahlung bestimmter Wellenlänge sowohl als Temperatur- oder Lumineszenzstrahlung, als auch auf rein elektrischem Wege hergestellt werde. In dem dann zu erwartenden identischen Verhalten der auf beiden Wegen gewonnenen Strahlungen wäre eine schöne Krönung und ein vor aller Augen liegender Beweis für die elektromagnetische Theorie des Lichtes zu sehen. Trotzdem dieser Schlußstein noch fehlt, gehört ja diese Theorie zum gesicherten Bestande der Physik. Die Beweise hierfür entstammen nicht zum geringsten Teil dem ultraroten Forschungsgebiet. Bereits länger bekannt ist, daß die von der Theorie für unendlich lange Wellen geforderte Beziehung: $n^2 = \epsilon$ (n = Brechungsindex, ϵ = statische Dielektrizitätskonstante) mit steigender ultraroter Wellenlänge im allgemeinen immer besser erfüllt ist.

¹⁾ S. diese Zeitschrift 1914, Heft 20, S. 499.

¹⁾ Vgl. *A. Reis*, diese Zeitschrift 1914, Heft 9.

Neuere Versuche von *H. du Bois* und *H. Rubens*, eine verbesserte und erweiterte Wiederholung ihrer älteren Arbeiten, haben die Zahl dieser Beweise vermehrt. Sie zeigen, daß lange ultrarote Wellen durch Metallgitter genau ebenso beeinflußt werden, wie elektrische Wellen unter analogen Verhältnissen. Diese Versuche bilden das vollständige Seitenstück zu den Arbeiten von *H. Hertz* über die Polarisierung elektrischer Wellen durch Drahtgitter. Es gelingt z. B., Wellen von 100 μ durch ein Gitter aus 50 μ voneinander entfernten feinen Drähten vollständig *linear* zu polarisieren, und zwar im gleichen Sinne, wie elektrische Wellen.

Dieselben Autoren zeigten, daß ein Auerstrumpf, der nur aus dünnen vertikalen Fäden besteht, partiell polarisierte langwellige Strahlung aussendet, entsprechend einem Überwiegen der in der Fadenrichtung liegenden Komponente des elektrischen Vektors.

Eine völlige Übereinstimmung mit der elektromagnetischen Theorie des Lichtes haben auch die neuesten Versuche von *E. Hagen* und *H. Rubens* über das Reflexions- und Emissionsvermögen der Metalle im langwelligen Ultrarot ergeben. Die Theorie fordert für lange Wellen die Gültigkeit der Beziehung

$$E = 100 - R = 36,5 \sqrt{\frac{W}{\lambda}} - 6,67 \frac{W}{\lambda} + \dots$$

(E = prozentisches Emissionsvermögen, bezogen auf den schwarzen Körper, R = prozentisches Reflexionsvermögen, W = spezifischer Widerstand, bezogen auf einen Draht von 1 m Länge und 1 qmm Querschnitt, λ = Wellenlänge). Kleine Glieder höherer Ordnung sind in der Gleichung fortgelassen. Die genannten Autoren zeigten, daß bei 8,8 μ die Abhängigkeit des Emissions- resp. Reflexionsvermögens der verschiedensten Metalle von der Temperatur zwar dem Temperaturkoeffizienten des Widerstandes entspricht, die Werte der Emissionsvermögen aber allgemein um etwa 20 % kleiner sind als obige Gleichung fordert, daß aber bei 26 μ auch die Absolutwerte der Emissions- und Reflexionsvermögen der Metalle zwischen 100° und 500° durch die Formel richtig wiedergegeben werden.

Im vorstehenden sind aus der reichen Fülle der in den letzten Jahren im Gebiet des ultraroten Spektrums geleisteten Arbeit die wichtigsten Resultate herausgegriffen worden. Es sei zum Schluß nur noch erwähnt, daß die neueste und zurzeit wohl zuverlässigste Bestimmung der meist mit c_2 bezeichneten Konstanten des *Planckschen Strahlungsgesetzes*, die kürzlich durch *E. Warburg* und seine Mitarbeiter ausgeführt worden ist, auf außerordentlich sorgfältigen Energiemessungen an Wellenlängen beruht, die zum größten Teil im kurzwelligen Ultrarot liegen.

Scientific Management.

Von Ingenieur Fritz Röll, Aue.

Unter dem Kennwort „Scientific Management“, verdeutscht: „wissenschaftliche Betriebsführung“ oder auch nach ihrem Erfinder *Fred. W. Taylor* kurz „Taylor-System“ genannt, ist von den Vereinigten Staaten von Amerika eine Bewegung zu uns herüber gekommen, die zunächst einen lebhaften Widerhall in den technisch-industriellen Kreisen fand, die aber außerdem berufen ist, das Interesse des Nationalökonomen ebenso wie dasjenige des Naturwissenschaftlers zu erwecken.

Der überaus staunenerregende Aufschwung der Technik ist nur in der ersten Zeit den empirischen Weg gegangen und würde nie die heutige Höhe erreicht haben, wenn nicht die wissenschaftliche Theorie, die sich bald der Praxis überlegen zeigte, sich führend an die Spitze aller technischen Forschungen und Arbeiten gestellt hätte. Die Technik entlieh ihre geistigen Werkzeuge den Rüstkammern der mathematischen, physikalischen und chemischen Wissenschaften, und so erst wurde sie befähigt, die Vollkommenheit zu erlangen, die wir heute in allen ihren Werken bewundern.

Bisher diente die wissenschaftliche Methode in der Technik lediglich dem einen Endzweck: der Konstruktion. Sei es, daß durch eingehende strenge Untersuchungen die für die Konstruktion günstigsten Bedingungen festgestellt wurden oder aber, daß durch Erforschung der in Frage kommenden und mitwirkenden Naturvorgänge für weitere konstruktive Tätigkeit eine sichere Grundlage geschaffen wurde, stets war die zu schaffende Konstruktion direkt oder indirekt das Ziel technisch-wissenschaftlichen Denkens.

Während auf diese Weise der konstruktiven und rechnenden Tätigkeit eine strenge Kontrolle entstand, blieb der Arbeitsvorgang des die Konstruktion ausführenden Arbeiters unbeobachtet. Durch die verschiedensten Lohnungsarten suchte man ihn zu veranlassen, ein Maximum an Arbeit bei kürzestem Zeitaufwand zu leisten, indessen das Wie? blieb ihm überlassen. Er benutzte die erlernten Arbeitsmethoden und wurde in ihrer Anwendung nicht gestört. Erst die preisdrückende Wirkung der Konkurrenz einerseits und die steigenden Löhne andererseits sowie die Erkenntnis, daß durch eine weitere Vervollkommenung der hochentwickelten Werkzeugmaschine nur noch schwer ein ausschlaggebender Vorsprung zu erreichen ist, wurden die Veranlassung, dem bisher vernachlässigten Studium der menschlichen Arbeitsleistung, soweit sie bei dem im Dienste der Technik tätigen Arbeiter in Frage kommt, näher zu treten. Der Arbeiter selbst und die von ihm betriebene Arbeitstätigkeit mußten bis zum kleinsten Bruchteil dieser Arbeit Objekte strengster wissenschaftlicher Untersuchungen werden.

Der erste, der diesen Weg erfolgreich beschritt, war der Amerikaner *Fred. W. Taylor*, der Erfinder des Schnelldrehstahles.

Schon vor *Taylor* waren Untersuchungen angestellt worden, um einen Maßstab für die menschliche Arbeitsleistung zu finden. Es war der Energieaufwand festgestellt worden, den ein Arbeiter beim Drehen einer Kurbel, beim Heben einer Last oder beim belasteten Gehen zu leisten hat. Indessen, so wertvoll diese Untersuchungen für die physiologische Forschung sind, für das in Frage stehende Forschungsgebiet erwiesen sie sich als unzulänglich.

Taylor begann seinen eigenen Weg zu gehen. Als Objekt diente ihm ein kräftiger Arbeiter, der bei der Bethlehem Steel Co. Roheisenbarren zu verladen hatte. Dieser Mann verlor vor Beginn der Studien $12\frac{1}{2}$ t Eisen im Tag, eine Menge, die der durchschnittlichen Leistung der mit ihm beschäftigten Arbeiter entsprach. *Taylor* begann den Arbeitsvorgang von dem Augenblick, in dem der Arbeiter sich niederbeugte, um den Barren zu erfassen, bis zu jenem, in dem das Eisenstück seinen Platz im Wagen gefunden hatte und der Arbeiter zu seiner Anfangsstellung zurückgekehrt war, mit Hilfe der Stopp- oder Stechuhr in seine Zeit- und Bewegungselemente zu zerlegen. So gewann er die „Zeitstudie“, die die Grundlage für die weitere Untersuchung abgab. Die Elemente dieser Zeitstudie wurden nun auf ihren Wirkungsgrad einzeln geprüft, d. h. es wurde jeder überflüssigen Bewegung einerseits und jeder Kraftvergeudung, so klein und unerheblich sie auch scheinen mochte, anderseits, nachgespürt, sie wurden aus der Registrierung der Zeitstudie gestrichen und die so gefundenen, durch einen denkbar günstigsten Wirkungsgrad gekennzeichneten Arbeits- und Bewegungselemente wurden wieder zu einer Gesamt-Arbeitsleistung zusammengestellt, die nun ihrerseits den höchst erreichbaren Gesamtwirkungsgrad besaß. In derselben sinngemäßen Weise, wie Bewegung und Kraftaufwand, wurden die Ruhepausen verteilt, um eine Erschlaffung des Arbeitenden zu vermeiden.

Bis hierher war der Untersuchende lediglich auf seinen Scharfsinn und die Exaktheit seiner Methode angewiesen. Nun begann der weit schwerere Teil seiner Arbeit: es galt, den Arbeiter anzuleiten, daß er seinen Arbeitsvorgang auch streng nach dem derart vorgedachten Arbeitsplan durchführt. Die zu überwindenden Schwierigkeiten sind begründet einerseits durch mangelnde Einsicht des Arbeiters, anderseits durch ein gewisses Beharrungsvermögen, hervorgerufen durch die dauernde Gewöhnung an eine falsche, unrationelle Arbeitsweise. Indessen wurde das Ziel erreicht, und es gelang, nach vorausgegangener Auslese, eine größere Anzahl Arbeiter in der gewünschten Weise auszubilden. Und der Erfolg? Dieselben Arbeiter, deren Höchstleistung bisher ca. $12\frac{1}{2}$ t am Tage war, verluden nunmehr ca. 47 t am Tage, ohne daß eine größere Ermüdung als

früher festgestellt werden konnte. Ihr Tageslohn erhöhte sich daraufhin von 1,15 Dollar auf 1,85 Dollar. Sie erzielten also eine dauernde Lohnerhöhung von 60 % und hatten dabei nichts weiter zu tun, als sich ein für allemal an die neue Arbeitsmethode zu gewöhnen. Die Energieabgabe des Mannes war indessen nicht vergrößert worden, es war lediglich jener Teil der Kraftentäußerung, der nutzlos geschah, in einen produktiven übergeleitet worden.

Bei allen jenen größeren Arbeiten, wie beim Verladen von Gütern oder beim Aufführen einer Mauer, bei denen also die einzelnen Bewegungs- und Arbeitselemente noch mit Hilfe der menschlichen Sinne voneinander getrennt werden können, genügt die Stoppuhr, um die „Zeitstudie“ aufstellen zu können. Anders verhält es sich bei jenen Arbeiten, bei denen die Bewegungsfolge eine raschere ist, die einzelnen Bewegungen schneller ineinander übergehen, und der erforderliche Kraftaufwand nicht mehr mit Hilfe der Wage bestimmbar ist. Z. B. beim Befeilen eines Eisenstückes. Hier finden mehr oder weniger komplizierte Meßinstrumente, die eigens dem jeweiligen Arbeitsvorgang entsprechend konstruiert sind, Anwendung. Um die Verteilung der Kraft bei der Tätigkeit des Feilens zergliedern, feststellen und registrieren zu können, bekommt der Arbeiter eine Feile in die Hand, die am vorderen und hinteren Ende, da, wo die Hände des Arbeiters anfassen, eine Auflage besitzt, unter der je ein Gummiball untergebracht ist. Diese Bälle sind durch Gummischläuche mit Schreibapparaten verbunden, die auf die Trommel eines selbsttätig bewegten Registrierapparates schreiben. Während des Feilstriches ändert sich der Druck, mit dem die Hände des Arbeiters am vorderen und hinteren Ende der Feile aufliegen, hierdurch wird ein mehr oder weniger starkes Zusammendrücken der beiden Gummibälle bewirkt, und die Druckschwankungen finden ihren Ausdruck in der Kurve, die der Schreibapparat auf der selbsttätig rotierenden Trommel aufzeichnet. Auch die Länge der einzelnen Feilstriche wird gemessen und registriert. Dies wird erreicht durch eine Schnur, die nach dem dem Schraubstock entgegengesetzten Ende der Feilbank verläuft, dort über eine Rolle geleitet wird und an ihrem Ende ein Gewicht trägt, das beim Feilen auf und nieder bewegt wird. Mit Hilfe dieser Anordnung wird die Länge des Feilstriches und weiterhin der hierbei überwundene Druck aufgezeichnet. Um nun endlich die so gefundenen Bewegungs- und Kraftdiagramme mit der Zeiteinheit in Beziehung zu bringen, ist ein Metronom aufgestellt, dessen Schläge durch Schnur und Hebel ebenfalls auf der Trommel registriert werden.

Man erhält auf diese Weise auf der Registrier-trommel 7 Kurven: 1. die registrierten Schläge des Metronoms, 2. und 3. die Wagerecht- und Senkrechtkomponente der Druckentfaltung der

linken Hand, 4. und 5. dieselben der rechten Hand, 6. die Druckschwankungen auf den Schraubstock und 7. die Längsbewegungen der Feile. Der immerhin komplizierte Vorgang des Feilens ist somit nach allen praktisch interessierenden Richtungen hin zerlegt, jede einzelne mitwirkende Komponente ist in ihrem Verlauf genau übersichtlich registriert, und die gewonnenen Diagramme ermöglichen ein eingehendes Studium und strengste Kritik. Zugleich ist ein Maßstab gefunden, um genau und einwandfrei die Leistungsfähigkeit des einzelnen Arbeiters feststellen und ihn auf Grund dieser Feststellung gerecht entlohnen zu können, da nunmehr der tatsächlich aufgebrauchte Energieaufwand in zuverlässigster Weise kontrolliert werden kann.

Handelt es sich um Arbeitsleistungen, bei denen der Kraftaufwand gegenüber der manuellen Fertigkeit bedeutungslos ist, z. B. beim Drehen von Zigaretten, beim Einwickeln von Farbstücken usw., so wird man sich mit großem Vorteil der kinematographischen Methode bedienen. Der Arbeitsvorgang wird mit Hilfe eines Kinematographen aufgenommen, der je nach der Schnelligkeit, mit der die Hände des Arbeitenden sich zu bewegen haben, eine größere oder kleinere Anzahl Bilder in der Zeiteinheit herstellt. Die derart gewonnenen Bilder werden zusammengestellt, und die Gesamtaufnahme gestattet dann, die kleinsten Ungeschicklichkeiten im Arbeitsvorgang aufzufinden.

Welche Methode nun auch zur Gewinnung der Zeitstudie angewendet werden mag, der Erfolg ist stets ein verblüffender gewesen. *Gilbreth*, ein Freund *Taylors*, beobachtete auf der englisch-japanischen Ausstellung in London eine kleine Japanerin, die in einem Zeitraum von 40 Sekunden 24 Streichholzschachteln mit Firmenzetteln beklebte. Nachdem er die Zeitstudie aufgestellt und den Arbeitsvorgang analysiert hatte, leitete er das Mädchen an, nach dem von ihm korrigierten Bewegungsplan zu arbeiten. Der Erfolg war, daß das Mädchen, welches vorher zu 24 Schachteln 40 Sekunden benötigt hatte, nunmehr dauernd 20 Sekunden zu derselben Anzahl Schachteln gebrauchte.

Wir sehen also, daß es sich bei dem wissenschaftlichen Teil des in Frage stehenden *Taylor*-Systems darum handelt, zunächst jeden Teil der Arbeit vor seiner Ausführung zu analysieren, sodann zu bestimmen, wie er mit einem Mindestmaß von Bewegung, Kraft und Zeitbeanspruchung ausgeführt werden kann und endlich den Arbeiter anzuleiten, die Arbeit in der Weise auszuführen, wie sie als wirksamste ausfindig gemacht worden ist.

Daß dieses System, welches am besten zu kennzeichnen ist als „die Geistesrichtung, welche bewußtseinsmäßig die Übertragung der Geschicklichkeit auf alle Tätigkeiten der Industrie erstrebt“, sich weiter auf die Leitung der Betriebe ausdehnt und auf die in ihnen am zweckmäßig-

sten vorzunehmenden Arbeitsteilungen, daß es weiterhin mit Erfolg herangezogen werden kann, um unter den Arbeitern jene herauszulesen, die für eine bestimmte Arbeit die beste Eignung besitzen, das alles interessiert hier nicht. Es kam hier lediglich darauf an, festzustellen, inwieweit das neue *Taylor*-system als wissenschaftliche Methode angesprochen werden kann.

Um indessen noch kurz die Bedeutung dieser neuen Bewegung zu charakterisieren, sei darauf hingewiesen, daß in den Vereinigten Staaten bereits eine Reihe großer und einflußreicher Unternehmungen nach dem *Taylor*-system organisiert sind und daß die Auergesellschaft in Berlin, wie verlautet, den Mitarbeiter *Taylors*, *Gilbreth*, unter Beihilfe von mehreren Assistenten das *Taylor*-system in ihren Werken einführen läßt, und ferner, daß die optische Werkstätte Carl Zeiß in Jena ihr Interesse dem *Taylor*-system zuwendet.

Die Chronologie des Zelltodes bei Warmblütern.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Wenn eine berühmte Persönlichkeit stirbt, so lesen wir in der Zeitung die Zeit des Todes nicht, wie bei gewöhnlichen Sterblichen, auf halbe oder viertel Stunden genau, sondern wir bekommen die Nachricht, der Tod sei um soundsoviel Uhr und soundsoviel Minuten eingetreten, und gewinnen daraus, wie aus dem täglichen Sprachgebrauch, der von dem „Moment des Todes“ spricht, den Eindruck, als handele es sich um ein Ereignis, das zeitlich ganz scharf zu begrenzen sei. Nachdem wir uns gewöhnt haben, alle Lebenserscheinungen zellulärphysiologisch zu betrachten, müssen wir auch die Frage, wann der Tod eines Menschen eintritt, von diesem Gesichtspunkte aus behandeln und die Frage stellen: Wann sterben die einzelnen Zellarten, aus denen sich der Körper eines vielzelligen Organismus, speziell der menschliche Körper, aufbaut?

Der Zustand, welcher mit dem landläufigen Begriffe „Tod“ bezeichnet wird, besteht in dem dauernden Stillstand der Atmung, d. h. in dem Erlöschen der Funktion der nervösen Zentralapparate im verlängerten Mark (Kopfmark), welche die geordnete Innervation der Atemmuskeln besorgen. Haben diese Zentren auf längere Zeit ihre Tätigkeit eingestellt, so sind infolge ungenügender Versorgung mit Sauerstoff auch die Nervenzellen des Großhirns dauernd geschädigt und können nicht mehr zu neuer Tätigkeit erweckt werden.

Das ist der Zustand des „Todes“, wie wir ihn im täglichen Leben verstehen, dessen Eintritt der Arzt konstatiert und bescheinigt, der Zustand, in dem die Rechtsfähigkeit der Person aufhört: wir haben hier den sozialen Begriff des Todes umgrenzt.

Aber selbst dieser Begriff, der sich nur auf das Absterben einer kleinen Gruppe von Ganglienzellen bezieht, läßt sich nicht immer so umgrenzen, daß wir auf die Minute genau sagen können, wann der Tod eingetreten ist. Bei einem Ertrunkenen werden z. B. eine Viertelstunde, nachdem er aus dem Wasser gezogen ist, durch Herzmassage und künstliche Atmung Wiederbelebungsversuche gemacht, die sich nach ein bis zwei Stunden als erfolglos erweisen: wann ist der Mensch gestorben? Schon im Wasser? Oder während der Viertelstunde, während deren ärztliche Hilfe fehlte? Vielleicht wäre er während der ersten Minuten dieses Zeitabschnittes durch sofort eingeleitete künstliche Atmung noch zu retten gewesen. Oder starb er erst während der Wiederbelebungsversuche? Bei den Schwierigkeiten, die es generell hat, den lebenden Zustand gegenüber dem Tode abzugrenzen, wollen wir diese Frage nicht weiter erörtern, sondern vielmehr die andere, physiologisch interessantere, in welchem Zustande sich die übrigen Gewebe des Körpers befinden in dem Augenblick, in dem die Atmung dauernd zum Stillstand gekommen, in dem also nach dem Sprachgebrauch der „Tod“ und nach physiologischer Definition der Tod des Atemzentrums eingetreten ist.

Den geeignetsten Fall für die Diskussion dieser Frage haben wir, wenn ein Mensch oder Tier plötzlich getötet wird.

Bei der Hinrichtung durch Hand- oder Fallbeil läßt sich der Augenblick, in dem der Kopf und mit ihm das Kopfmak abgetrennt wird, auf die Sekunde genau bestimmen, und es ist dann möglich, durch Versuche ein Bild von dem Verhalten der Gewebe zu gewinnen, die nach dem „Tode“ untersucht werden, über dessen Augenblick im sozialen Sinne hier ja kein Zweifel walten kann.

Wird wenige Minuten nach der Enthauptung die Sektion ausgeführt, so sind noch eine Menge Symptome des Lebens der Gewebe unmittelbar wahrzunehmen: Jeder Schnitt in die Muskeln läßt deren Fasern zusammenzucken, nach Eröffnung der Bauchhöhle sieht man die Därme in lebhafter peristaltischer Bewegung durcheinanderkriechen, und wenn der Herzbeutel eröffnet wird, zeigt das Herz entweder sogleich rhythmische Pulsationen, oder diese beginnen doch kurz nachdem der Sauerstoff der Luft Zutritt zu dem Organ gewonnen hat, von neuem, um — ohne irgendwelche experimentelle Unterstützung — noch minutenlang, eine Viertelstunde lang fortzudauern. Sind die spontanen Bewegungen erloschen, so genügt ein Stich mit einer Nadel, um eine Herzkontraktion oder eventuell sogar eine Reihe solcher auszulösen. Reizung der Nerven hat noch zwei bis vier Stunden lang Zuckung der zugehörigen Muskeln zur Folge, kurz, die Mehrzahl der Gewebe „lebt“. Ja, an dem Kopf, dessen Fallen für uns den Moment des Todes bedeutet, sind manchmal noch Lebenszeichen zu beobachten.

In einem Falle, in dem die Abtrennung vom Rumpf zwischen dem vierten und fünften Halswirbel erfolgt war, konnten am Kopf noch 1½ Minuten lang Atembewegungen beobachtet werden, wie sie bei starker Atemnot vorkommen (dyspnoische Atembewegungen)¹⁾.

Solange wir die Erscheinungen der *Reizbarkeit* an den Geweben eines „getöteten“ Tieres oder Menschen konstatieren können, sei es durch Bewegungen, die sie ausführen, sei es durch die Elektrizitätsproduktion, die als Aktionsstrom beobachtet wird, so lange werden wir diese Gewebe als *lebend* bezeichnen müssen, und wir sprechen dann von „überlebenden Geweben“, da sie den Tod des Individuums überlebt haben.

Am auffälligsten ist die Erscheinung des „Überlebens“ bei den Organen, welche *spontane Bewegungen* ausführen, da ja, alter Gewohnheit entsprechend, die Fähigkeit zu solchen Bewegungen als kardinale Kennzeichen des Lebens betrachtet wird. Besonders die Bewegungen des Herzens werden gerne als Ausdruck des Lebens des ganzen Individuums angesehen, so daß es vielen — und nicht nur Laien — schwer fällt, zu glauben, ein Mensch, dessen Herz noch schlägt, sei wirklich (im sozialen Sinne) tot.

Daß gerade das Herz ein recht lebenszähes Organ ist, haben Untersuchungen verschiedener Autoren in den letzten Jahren zu allgemeiner Überraschung gezeigt.

Am Kaninchenherzen konnten *Kubialko*²⁾ sowie *Locke* und *Rosenhein*³⁾ noch zwei, ja sogar vier Tage nach dem Tode, mochte derselbe auf natürliche Weise eingetreten oder das Tier getötet sein, bei Durchspülung mit Ringerscher Salzlösung noch deutliche rhythmische Pulsationen erhalten.

In einem extremen Falle ist es *Kubialko*⁴⁾ sogar gelungen, bei Aufbewahrung im Eiskeller noch 112 Stunden nach dem Tode an einem Kaninchenherzen Pulsationen zu erhalten, ja noch am *siebenten* Tage nach dem Tode die Erscheinungen des „Wühlens und Wogens“, wie sie als letzte Äußerungen der Lebenstätigkeit des Herzens bekannt sind, bei Durchspülung mit Ringerscher Lösung hervorzurufen. Auffallend ist hierbei sowohl die lange Erhaltung der Lebensfähigkeit, als auch der Umstand, daß gerade die Aufbewahrung im Eisschrank oder -keller besonders günstig für das Überleben bzw. die Erhaltung der Lebensfähigkeit bei Organen warmblütiger Tiere ist, wie alle Untersuchungen gelehrt haben.

Über ein so langes Überleben, wie es hier vom Kaninchenherzen beobachtet ist, ist nun freilich

¹⁾ *Gad*, zitiert nach *Bunge*, Lehrbuch der Physiologie des Menschen Bd. 1, 2. Aufl. (1905), S. 412.

²⁾ *Kubialko*, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 16 (1902), S. 330.

³⁾ *Locke* und *Rosenhein*, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 19 (1905), S. 737—739.

⁴⁾ *Kubialko*, Weitere Studien über die Wiederbelebung des Herzens. Pflügers Arch. Bd. 97 (1903), S. 539—566.

bisher beim Menschen nichts bekannt, aber auch die hierüber vorliegenden Daten sind erstaunlich genug. *Kubialko*¹⁾ gelang es bei einer Reihe menschlicher Herzen, Pulsationen der Vorhöfe und Herzohren zu erzielen, indem er sie mit Ringerscher Lösung durchströmte, und zwar gelang der Versuch bis zu 30 Stunden nach dem Tode. Es wurden dabei Leichen von Personen verwandt, die im Krankenhaus gestorben waren. Besonders bei Kinderleichen gelang die Wiederbelebung häufig. Unter zehn Fällen konnten achtmal nach 20 bis 30 Stunden die Herzen bei Speisung mit Lockescher Lösung, die außer den Salzen auch Zucker enthält, zur Tätigkeit gebracht werden.

Als Zellarten, die spontane Bewegungen ausführen, wären außer dem Herzmuskel noch die Flimmerzellen einschließlich der Spermatozoen und die Leukocyten zu nennen. In Bestätigung und Erweiterung einer ganzen Anzahl älterer Angaben, fand *Busse*²⁾ eine sehr weitgehende Fähigkeit der Flimmerzellen, ihre rhythmischen spontanen Bewegungen getrennt vom menschlichen Körper auszuführen. An der Schleimhaut von Polypen aus der respiratorischen Region der Nase konnte — die Aufbewahrung fand bei 4—6° C. statt — 12, 14, ja in einem Falle 18 Tage nach der Operation eine mehr oder weniger große Anzahl von Flimmerzellen in Tätigkeit angetroffen werden. Diese Daten stimmen gut zu den älteren Beobachtungen, daß sich im Uterus verschiedener Säugetiere die Flimmerbewegung ebenfalls sehr lange hält, nämlich beim Schaf 7 Tage lang, beim Rind 10, beim Schwein 11 und beim Pferde 17 Tage lang.

Auch an Spermatozoen ist 8—11 Tage nach der Entleerung noch Geißelbewegung zu beobachten, wenn sie bei niedriger Temperatur aufbewahrt werden.

Nach *Tirelli*³⁾ bewahrt das Flimmerepithel aus der Luftröhre seine Bewegungstätigkeit bei 15° C. 6—8 Tage lang.

Nicht viel kürzer als die Flimmerzellen, vermögen die weißen Blutkörperchen außerhalb des Körpers zu leben und amöboide Bewegungen auszuführen. Bringt man einen kleinen Blutropfen flach ausgebreitet unter ein gewöhnliches Deckglas, so stellen die weißen Blutkörperchen allerdings sehr bald ihre Bewegungen ein und zerfallen. Dies Absterben ist aber nicht der Ausdruck einer Unfähigkeit, außerhalb des Körpers zu leben, sondern kommt durch die schädigende Wirkung jener Spuren von Silikaten zustande, die sich aus dem Glase des Objektträgers und Deckglases

lösen. Verwendet man als Material für Objektträger und Deckglas statt Glas Bergkristall (Quarz), so fällt diese Schädigung fort, und jetzt ist es möglich, die weißen Blutkörperchen lange am Leben zu erhalten. Die Leukocyten im engeren Sinne teilen sich innerhalb der ersten Stunden, zeigen aber, wenn man sie dauernd bei Körpertemperatur hält, schon nach 8 Stunden Zerfallserscheinungen. Werden die Präparate dagegen nach erfolgter Teilung auf Zimmertemperatur abgekühlt, so kann man noch nach 36 Stunden gut erhaltene bewegliche Exemplare sehen. Die kleinen Lymphocyten zeigen im Präparat lebhaft amöboide Bewegungen, und noch nach nicht weniger als zehn Tagen kann man Lymphocyten finden, die zwar bei Zimmertemperatur bewegungslos sind, bei Erwärmung auf 30—37° aber sofort zu kriechen beginnen¹⁾.

Bei allen übrigen Zellarten des Körpers fehlt die Fähigkeit, rasch ablaufende spontane Bewegungen auszuführen, während noch einer Reihe von Ganglienzellen die Fähigkeit zukommt, spontan *Impulse* an die Muskeln auszusenden, die mit ihnen verbunden sind, so daß diese Muskeln, z. B. die glatten Darmmuskeln, scheinbar spontan, Bewegungen machen, die aber aufhören, sobald die Muskeln von ihren nervösen Zentren getrennt sind. Die Fortdauer der Darmperistaltik zeigt uns also die Erhaltung der spontanen Fähigkeiten der Ganglienzellen, die in der Darmwand liegen. *Magnus*²⁾ konnte seine Versuche am überlebenden Darm der Katze, der in körperwarmer Ringerscher Lösung lag, die mit Sauerstoff gesättigt war, 7½ Stunden ausdehnen und glaubt damit noch durchaus nicht die zeitliche Grenze solcher Versuche erreicht zu haben.

Der Überlebensdauer des Herzens ist im allgemeinen viel mehr Aufmerksamkeit geschenkt worden, als der der übrigen Muskeln, doch läßt sich auch über sie einiges angeben.

*Mangold*³⁾ fand die Skelettmuskeln verschiedener Säugetiere (Kaninchen, Hund, Meerschweinchen, Maus, Ratte, Maulwurf) meist bis zu 24 Stunden nach der Entnahme aus dem Körper der Tiere erregbar, wenn er sie bei 10—14° C. in 0,6—0,8prozentiger Kochsalzlösung aufbewahrte. Seine Angabe, daß die Muskeln, die schon totenstarr gewesen sind, nach der Lösung der Starre ihre Erregbarkeit wiedergewinnen können, ist allerdings vielleicht so zu erklären, daß nur bestimmte Teile des Muskels starr gewesen sind und nach der Lösung der Starre die erhaltene Erregbarkeit der gar nicht starr gewordenen Fasern wieder erkennbar wurde. Da die Skelettmuskeln

¹⁾ *Kubialko*, Zentralbl. f. Physiol. Bd. 16 (1902), S. 330. — Derselbe, Weitere Studien über die Wiederbelebung des Herzens. Pflügers Arch. Bd. 97 (1903), S. 539—566.

²⁾ *Busse*, Über das Fortleben losgetrennter Gewebs-teile. Virchows Arch. Bd. 149 (1897), S. 1—11.

³⁾ *Tirelli*, La vita residua del protoplasma. Giornale di Medicina legale A. IV Fasc. III; zitiert nach Morpurgo.

¹⁾ *H. Deetjen*, Teilungen der Leukocyten des Menschen außerhalb des Körpers. Bewegung der Lymphocyten. Arch. f. Physiol. 1906, S. 401—412.

²⁾ *R. Magnus*, Versuche am überlebenden Dünndarm von Säugetieren. Pflügers Arch. Bd. 102 (1904), S. 123—151.

³⁾ *Ernst Mangold*, Zur „postmortalen“ Erregbarkeit quergestreifter Warmblütermuskeln. Zentralbl. f. Physiol. Bd. 16 (1902), S. 89—90.

der Säugetiere aus zwei Faserarten, roten und blassen Fasern, bestehen, liegt diese Deutung des Befundes sehr nahe. Gelegentlich erhielt sich die Erregbarkeit 30, ja 55 Stunden lang, und es ist anzunehmen, daß die Lebensgrenze noch weiter wird herausgerückt werden können, wenn zur Aufbewahrung der Muskeln statt der nicht indifferenten Kochsalzlösung eine sogen. „ausgeglichene“ Salzlösung, z. B. Ringersche Lösung, verwendet und die Muskel bei tieferen Temperaturen gehalten werden.

Die einzelnen Elemente des Nervensystems bleiben sehr verschieden lange nach dem Tode am Leben, am raschesten sterben im allgemeinen die Ganglienzellen, es folgen die Nervenendorgane und am längsten überleben die peripheren Nerven.

Über die Wiederbelebung nervöser Zentren liegen für Warmblüter ziemlich spärliche Daten vor.

Selbst bei Fischen (*Petromyzon fluviatilis*, *Accipenser ruthenus*, *Perca* und *Carassius*) konnte *Kubialko*¹⁾ nur 2—3 Stunden, nachdem die Tiere decapitiert waren, bei Durchströmung mit Ringerscher Lösung noch rhythmische Atembewegungen auslösen, die erkennen ließen, daß die Atemzentren noch am Leben waren. Bei Warmblütern sind die Zentren, welche in dem verlängerten Mark liegen, gegen jede Unterbrechung der normalen Zirkulation ganz außerordentlich empfindlich. Von einem Weiterleben des isolierten Kopfmarks oder Gehirns kann vorläufig kaum die Rede sein. Wie rasch die Fähigkeit, die Impulse für spontane Bewegungen auszusenden, erlischt, zeigen die Versuche von *Stewart* und *Pike*²⁾. In denselben wurden die *Arteriae subclaviae* zentral vom Abgang der *Arteria vertebralis* für verschieden lange Zeit unterbunden, so daß damit jeder Blutkreislauf im Gehirn aufhörte. Nach diesem Eingriff dauerten die spontanen Atembewegungen nur 10 Sekunden bis 2 Minuten fort, es folgte dann ein Atemstillstand von 0,5 bis 3 Minuten, worauf die bekannten „terminalen Atemzüge“ einsetzten, jene schnappenden Atembewegungen, die typisch für das Erlöschen der Funktionen des Atemzentrums sind. 6—8 Minuten nach der Ausschaltung des Gehirnkreislaufs hörten auch diese Bewegungen auf. Eine Wiederherstellung des Kreislaufes hat jetzt nicht mehr mit Sicherheit eine Wiederkehr der Atembewegungen zur Folge, die zuweilen wohl selbst nach 17 bis 18,5 Minuten während Unterbrechung des Kreislaufes zu erzielen ist, zuweilen aber schon nach Unterbrechungen von 7—10 Minuten ausbleibt. Zu ähnlichen Zahlen führen die Ver-

suche, die *Schwarz*³⁾ über die Wiederbelebung durch Herzmassage nach tödlicher Chloroformvergiftung anstellte. Auch hier gelang es nur dann, eine Restitution der Atembewegungen zu erzielen, wenn die Wiederbelebungsversuche nicht später als etwa 15 Minuten nach erfolgtem Herzstillstand begannen.

Eine Reizung der Vaguszentren im verlängerten Mark ist schon zu einer Zeit unwirksam, in der die terminalen Atembewegungen noch die Funktionsfähigkeit des Atemzentrums bekunden.

Wie empfindlich die höheren nervösen Mechanismen sind, mag auch die Beobachtung zeigen, daß bei Durchspülung des Gehirns mit defibriertem Blut — eine Behandlung, bei der die Muskeln 20 Stunden lang erregbar bleiben — die willkürlichen Erregungen nach 19 Minuten, der Hornhautreflex nach 26 Minuten, die Atembewegungen nach 30 Minuten erlöschen.

Für die Frage, wie lange die Nervenendigungen im Herzen überleben, können die Angaben *Herings*²⁾ verwendet werden, der am Affenherzen 6 Stunden nach dem Tode noch die Reizung des Vagus wirksam fand und noch nach 54 Stunden die Wirkung des Nervus accelerans beobachten konnte. Über die Zeit des Absterbens der Nervenendorgane im quergestreiften Muskel liegen keine genaueren Beobachtungen vor.

Die peripheren Nerven zeigen noch recht lange nach dem Tode Erregbarkeit und Leitfähigkeit, was an den Aktionsströmen zu erkennen ist, die man von ihnen ableiten kann.

Ganz außerordentlich empfindlich gegen die Abtrennung vom Körper, gegen die Unterbrechung der normalen Zirkulation ist die Niere, ja, sie dürfte mit den höchsten Nervenzentren zusammen die häufigsten Zellarten im ganzen Säugetierkörper enthalten.

Zahlenmäßige Angaben über die Fortdauer normaler Lebenstätigkeit nach Entfernung aus dem Körper können wir eigentlich für die Niere gar nicht machen.

Selbst wenn sofort nach der Entnahme aus dem Körper defibriertes Blut durch das Organ geleitet wird, ist das Sekret, das erhalten wird, abnorm, reagiert alkalisch und enthält Eiweiß. Will man einzelne Leistungen zur Entscheidung der Frage verwenden, ob eine isolierte Niere lebt oder tot ist, so scheint es freilich, als könne auch sie noch einige Zeit außerhalb des Körpers leben, denn aus den Versuchen von *Pfaff* und *Tyrode*³⁾ ist zu ersehen, daß sie 2—3 Stunden nach der Isolierung noch ein Sekret liefert, das 0,7 bis 0,8 % Harnstoff enthält, das aber noch deutlich

¹⁾ *Kubialko*, Quelques expériences sur la survie prolongée de la tête isolée des poissons. Arch. internat. de Physiol. Bd. 4 (1907), S. 437.

²⁾ *Stewart* und *Pike*, Resuscitation of the respiratory and other bulbar nervous mechanisms. Americ. Journ. of Physiol. Bd. 19 (1907), S. 328—359.

³⁾ *Carl Schwarz*, Einige Beobachtungen über Herzmassage. Zieglers Beiträge z. pathol. Anat. Bd. 34 (1903), S. 532—539.

²⁾ *H. E. Hering*, Pflüg. Arch. Bd. 99 (1903), S. 245.

³⁾ *Pfaff* und *Tyrode*, Über Durchblutung isolierter Nieren und den Einfluß defibrierten Blutes auf die Sekretion der Nieren. Arch. f. experim. Pathol. und Pharmakolog. Bd. 49 (1903), S. 324—341.

die normale Fähigkeit der Niere zeigt, diesen Stoff in viel höherer Konzentration auszuschcheiden, als er in dem vorüberströmenden Blut enthalten ist, aber diese Leistung allein berechtigt kaum dazu, das Organ noch als „lebend“ anzusprechen, ebenso wenig wie etwa die Beobachtung, daß die Niere noch 48 Stunden nach der Trennung vom Körper imstande ist, die Synthese von Hippursäure aus Benzoesäure und Glykokoll zu vollziehen. Ähnliche Schwierigkeiten stehen der Entscheidung der Frage entgegen, wie lange die größte Drüse des Körpers, die Leber, außerhalb des Organismus zu leben vermag. Die zahlreichen Versuche mit „überlebenden“, künstlich mit Blut durchströmten Lebern, an denen die Fähigkeit der Harnstoffsynthese, der Glykogenbildung und mancher anderen Synthesen studiert wurden, sind stets nur über wenige Stunden ausgedehnt worden.

Solange eine Zelle ein *normales* Sekret liefert, müssen wir sie als „lebend“ betrachten. Sekrete werden nun nicht nur von Drüsenzellen geliefert, sondern auch andere Gewebe haben diese Fähigkeit. Allerdings handelt es sich dabei nicht um flüssige Sekrete, sondern um feste, um sogenannte „geformte Sekrete“ (*Biedermann*). Als geformte Sekrete können wir die Haare und Nägel sowie Knorpel und Knochensubstanz bezeichnen, und die Fähigkeit der Bildung solcher Sekrete hat *Morpurgo*¹⁾ benutzt, um die Überlebensdauer der Zellen, der Knochenhaut, des Periostes, nachzuweisen, dessen typische Funktion die Bildung von Knochensubstanz ist. In Versuchen, bei denen Perioststücke vom Huhn bei 3 bis 6° C. aufgehoben und dann in den Hahnenkamm oder Hahnenbart desselben oder eines ähnlichen Tieres implantiert wurden, blieb die Fähigkeit, Knochensubstanz zu bilden, bis zu 192 Stunden, d. h. acht Tage lang, erhalten, bei 40–41° C. war sie dagegen schon nach 100 Stunden, also nach etwa vier Tagen, erloschen.

An Säugetieren hat *Grohé*²⁾ die entsprechenden Untersuchungen gemacht und konnte beim Kaninchen noch reichliche Knorpel- und Knochenbildung erhalten, wenn er erst 100 Stunden, nachdem die Tiere getötet waren, das Periost der Leiche entnahm und in die Muskulatur des Oberarmes oder Oberschenkels eines anderen Tieres aus demselben Wurf implantierte. Am 12. Tage nach der Transplantation fand er eine Knorpel- und Knochenwucherung, die im mikroskopischen Schnitt 7 mm lang und 1 mm breit war.

Wenn weder spontane Bewegungen, noch Reizbewegungen, noch Aktionsströme, noch die Produktion eines spezifischen Sekrets von normaler Beschaffenheit uns die Fortdauer des Lebens einer Zellart erkennen lassen, können wir nicht entscheiden, ob das Leben noch erhalten ist, es sei denn, daß es uns gelingt, die Teilungs-

fähigkeit solcher Zellarten zu demonstrieren, womit eine hinreichende Kennzeichnung des lebenden Zustandes gegeben ist. Um an Geweben, die einem Säugetiere oder Menschen entnommen sind, die Erhaltung der Teilungsfähigkeit nachzuweisen, muß man sie unter möglichst günstige Lebensbedingungen bringen. Solche Bedingungen kann man entweder in einem anderen Tier derselben Spezies zu realisieren suchen, und in diesem Falle sprechen wir von einer *Transplantation* der Gewebe, oder man kann außerhalb des Organismus künstliche Nährböden benutzen, auf die die Gewebe oder Gewebelemente durch sogenannte *Explantation* übertragen werden.

Die Transplantation kommt für unsere Fragestellung nur in der Form in Betracht, daß die zu überpflanzenden Teile eine Zeitlang außerhalb des Körpers, aus dem sie stammen, aufbewahrt, und dann erst auf dasselbe („Replantation“ nach *Oppel*) oder ein anderes Individuum überpflanzt werden, denn wir wollen ja wissen, wie lange abgetrennte Gewebe die Fähigkeit, Zellteilungen auszuführen, außerhalb des Körpers bewahren.

Mit dieser Methode war die Entscheidung der Frage möglich, wie lange Zellarten, an denen wir unmittelbar keine Lebenserscheinungen beobachten können, wie die Zellen der Epidermis, sich außerhalb des Körpers lebensfähig erhalten. Ihre Lebensfähigkeit ist in der Tat eine ganz erstaunliche. *Wentscher*¹⁾ entnahm lebenden Menschen vom Oberschenkel feine Epidermisplatten (Thiersch'sche Lappen), hob sie in 0,6prozentiger steriler Kochsalzlösung oder mit besserem Erfolge in watterverschlossener Flasche auf sterilen Gazeestreifen trocken auf und versuchte nach verschiedenen langer Zeit die Anheilung auf denselben oder anderen Individuen zu erzielen. Der Erfolg wurde durch mikroskopische Untersuchungen festgestellt und galt nur dann als positiv, wenn sich — vier bis sieben Tage nach der Replantation — die Zeichen der indirekten Kernteilung — „Mitosen“ — in den Zellen der transplantierten Epidermis zeigten. In solchen Versuchen konnte bei sorgfältiger Berücksichtigung aller Fehlerquellen der Nachweis erbracht werden, daß die durch die Zellteilungen bewiesene Lebensfähigkeit noch nach 10, 14, ja in einem Falle nach 22 Tagen erhalten war: drei Wochen nach der Entnahme aus dem Körper heilte dieses Stück Epidermis unter lebhaften Zellteilungen wieder an, zeigte sich als dauernd lebensfähig.

Als letzte Methode, die uns gestattet, die Tatsache und die Erscheinungen eines lange dauernden Überlebens verschiedener Zellarten warmblütiger Tiere zu verfolgen, ist die „Explantation“

¹⁾ *B. Morpurgo*, Die vita propria der Zellen des Periosts. *Virchows Arch.* Bd. 157 (1899), S. 172–183.

²⁾ *Grohé*, Die Vita propria der Zellen des Periosts. *Virchows Arch.* Bd. 155 (1899), S. 428–464.

¹⁾ *J. Wentscher*, Experimentelle Studien über das Eigenleben menschlicher Epidermiszellen außerhalb des Organismus. *Ziegler's Beiträge z. pathol. Anat.* Bd. 24 (1898), S. 101–162. — Derselbe, Das Verhalten der menschlichen Epidermismitosen in exstirpierten Hautstücken. *Ziegler's Beiträge z. pathol. Anat.* Bd. 34 (1903), S. 410–444.

zu nennen. In systematischer Weise zuerst von *Harrison* an den Elementen des embryonalen Nervensystems des Frosches geübt, an denen diese Methode wichtige Beobachtungen über die Entwicklungsvorgänge der Nerven gestattete, hat sie sich auch für einzelne Zellarten erwachsener Warmblüter als brauchbar erwiesen. Das Überleben der Zellen des Knochenmarks, der Lymphdrüsen, der Milz, des Bindegewebes usw., auch dasjenige verschiedener Geschwülste konnte im Explantat demonstriert werden. Auf diese Untersuchungen, die in neuerer Zeit besonders mit dem Namen *Carrel* verknüpft sind, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Mit den verschiedenen Methoden der Prüfung der Erregbarkeit oder der Feststellung der Fähigkeit, normale Sekrete zu liefern oder sich zu teilen, kann also an fast allen Geweben des Körpers der Säugetiere und der Menschen der Nachweis erbracht werden, daß sie den Tod des Individuums noch mehr oder weniger lange überleben. Die soziale Definition des Todes knüpft mit Recht an die Vernichtung der Lebensfähigkeit der empfindlichsten lebenswichtigen Teile, des Gehirns und Kopfmarks, an, denn wenn diese abgestorben sind, kann das Individuum niemals mehr belebt werden, mögen auch einzelne seiner Gewebe noch tage-, ja wochenlang im Explantat wachsen, denn das hinfälligste Gewebe, der „schwächste Teil“ bestimmt — wie die Leistungsfähigkeit jeder Maschine — auch die Lebensdauer des Organismus.

Der Liquor cerebrospinalis.

Von Dr. K. Grahe, Frankfurt a. M.

Das Zentralnervensystem stellt entwicklungsgeschichtlich ein schlauchähnliches Gebilde dar, das durch ungleiche Wachstums- und Faltungsvorgänge am Kopfende sich in das Groß- und Kleinhirn und das Rückenmark gliedert. Von diesem Zentralorgan wachsen die Nerven als solide Stränge zu den einzelnen Gebilden des Körpers hin.

Das gesamte Zentralmark ist eingeschlossen in eine knöcherne Kapsel, den Schädel und den Wirbelkanal, die viele Lücken für die peripheren Nerven und Gefäße aufweist. Geschlossen wird die Kapsel dadurch, daß die Innenseite von einer festen, sehnigen Membran, der harten Hirn- und Rückenmarkshaut oder *Dura mater*, ausgekleidet ist, die alle Öffnungen überzieht und die ein- und austretenden Gebilde eng umschließt. So wird das Zentralorgan von der *Dura mater* wie von einem weiten Sack umschlossen. Eine andere, dünne Membran legt sich eng an das Mark an und zieht in alle Furchen und Windungen des Hirns hinein; in ihr liegen die ernährenden Gefäße: Es ist die zarte Hirn- und Rückenmarkshaut oder *Pia mater*. Zwischen beiden, der *Dura* und der

Pia mater, befindet sich eine dritte Membran, die *Arachnoidea* oder Spinnewebenhaut. Diese liegt der Innenfläche der *Dura* eng an, so daß sich zwischen beiden nur ein kapillarer Spalt befindet; von der *Pia* ist sie durch einen Zwischenraum getrennt, den Subarachnoidealraum, der durch zahlreiche sich zwischen *Arachnoidea* und *Pia* ausspannende Bälkchen und Häutchen durchzogen wird. Dieses Maschenwerk verbindet diese beiden Häute zu einem Ganzen, der *Leptomeninges*. Der vielkammerige Subarachnoidealraum ist von einer Flüssigkeit erfüllt, dem *Liquor cerebrospinalis*. Er ist an der Konvexität des Gehirns ein enger kapillarer Spalt, an dem Übergang des Kleinhirns ins Rückenmark (*Medulla oblongata*) bildet er einen weiten Raum, die *Cysterna magna cerebellomedullaris*, am Rückenmark wird er wieder etwas enger. Am Kleinhirn finden sich mehrere Öffnungen in dem Zentralnervenschlauch, die eine Verbindung des Subarachnoidealraumes mit dem Innenraum des Gehirns, den Ventrikeln, herstellen — der Zentralkanal des Rückenmarks obliteriert meist später.

So ist das Zentralnervengewebe innen und außen vom Liquor umgeben, es schwimmt in ihm im Duralsack, aufgehängt an den Maschen der *Arachnoidea* und einigen anderen Befestigungen, und ist dadurch und durch die knöcherne Kapsel außerordentlich gut vor Verletzungen geschützt.

Untersuchungen über den Liquor lagen früher nur wenige vor, da man nur selten Gelegenheit dazu hatte; und dieser war dann stets unter pathologischen Verhältnissen am Lebenden oder an der Leiche gewonnen. Genauere und systematischere Forschungen konnten erst stattfinden, als *Quincke*¹⁾ zu Beginn der 90. Jahre des vorigen Jahrhunderts die Lumbalpunktion einführte: Er zeigte, daß man durch Einführung einer Hohl-nadel durch die Zwischenräume des Lendenwirbelkanals ohne Schaden mehrere Kubikzentimeter Liquor beim Lebenden entnehmen kann. Manchmal sieht man, besonders bei normalem Liquor, nach der Punktion Kopfschmerzen und leichte Nackensteifigkeit auftreten, die sich sogar bis zu Erbrechen steigern können; doch gehen solche nicht häufig auftretenden Folgezustände stets in kurzer Zeit wieder vorüber. Später haben *Neisser* und *Pollack* angegeben, daß man auch die Ventrikelflüssigkeit des Gehirns am Lebenden gewinnen kann, indem man nach Durchbohrung der knöchernen Schädelkapsel eine Hohl-nadel durch die Hirnsubstanz hindurch bis in die Ventrikel führt. Diese Ventrikelpunktion ist aber nur bei pathologisch erweiterten Ventrikeln möglich, da diese unter normalen Verhältnissen ebenso wie der Subarachnoidealraum des Gehirns einen engen Spalt darstellen.

Der Liquor ist eine farblose, klare, wässrige

¹⁾ *Quincke*, Die Lumbalpunktion des Hydrocephalus. Berl. klin. Woch. 1891, 38.

Flüssigkeit, die bis zu $\frac{1}{2}$ ‰ Eiweißkörper, geringe Mengen Zucker und einige Salze enthält, unter denen die Chloride die erste Stelle einnehmen. Im Sediment findet man stets einige runde weiße Blutkörperchen (Lymphocyten). Die Menge des Liquor beträgt je nach der Weite des Subarachnoidealraums 60—200 ccm. Der Druck in horizontaler Lage entspricht in der Lendengegend einer Wassersäule von 120 mm Höhe.

Die Entstehung des Liquor ist noch nicht vollkommen geklärt. Eine Zeitlang glaubte man, wie bei fast allen Körperflüssigkeiten, es handle sich um einen durch Osmose geregelten Diffusionsvorgang durch die Hirnhäute; und noch heute nimmt z. B. *Mestrezat*¹⁾ an, der Liquor entstehe durch eine „filtration élective“. Im allgemeinen aber ist dieser Standpunkt verlassen; die meisten Autoren glauben an eine Sekretion. Dafür spricht besonders, daß man, wie bei der Sekretion der Drüsen des Körpers, durch gewisse Gifte (Pilocarpin) eine Steigerung der Liquorausscheidung hervorrufen kann.

Noch weniger geklärt ist die Frage, welche Zellen den Liquor secernieren. Versuche mit Injektion von Farblösungen deuten darauf hin, daß die Plexus chorioidei, zarte, äußerst gefäßreiche Häutchen in den Ventrikeln des Gehirns, der Entstehungsort sind, während die Lymphgefäße und reichlichen Venengeflechte im Subarachnoidealraum den Abfluß besorgen. Andererseits aber hat man bei Verlegung der Kommunikation zwischen den Ventrikeln und dem Subarachnoidealraum in diesem eine große Ansammlung von Liquor gefunden, was wieder auf eine Beteiligung der Hirn- und Rückenmarkshäute an der Bildung des Liquor hinweist. Jedenfalls befindet sich unter normalen Verhältnissen der Liquor in ständigem Flusse. Doch geht die Strömung langsam vor sich: in den Subarachnoidealraum injizierte Farblösungen hat man nach 20 Minuten bis 2 Stunden im Blute wiedergefunden.

Unter pathologischen Verhältnissen aber kann die Sekretion recht lebhaft werden. Aus Fisteln des Düralsackes hat man mehrere Liter am Tage sich entleeren sehen. Jede Reizung der Hirnhäute geht mit einer Steigerung der Sekretion einher. Wir finden dann den Druck bei der Lumbalpunktion erhöht. Dabei können Veränderungen in der Zusammensetzung der Lumbalflüssigkeit vollkommen fehlen, so daß die Drucksteigerung das einzige objektive Symptom der Reizung bildet. So beobachtet man manchmal nach selbst geringfügigen Schädelverletzungen Wochen und Monate lang Kopfschmerzen und Schwindel und findet dann nur eine Erhöhung des Liquordruckes. Ebenso sehen wir häufig bei akuten Infektionen die Symptome einer leichten Hirnhautentzündung und finden dann nur den Druck erhöht, ohne daß wir im Liquor oder an den Hirn-

häuten anatomische Veränderungen nachweisen können.

In den meisten Fällen aber treten bei Reizungen der Hirnhäute auch Änderungen in der chemischen Zusammensetzung und im Zellgehalt auf.

Am leichtesten verändert sich der Zellgehalt. Es waren zuerst französische Forscher (*Widal, Sicard, Ravaut*), die auf die Erhöhung der Zellzahl als pathognomonisches Symptom hinwiesen. Sie zentrifugierten den Liquor und zählten die aus einer Kapillare ausgeblasenen Zellen des Sediments nach Gesichtsfeldern aus. Später modifizierten *Fuchs* und *Rosenthal* die Thoma-Zeissische Blutzählkammer und bestimmten die Anzahl der Zellen im Kubikmillimeter. Unter normalen Verhältnissen findet man 0—4, höchstens bis 9 Zellen im Kubikmillimeter; unter pathologischen Verhältnissen kann ihre Zahl außerordentlich vermehrt sein. So können bei akuten Hirnhautentzündungen Tausende von Zellen im Kubikmillimeter auftreten, so daß der Liquor undurchsichtig trübe, eitrig, erscheint. Bei chronischen Entzündungen, unter denen die metasyphilitischen Erkrankungen, die Tabes und Paralyse, eine besonders wichtige Stellung einnehmen, ist ihre Zahl geringer.

Aber nicht nur die quantitativen, sondern auch die qualitativen Zellveränderungen sind von großer Wichtigkeit. Ihrer Erforschung stellen sich aber große Schwierigkeiten in der Fixation und Färbung der Zellen entgegen. So erklären sich die ersten oft widersprechenden Befunde. Jetzt aber hat man Methoden gefunden, bei denen die Zellen gut erhalten bleiben und die Färbung feine Unterschiede deutlich hervortreten läßt. Man hat festgestellt, daß im normalen Liquor nur Lymphocyten vorkommen, daß bei akuten Entzündungen hauptsächlich Leucocyten, bei chronischen neben den vermehrten Lymphocyten Plasmazellen und andere Formen auftreten. Interessant ist, daß die Zellen im tinktoriellen Verhalten Unterschiede gegenüber den entsprechenden des Blutes aufweisen. Daraus kann man schließen, daß die Liquorzellen nicht direkt aus dem Blute stammen, sondern aus den entzündeten Geweben ausgetreten sind.

In neuester Zeit hat besonders *Scécsi*¹⁾, versucht, für die einzelnen Erkrankungen charakteristische Zellformen zu finden; es läßt sich aber heute noch kein abschließendes Urteil über diese Untersuchungen abgeben.

Nächst der Zellvermehrung zeigt das chemische Verhalten des Liquor unter pathologischen Verhältnissen Veränderungen; und zwar finden wir je nach der Intensität des Prozesses nacheinander Erhöhung des Zucker-, Chlorid- und Eiweißgehaltes.

Die Veränderungen der Zucker- und Chloridmengen sind noch wenig untersucht worden. Das

¹⁾ *Mestrezat*, Le liquide céphalo-rachidien. Paris, Meloine, 1912.

¹⁾ *Scécsi*, Neue Beiträge zur Cytologie des Liquor cerebrospinalis usw. Ztschr. f. Neur. u. Psych. 1911, 6.

größte Interesse hat man dem Eiweißgehalte¹⁾ zugewandt. Seine Bestimmung ist dadurch außerordentlich erschwert, daß man wegen zu geringer Mengen die gebräuchlichen gewichts- und maßanalytischen Methoden der quantitativen Chemie nicht anwenden kann. So wurden mannigfache Arten der Bestimmung angegeben. Die Franzosen verwandten vor allem Vergleichsmethoden: Sie stellten Teströhrchen durch Versetzen bekannter Eiweißlösungen mit bestimmten Reagentien her und verglichen diese mit dem mit dem betreffenden Reagens versetzten Liquor. Die Resultate sind bei solcher Bestimmung meist recht gute; doch sind die Methoden umständlich, da sich die Teströhrchen meist nicht lange halten. Deshalb war es von großer Bedeutung, als *Nissl* die Esbachsche Urineiweißbestimmung für den Liquor modifizierte. Er zentrifugierte in einem besonders graduierten Zentrifugenröhrchen (0,1 ccm im Teile geteilt) 2 ccm Liquor mit 1 ccm Esbachschem Reagens und fand, daß 2 Teilstriche dem normalen Eiweißgehalte entsprechen. Klinisch ist diese Methode ganz gut brauchbar; aber feinere Schwankungen kommen nicht zum Ausdruck. Deshalb wendet man in neuester Zeit die von *Brandberg* für den Urin angegebene Bestimmung an, zumal diese nur 0,5 ccm Liquor erfordert. Hier stellt man eine steigende Verdünnungsreihe des Liquor her und beobachtet, welche Verdünnung bei der Unterschichtung mit konzentrierter Salpetersäure als letzte eine Ringbildung (Eiweißausfällung) erkennen läßt. Diese Verdünnung hat einen Eiweißgehalt von $\frac{1}{600}$ ‰. Daraus kann man dann leicht den Eiweißgehalt des unverdünnten Liquor berechnen. Diese Methode ergibt sehr genaue Resultate und läßt auch feinere Schwankungen deutlich erkennen. Außer diesen beiden am meisten angewandten sind noch manche andere z. T. recht komplizierte Methoden zur Eiweißbestimmung angegeben worden; größeren Eingang haben sie sich aber nicht verschafft. Man hat gefunden, daß bis zu $\frac{1}{2}$ ‰ Eiweiß normal ist, daß höherer Eiweißgehalt stets organische Veränderungen des Zentralnervensystems anzeigt. Charakteristische Unterschiede im Eiweißgehalte bei den einzelnen Erkrankungen hat man aber nicht feststellen können.

Von besonderer Wichtigkeit ist die Bestimmung der Globuline geworden. Schon die Franzosen, besonders *Guillain* und *Parant*, hatten die Globuline im Liquor untersucht. Bedeutung erlangte ihre Bestimmung aber erst, als *Nonne* und *Apelt* an einem großen Materiale systematische Untersuchungen anstellten. Diese mischten gleiche Teile Liquor mit gesättigter neutraler Ammoniumsulfatlösung und fanden, daß bei syphilitischen Erkrankungen des Zentralnervensystems deutliche Opaleszenz oder Trübung auftrat, während normaler Liquor klar blieb oder nur eine Spur

Opaleszenz zeigt. Später fanden sie dann, daß diese als Phase I bezeichnete Reaktion bei positivem Ausfall nicht nur eine syphilitische, sondern überhaupt organische Erkrankung des Zentralnervensystems anzeigt. In jüngster Zeit haben *Pandy* mit Karbolsäure und *Noguchi* mit Buttersäure Reaktionen angegeben, die ebenfalls hauptsächlich auf dem Globulingehalte beruhen. Diese geben im allgemeinen dieselben Resultate wie die Phase I und bilden im einzelnen wertvolle Ergänzungen derselben.

Andere Reaktionen, die in der Hauptsache qualitative und quantitative Eiweißreaktionen darstellen, haben bisher kein größeres praktisches Interesse gewinnen können. So fand *Lange*¹⁾, daß Goldsollösung mit steigenden Liquorverdünnungen versetzt, bei einzelnen Erkrankungen des Zentralnervensystems in charakteristischer Weise ausgeflockt wird. Die Ausflockung macht sich durch Übergang der ursprünglichen roten Farbe der Lösung in blaurot, blau, hellblau und weiß bemerkbar. Einzelne Erkrankungen flocken bei verschiedenen Verdünnungen aus, während normaler Liquor fast gar nicht ausflockt. So sehen wir z. B. bei der Rückenmarksschwindsucht eine Ausflockung in den Verdünnungen $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{80}$, während die Hirnhautentzündung bei $\frac{1}{640}$ — $\frac{1}{1280}$ ausflockt.

*Danielopolu*²⁾ fand, daß Liquor von akuten Hirnhautentzündungen die von Taurocholnatrium hervorgerufene Hämolyse gegen rote Hundekörperchen stärker hemmt als normaler Liquor; *Weil* und *Kafka*³⁾ stellten fest, daß bei der Hirnhautentzündung Hämolyse und Komplement, bei der Gehirnerweichung (Paralyse) nur Hämolyse auftreten; *Braun* und *Husler*³⁾ haben eine Reaktion mit Salzsäure angegeben, die besonders bei der Diagnose der Paralyse von Wichtigkeit ist.

Von größter Bedeutung aber ist die Wassermannsche Reaktion geworden. Diese beruht auf folgendem Prinzip: Das Blutserum eines Syphilitikers, das durch Erwärmen inaktiviert ist, reißt in Berührung mit Auszügen aus syphilitischen Geweben die Komplemente normalen Meerschweinchen-serums an sich. Komplemente, die man mit inaktiviertem hämolytischen Serum und einer Aufschwemmung von roten Blutkörperchen zusammenbringt, lösen diese auf. Sind, wie beim Syphilitiker, die Komplemente gebunden, so tritt keine „Hämolyse“, d. h. keine Auflösung der roten Blutkörperchen ein. Stammt das Serum dagegen nicht von einem Syphilitiker, so lösen die Komplemente, die in diesem Falle nicht gebunden werden, die Blutkörperchen auf. Hemmung der Hämolyse bedeutet also, daß das untersuchte Blutserum von einem Syphilitiker stammt; Lösung der Blutkör-

¹⁾ *Lange*, Über die Ausflockungen von Goldsol durch Liquor cerebrospinalis. Berl. klin. Woch. 1912, 19.

²⁾ *Danielopolu*, Diagnostik der Meningitiden mittels der Taurocholnatriumreaktion. Wien. klin. Woch. 1912, 40.

³⁾ cf. *Kafka* und *Rautenberg*, Über neuere Eiweißreaktionen der Spinalflüssigkeit usw. Ztschr. f. d. ges. Neur. u. Psych. 1914, 22.

¹⁾ *Zaloziecki*, Über d. Eiweißgehalt d. Cerebrospinalflüssigkeit. Dtsche Ztschr. f. Nervenheilk. 1913, Bd. 47 u. 48.

perchen zeigt an, daß der Untersuchte nicht syphilitisch infiziert ist¹⁾.

Diese Reaktion setzte man in gleicher Weise mit Liquor an und fand in einigen Fällen syphilitischer und metasymphilitischer Erkrankung positiven Ausfall, in anderen negativen Ausfall, bis *Hauptmann* zeigte, daß die Reaktion mit steigenden Mengen Liquor angesetzt (sogenannte Auswertungsmethode) bei syphilitischen und metasymphilitischen Erkrankungen in fast 100 % der Fälle positiv ist. Damit war einerseits mit der wichtigste Beweis der Zusammengehörigkeit beider Erkrankungsformen geliefert, andererseits eine große Förderung in der Diagnose dieser Erkrankungen gegeben. Und als im Jahre 1910 nach der Einführung des Salvarsans von neuem versucht wurde, die metasymphilitischen Erkrankungen spezifisch zu behandeln, da konnte man aus der Einwirkung auf die Liquorveränderungen objektiv verfolgen, wie günstig in den meisten Fällen eine solche Kur einwirkt. Andererseits sah man aber auch aus der langsamen Einwirkung deutlich, wie abseits vom allgemeinen Blutkreislauf der Liquor steht, und beginnt deshalb in neuester Zeit, die spezifischen Stoffe direkt in den Lumbalsack einzuführen. So haben *Swift* und *Ellis*²⁾ bei der Rückenmarksschwindstucht Salvarsan intravenös gegeben, bald danach Blutserum entnommen und dieses in den Liquor injiziert; *Ravaut*³⁾ u. a. geben auch Neosalvarsan selbst in geringen Mengen intralumbal. Aus der günstigen Beeinflussung therapeutisch sonst überaus schwer zu beeinflussender Fälle sieht man, daß so das Heilmittel doch besser als auf dem Blutwege an die Spirochaeten herankommt, die in jüngster Zeit *Noguchi*⁴⁾ und andere bei Tabes und Paralyse in Gehirn und Rückenmark nachgewiesen haben. Im Liquor hat man diese bisher noch nicht finden können.

Andere Bakterien hingegen kann man bei den Hirnhautentzündungen im allgemeinen leicht im Liquor nachweisen. Man hat so die Möglichkeit, die Quelle der Infektion festzustellen (Tuberkelbazillen, Pneumococcen, Meningococcen) und eventuell spezifische Antistoffe direkt in den Liquor einzuführen. Allerdings sind nur in den seltensten Fällen die Schädigungen lebenswichtiger Zentren durch die Bakterien und ihre Toxine so wenig vorgeschritten, daß man eine Heilung erzielen kann. Ähnlich steht es beim Tetanus, dem Wundstarrkrampf, wo sich die Toxine der Tetanus-

bazillen an die Nervensubstanz verankern und man von intralumbalen Injektionen von Magnesiumsulfat über günstige Erfolge berichtet hat.

Zum Schlusse müssen wir noch erwähnen, daß *Bier* auch Anästhetica in den Lumbalsack eingeführt hat; er spritzt einige Kubikzentimeter Novocain in den Liquor und erzielt dadurch Gefühllosigkeit des Körpers vom Nabel abwärts. Auf diese Weise ist es möglich, bei Patienten, denen eine Allgemeinnarkose die größten Gefahren bringen würde, an der unteren Hälfte des Körpers ohne besondere Narkosenschädigung operative Eingriffe auszuführen. Allerdings hat diese Lumbalanästhesie in Fällen, wo keine Kontraindikation gegen eine Allgemeinnarkose besteht, diese nicht verdrängen können, da die Mortalität bei ihr, wenn auch verschwindend, doch größer ist, als bei der Chloroform- und Äthernarkose.

So sehen wir, daß die Erforschung des Liquor cerebrospinalis, die erst nach Einführung der *Quinckeschen* Lumbalpunktion statthaben konnte, uns nicht nur in theoretischer, sondern auch in praktischer Hinsicht wesentliche Fortschritte gebracht hat.

Besprechungen.

Semon, Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel. (Jenaer Denkschriften Bd. IV—VIII.) Jena, G. Fischer, 1893—1913. Schlußübersicht über den gesamten Inhalt von Professor *Semons* zoologischen Forschungsreisen von *Max Fürbringer*.

In der Schlußlieferung des gesamten Werkes erstattet *Max Fürbringer* einen Bericht über die Entstehung des Unternehmens, über die Gewinnung und Verwertung des Materials und über die wissenschaftliche Bedeutung der aus der Bearbeitung dieses Materials gewonnenen Ergebnisse. Es ist wahrscheinlich, daß über den engeren Kreis der Fachgenossen hinaus eine Kenntnis dieses sechsbändigen Werkes nicht besteht, so daß der Redaktion dieser Zeitschrift eine Anzeige erwünscht erschien. Es ist gewiß erfreulich, wenn einige Zweige der Anatomie und Zootomie durch die Munifizienz privater Stiftungen und staatlicher Förderungen in die Lage versetzt werden, in Forschungsinstituten kräftig aufzublühen. Die Vererbungswissenschaft und die mit experimentellen Methoden arbeitenden Forschungen mit ihren allgemeine Aufmerksamkeit erregenden Resultaten stehen in der öffentlichen Beachtung und Unterstützung oben an. Um so eindrucksvoller wird es sein, wenn bekannt wird, wie hier abseits von der großen Heerstraße, durch Opfermut weniger Männer ein Werk entstanden ist, welches, mögen die Schicksale der wissenschaftlichen Bestrebungen sich gestalten wie sie wollen, dennoch auf viele Jahrhunderte hin ein Quellenwerk allerersten Ranges für die Naturwissenschaft bleiben wird. Aber man fragt sich angesichts der hier gesammelten Arbeit zweier Dezennien, was alles aus diesem Werk noch hätte werden können, wie großartig das reiche, auch bis jetzt noch keineswegs völlig bearbeitete Material hätte ausgenutzt werden können, wenn ein Strahl der für andere Gebiete so wirksamen Munifizienz auch auf

¹⁾ Auf Ausnahmen kann hier natürlich nicht eingegangen werden.

²⁾ *Swift* und *Ellis*, Die kombinierte Lokal- und Allgemeinbehandlung der Syphilis des Zentralnervensystems. Münch. med. Woch. 1913, 36. (In der *Paul Ehrlich*-Nummer ist auf Seite 283 versehentlich *Swift* und *Moore* angegeben.)

³⁾ *Ravaut*, Comment dépister la syphilis nerveuse? Annales de Médecine 1914, 1.

⁴⁾ *Noguchi*, Über d. Nachweis d. Spirochaeta pallida im Zentralnervensystem bei der progr. Paralyse u. Tabes dorsalis. Münch. med. Woch. 1913, 14.

des Unternehmens gefallen wäre, wenn es einer Anzahl von Forschern ermöglicht worden wäre, in der Bearbeitung dieses Materials ihre Lebensaufgabe zu erblicken. Daß das Werk seine jetzige Gestalt erhalten hat und nicht Stückwerk geworden ist, das haben wir dem geistigen Leiter des Ganzen zu danken, der zwanzig Jahre hindurch die Redaktion geführt hat.

Niemand, der die Geschichte der Wissenschaft kennt, wird daran denken, daß die Form, in der die Theorie des Zusammenhangs der Organismen heute auftritt, die für immer gültige sein wird; nur Unachtsame oder dem lebendigen Strom der Wissenschaft teilnahmslos fernstehende Spezialforscher werden sich vor den Anzeichen verschließen, welche auf eine Unsicherheit in der Interpretation deszendenztheoretischer Tatsachen hindeuten. Eines wird unerschüttert bleiben: *die Tatsachen selbst*; und eine der wichtigsten Tatsachen, die überhaupt feststellbar waren, war diejenige vom konservativen Organisationscharakter bestimmter Klassen und Ordnungen der Tierwelt: Die Cyclostomen, die Selachier, die Dipnoer, die Perennibranchier, die Sphenodontier, Monotremen und Edentaten sind die Hauptbeispiele dafür. Schon ältere Forscher wie J. F. Meckel und Jos. Hyrtl haben ihre Aufgabe gerade in der Erforschung jener wichtigen Organisationsstufen gesehen und die wissenschaftliche Vergleichung des letzten Menschenalters ganz besonders ist so verfahren. Durch die geologischen Veränderungen der Erdoberfläche wurde gerade in Australien eine uralte Fauna konserviert. Ihre systematische Untersuchung hatte Semon, dem wir dies ganze Werk verdanken, als unerläßliche Notwendigkeit erkannt. Der junge Forscher wirkte damals als Assistent an der anatomischen Anstalt zu Jena, und Ernst Haeckel selbst hatte ihn zu seiner Reise angeregt.

Semon galt es vor allem als wichtig, neben reichlichem Material für die Untersuchung der ausgebildeten Monotremen und des Dipnoers *Ceratodus*, embryologisches Material dieser Formen zu sammeln, denn auch der Wert der Embryologie ist nicht unabhängig vom Material. Die Ergebnisse der zweijährigen ihn nach Australien und Westindien führenden Reise waren ohne gleichen, wie wir an der Hand des Schlußberichtes von Fürbringer übersichtlich zusammengestellt finden. Das erbeutete Material umfaßte Selachier, *Ceratodus*, *Echidna* und Ornithorhynchus, *Manis javanica*, *Halicore dugong*, *Dromaeus novae Hollandiae*, und zwar Föten verschiedener Stadien, Skelette, Eingeweide und ganze Tiere. Das gesammelte Material mußte an die Mitarbeiter des Werkes verteilt werden und die Redaktion mit ihren oft verantwortungsvollen Entschlüssen in einer Hand liegen. So gebührt auch Fürbringer, damals Leiter der Jenaer Anatomie, später Nachfolger Gegenbaur's auf seinem Heidelberger Lehrstuhl, ein großer Teil des Dankes der gelehrten Welt. Aber die Kosten des Ganzen mußten gedeckt, die Berichte mit ihren 678 Foliobogen und 343 Tafeln mußten gedruckt werden. So hebt Fürbringer nicht mit Unrecht hervor, daß „Dr. P. v. Ritter und die Herren Dr. Gustav Fischer, Vater und Sohn . . ., immer dankbar und verehrungsvoll als hervorragende Förderer der zoologischen Forschungsreisen genannt werden“ müssen. Schön und gerecht ist es auch, daß Fürbringer des schlichten Mannes gedenkt, der sein bestes Können und seinen unermüdbaren Fleiß in dieses Werk gegeben hat. Von dem verstorbenen Jenaer Universitätszeichner Adolf Gültch heißt es in Fürbringers Bericht: „Der vortreffliche Mann, gleich aus-

gezeichnet durch großes technisches Können, seltenen Scharfblick, eine ungewöhnliche Fähigkeit der wissenschaftlichen Vertiefung in die ihm gestellten Aufgaben und durch die Eigenschaften treuester und hingebungsvollster Menschlichkeit hat sich bis zu seinem leider auch viel zu frühen Tode mit dem größten Verständnis der Verdeutlichung der abzubildenden Präparate und der Illustrierung der zoologischen Forschungsreisen gewidmet und dadurch zum Gelingen des Werkes wesentlich beigetragen.“

Das Material wurde an 77 Autoren verteilt, welche 112 Abhandlungen darüber verfaßt haben. An der Hand der Fürbringerschen Zusammenstellungen sei kurz zunächst der Inhalt der 6 Bände notiert. Band I enthält zunächst den Reisebericht und Plan des Werkes von Semon selbst, soann die Abhandlung von E. Haeckel über die Phylogenie der australischen Fauna. Es schließen hieran die Arbeiten über *Ceratodus*, und zwar zunächst über seine Verbreitung, Lebensverhältnisse und Fortpflanzung, sodann über seine Entwicklungsgeschichte. Weiterhin fand das Skelett und Muskelsystem, zentrales Nervensystem, Zahntwicklung, Darmkanal, Leber, Mesenterien und Lungen in längeren Abhandlungen Bearbeitung, und zwar ontogenetisch, wenn auch unter Berücksichtigung des definitiven Zustandes. Der II., III. und teilweise IV. Band umfaßt Untersuchungen an *Monotremen* (*Ornithorhynchus anatinus*, zahlreiche ausgebildete Tiere, einige Eier; *Echidna aculeata* erwachsene Tiere, Eier und Beuteljunge) und *Marsupialiern*. Die einzelnen Abhandlungen betreffen: Lebensweise der Monotremen (*Semon*), Entwicklungsgeschichte der Monotremen (*Semon*), Embryonalhüllen der Monotremen und Marsupialier (*Semon*), Skelettsystem (die beiden ersten Halswirbel und Kopfgelenke — Schädelbau der Monotremen — Entwicklungsgeschichte und vergleichende Morphologie des Schädels von *Echidna* — Hand- und Fußskelett der Marsupialier und von *Echidna*), Hautmuskulatur — Kaumuskulatur — Zentralnervensystem — Integument, Haare, Milchdrüsen — Zunge — Nasenhöhle — Gehörorgan — Zahnsystem — Magen — Leber — Atmungsapparat — Kehlkopf — Lunge — Schilddrüse, Thymus, Schlundspalten-derivate — Blutgefäßsystem — Urogenitalsystem — Geschlechtsorgane. Auch hier ist das aus zahlreichen embryonalen Serien bestehende entwicklungsgeschichtliche Material allseitig gründlich verwertet worden. Den Rest des IV. Bandes nehmen Abhandlungen über Placentalier ein, bei denen indes gleichfalls teilweise die Monotremen und Marsupialier benutzt sind. Hier handelt es sich um Untersuchungen an *Sirenen* (Bau und Entwicklung der Körperform, Integument und Entwicklung des Gebisses — Entwicklung des Schädels von *Halicore*) — *Edentaten* (und Marsupialier) (Kiefergelenk — Diaphragma). Abseits stehen zwei große das ganze Gebiet der Wirbeltiere umfassende Bearbeitungen des Mittelohres und seiner Schleimhautnerven sowie der Wirbeltierleber. Arbeiten an Wirbellosen und die Systematik der Wirbellosen und Wirbeltiere füllen den V. Band.

Die Würdigung der einzelnen Abhandlungen ist insofern leicht, als es sich fast in allen um die Feststellung neuer Befunde handelt, und alle Autoren in großartiger Weise nach Verknüpfung der neuen Befunde mit anderen und nach Herausarbeitung der phyletischen Bedeutung ihrer Untersuchungsergebnisse streben. Trotzdem ragen einige Abhandlungen besonders hervor, so vor allem die von Greil über die Entwicklungsgeschichte des Kopfes und des Blutgefäßsystems

von Ceratodus, nahezu eine embryologische Monographie von allererster Bedeutung. — Daran ist zu reihen Gaupps Entwicklungsgeschichte des Schädels von Echidna, welche durch die vergleichende Behandlung des hier zum ersten Mal bekannt gewordenen Primordialcraniums von Echidna eine für das Verständnis des Säugetierschädels wichtige Bedeutung gewonnen hat. Weiterhin ist Ziehens Monographie des zentralen Nervensystems zu erwähnen und Klaatsch-Bresslaus Studien über den Mammarapparat.

Das gesamte Werk liegt nun abgeschlossen vor. Eine Forschungsrichtung, die aus eigener Kraft ein solches Werk hervorbringen konnte, darf auch auf ihre Zukunft vertrauen. Nur für einzelne Mitarbeiter ist ihr Beitrag mehr aus vorübergehender Beschäftigung mit den Dingen erwachsen. Die Mehrzahl der Mitarbeiter gehört den ganz in der Sache stehenden Morphologen und ein nicht kleiner Teil einer jüngeren Forschergeneration an, so daß Gewähr geboten ist, daß die in den „Forschungsreisen“ behandelten Probleme noch lange Zeit unsere vergleichend-anatomische Forschung beschäftigen werden.

Lubosch, Würzburg.

Lundegardh, Henrik, Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese. Nebst anschließenden Betrachtungen über die Mechanik der Teilungsvorgänge. *Beiträge zur Biologie der Pflanzen*, Bd. XI, 373—542, 1912. Mit 4 Tafeln.

Über die eigenartigen Umlagerungen und Verlagerungen von Kernsubstanz bei der Karyokinese liegt eine außerordentlich große Literatur vor. Aber trotz der übergroßen Fülle der Publikationen, die sich mit der Kernteilung in Zoologie und Botanik befassen, sind wir erst einigermaßen über die morphologischen Tatsachen orientiert; allerdings unter der stillschweigenden Voraussetzung, daß diese Vorgänge sich tatsächlich unter diesen Formen abspielen, wie wir sie an unseren Präparaten zu sehen gewohnt sind. Denn wir müssen bekanntlich die Kernstrukturen fixieren mit Hilfe chemischer Agentien, um sie untersuchen zu können. Inwieweit sie sich aber dabei verändern, wird im allgemeinen nicht in Rechnung gesetzt. Die physiologische Seite dieser Erscheinungen liegt aber noch ganz im argen. „Wir befinden uns — meint Lundegardh — sicher am Beginn einer neuen Entwicklungsepoche: Die organischen Teilungsvorgänge sind bis jetzt vorwiegend morphologisch untersucht worden; jetzt gilt es, diese morphologischen Kenntnisse durch experimentelle, physiologische Versuche fruchtbar zu machen. Ich glaube, daß ein, obwohl unvollständiger Versuch, die morphologischen Tatsachen unter allgemeinen physiologischen Gesichtspunkten zu betrachten, dazu beitragen kann, das Problem in eine für die künftige Forschung geeignetere Lage zu bringen.“ Die von Lundegardh untersuchten Objekte sind die üblichen, Wurzelspitzen von *Cucurbita*, *Vicia Faba*, *Allium Cepa*. Seine detaillierten Angaben über die späteren Stadien der Spirembildung, über Polkappen, Auflösung der Kernmembran, Spindelbildung, Chromosomenknäuel, seine Bemerkungen über Fixierung und Färbung, die eingehende Schilderung des Methaphasestadiums und der Anaphase an seinen verschiedenen Objekten können hier nicht im einzelnen verfolgt werden. Sie bringen vielfach nichts Neues; sie sind durchflochten von kritischen Auseinandersetzungen mit älteren und neueren Autoren, bei gleichzeitiger Verarbeitung der einschlägigen Literatur. In gleicher Weise ist das Material des zweiten (größeren)

allgemeinen Teiles verarbeitet: „Besprechung der Literatur und theoretische Fragen.“ Bezüglich des Studiums der Einzelheiten müssen wir auf die Arbeit selbst verweisen.

An dieser Stelle sei nur einiges von allgemeinerem Interesse hervorgehoben. Bekannt ist, daß die Chromosomenzahl variieren kann. Wie kommt diese Variation zustande? Lundegardh tritt zur Erklärung dieser Variation hier dafür ein, „daß in das „Gesetz der Zahlenkonstanz“ ein physiologisches Moment hineingebracht werden muß“. Die Chromosomen differenzieren sich in der Prophase aus dem Karyotin (von Lundegardh vorgeschlagener Name für die Chromosomenbildungssubstanz an Stelle von Chromatin und Lignin) heraus. Das physiologisch wirksame Moment für das Zustandekommen der zahlenmäßigen Chromosomendifferenz sieht nun der Verf. in der „Tendenz zur konstanten Gruppierung des Karyotins“, andererseits in dem gleichzeitig einsetzenden Bestreben der Umgebung, diese Gruppierung zu stören. „Dieses physiologische Moment hängt aber mit der Verschiedenartigkeit der Chromosomen und den Eigenschaften des Karyotins überhaupt zusammen, und hier hat die künftige Forschung viel zu tun.“

Bei der „Substanzverlagerung und Symmetrieänderung im Zellenleibe“, die die Karyokinese begleiten, treten im allgemeinen, bei den Tieren und niederen Pflanzen, Polstrahlungen auf. Es ist nun beachtenswert, wie Lundegardh besonders hervorhebt, daß bei den höheren Pflanzen, obgleich diese Lage und Symmetrieänderung sich unter denselben Gesetzmäßigkeiten vollzieht, sich hier keine Polstrahlungen bzw. Centrosomen finden. Die Bipolarität des um den Kern gelagerten Protoplasma tritt regelmäßig ein. Diesen Ausführungen folgen wieder Diskussionen über die Polstrahlungen bei tierischen und pflanzlichen Objekten, über die Natur und die Funktion der Polstrahlungen, über den Phragmoplasten, und „eine Besprechung der umstrittensten Plasmadifferenzierungen während der Zellteilung, die Probleme der Spindelbildung und die Struktur der Kernspindel“.

Am Schluß seiner Arbeit entwickelt Lundegardh noch die „Grundzüge einer Theorie der Zellteilung“. „Alle Teilungsverhältnisse in der protoplasmatischen Substanz basieren auf deren allgemeinen physikalischen Eigenschaften. Immer sind es mehr oder weniger flüssige Bildungen, die geteilt werden, diese mögen ganze Zellen, Kerne oder Chromosomen sein. Immer müssen Oberflächenspannungsverhältnisse mit im Spiele sein. Obwohl alle Teilungsvorgänge schließlich auf dieselben Erscheinungen zurückgeführt werden können, die den Zerfall eines leblosen Tropfens bedingen, gestalten sich die Verhältnisse im Protoplasma außerordentlich komplizierter, indem hier noch eine ganze Reihe Faktoren hinzukommt, die den Teilungsvorgang in den Dienst der protoplasmatischen Organisation stellen und seine Mechanik zu einem hohen Grade von Feinheit und Präzision emporheben.“ — Der Teilungsimpuls im Protoplasma kommt in der Regel von innen, er besteht in einer bestimmten Konstellation der physikalisch heterogenen Teile des Protoplasmas; z. B. in dem allereinfachsten Falle der Zellteilung, etwa bei einer Amöbe (*Amoeba polyptodia*), geht der Teilungsimpuls vom Kern aus. Der Kern teilt sich in zwei, womit die monozentrische oder radiäre Anordnung des Plasmas aufgehoben wird, es wird Plasma an die beiden Tochterkerne gezogen, wodurch eine dizentrische, bipolare Plasmaanordnung entsteht. „Es leuchtet ein, daß eine solche dizentrische Anordnung der Teile im Innern

eines Flüssigkeitstropfens eine Teilung außerordentlich befördern muß“. Wo ein Centrosom vorhanden ist, geht von diesem der Teilungsimpuls aus. Bei den höheren Pflanzen, bei denen das Centrosom fehlt, muß der Teilungsimpuls aus dem Protoplasma selbst kommen. Das Zustandekommen des Symmetriewechsels (Bipolarität des Zellenleibes) führt *Lundegardh* zurück auf die gegenseitige Anziehung von Plasma und Kern, auf die Beschaffenheit der Umgebung der Zelle („Grad und Art der Anisotropie des Mediums“) und auf die Gestalt der Zelle.

„Es handelt sich bei den Teilungsvorgängen um überaus mannigfaltige, aber durch den Stoffwechsel gelenkte und verknüpfte Erscheinungen, und die bedeutende Aufgabe ist die, den wahren Zusammenhang aller dieser wechselnden Erscheinungen zu erkennen, das Wesentliche der mannigfaltigen Verlagerungen und Strukturveränderungen aufzufinden, und dieses gelingt nicht mit einem Male, sondern erfordert eine unaufhörliche Zusammenarbeit von Morphologen und Physiologen.“
E. W. Schmidt, Marburg.

Rollier, A., Die Heliotherapie der Tuberkulose, mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen. Berlin, Julius Springer, 1913. IV, 119 S. und 138 Abbild. Preis geh. M. 6,60.

Diese Monographie ist eine Zusammenstellung aller Erfahrungen, die der Verfasser in mehr als 10 jähriger Arbeit auf diesem Gebiet gesammelt hat. Und er ist berufen dazu, uns in einer solchen Zusammenfassung die Vor- und Nachteile der Methode zu bringen, ist er doch, wie das schon von dem Referenten an anderer Stelle hervorgehoben ist, der Schöpfer dieses neuen Heilfaktors der chirurgischen Tuberkulose, nämlich der Allgemeinbehandlung mit Sonnenstrahlen. Wer das Buch durchliest und die glänzenden Abbildungen vor Augen hat, der kann sich nicht des Eindruckes erwehren, daß dieser neue Weg zur Behandlung tuberkulöser Prozesse im Körper zu ganz außerordentlich befriedigenden Resultaten führt. Wie *Rollier* selbst hervorhebt, ist der Gedanke der Sonnenbehandlung bei irgendwelchen krankhaften Zuständen kein neuer, und der geschichtliche Abriß, den er sozusagen als Einleitung für seine Ausführungen vorausschickt, gibt eine Illustration hierzu. *Rolliers* Verdienst ist es, den Gedanken der Sonnenbehandlung aufgegriffen und systematisch durchgeführt zu haben, indem er die früher geübte Lokalbestrahlung in eine Allgemeinbestrahlung umwandelte. Es ist ein minutiöses Arbeiten und nicht eine, wie man auf den ersten Blick hin denken sollte, schablonenmäßige Arbeit. Aus tastenden Versuchen heraus hat sich dem Verfasser eine ganz bestimmte Methode und ein nach bestimmten Gesichtspunkten genau geregelter Gang der Behandlung ergeben. Und was das Wertvolle an der Arbeit ist: es spricht aus den Zeilen zu dem Leser nicht bloß ein einfacher praktischer Arzt, sondern ein Mann, der sich für das, was er mit gutgeschultem Auge sieht, nach wissenschaftlichen Prinzipien Rechenschaft und Erklärung zu geben sucht. So ist die Art, wie er seinerzeit die ganze Methode inaugurierte, als eine wissenschaftliche, streng kritische zu bezeichnen. Vorversuche über die Qualität der Sonnenstrahlen im Hochgebirge mit physikalischen Untersuchungsmethoden und im weiteren Verlauf der Jahre die regelmäßige Kontrolle der von ihm behandelten Fälle mit Röntgenstrahlen, wodurch er für den Effekt seiner Behandlungsmethode eine objektive Unterlage schaffen konnte, sprechen für die gute Kritik von *Rollier*. Die

Erfolge, die er erzielte, überwiegen weit diejenigen, die der Chirurg mit anderen Maßnahmen erzielen kann, vorausgesetzt, daß eine genügend lange Behandlungszeit von monate-, ja jahrelanger Dauer gewährleistet wird. Weite Perspektiven läßt diese Methode zu, aber andererseits darf man nicht verkennen, daß sie noch in den Anfängen steht, daß wir vor allem Dauerresultate verlangen müssen, und daß wir endlich über die Art, wie die Sonnenstrahlen auf den Körper einwirken, weitere Klärung abwarten müssen. Die Hypothese, die *Rollier* der Wirkung der Sonnenstrahlen zugrunde legt, ist ja die, daß die kurzwelligen ultravioletten Strahlen die Braunfärbung der Haut in der Sonne zur Folge haben und der Hauptsache nach in der Haut absorbiert werden, daß die langwelligen Strahlen dagegen von Rot bis Gelb, die auch gleichzeitig bakterientötende Eigenschaften haben, in die Tiefe dringen und den Heilungseffekt auf den tuberkulösen Prozeß in der Tiefe auslösen, und daß gerade in der Braunfärbung der Haut ein kuratives Moment liegt, wie auch schon die Erfahrung gezeigt hat, daß diejenigen Fälle, die sich in der Sonne am schnellsten bräunten, die besten Heilungsergebnisse gaben. Und so schließt *Rollier*, daß der braune Farbstoff der Haut, die Sonnenpigmentierung den Zweck hat, die kurzwelligen Strahlen in langwellige umzuwandeln und dadurch die Summe der in die Tiefe penetrierenden Strahlen zu erhöhen.

Eine Gegenüberstellung der Sonnenbehandlung im Gebirge, in der Ebene und am Meere und ein objektiver Vergleich ihrer Vor- und Nachteile veranlaßt ihn, der Heliotherapie im Hochgebirge den Vorzug zu geben auf Grund der stärkeren Intensität, der größeren Gleichmäßigkeit der Sonne, auf Grund der Gleichmäßigkeit der Windverhältnisse und endlich der nicht zu unterschätzenden allgemein stärkenden Kraft der Höhenluft.

Wie Referent in einem Artikel über die chirurgische Behandlung der Knochentuberkulose ausgeführt hat, hat die Rolliersche Methode einen Umschwung in der ganzen Tuberkulosebehandlung gebracht, den sich in erster Linie Anhänger der konservativen Richtung zunutze gemacht haben. In diesem Sinne braucht der Ausspruch eines namhaften Chirurgen der Neuzeit, daß von 1500 chirurgischen Tuberkulösen an seiner Klinik im Laufe eines letzten Jahres nur 5 zur Operation kamen, keines weiteren Kommentars. Es ist aber in dem genannten Artikel auch der Nachteil, der dieser Methode anhaftet, hervorgehoben worden, daß sie nämlich im großen und ganzen nur für besser situierte Kreise geschaffen ist und da, wo soziale Momente in Frage kommen und die Abkürzung der Behandlung erfordern — und das ist in 98 % der in den Krankenhäusern in Behandlung stehenden Tuberkulösen der Fall —, die Heliotherapie mit chirurgischer Intervention in Betracht kommt.
Rudolf Bayer, Bonn.

Trömner, Hypnotismus und Suggestion. Leipzig, B. G. Teubner, 1913. II. Aufl. IV, 114 S. Preis geh. M. 1,—, geb. M. 1,25.

„Hypnose ist suggerierter und suggestibler, d. h. suggestionsbereiter Schlaf.“ Von 100 gesunden Menschen sind 90—95 zu hypnotisieren, z. T. sogar wider Willen. Objektive Zeichen für die Realität der Hypnose sind im Zustande der Katalepsie: feines Zittern der Augenlider; im tieferen Schlaf wandern die Augenlider hinter den geschlossenen langsam hin und her. Ferner besteht leichte, aber gleichmäßig über den ganzen Körper sich erstreckende Spannung der Mus-

keln, welche das Beharren der Glieder in gegebenen Stellungen bedingt. Dabei besteht auffallend geringe Ermüdbarkeit. Auch die im kataleptischen Stadium suggerierbare Analgesie ist nicht vorzutäuschen. Schließlich spricht das Mißlingen einzelner Versuche nach T. auch gegen Simulation.

Die Frage, ob ein Mensch in der Hypnose zu Verbrechen angestiftet werden könne, bejaht T. bedingt.

Mit einigen Worten wird auch auf die Bedeutung der Suggestion für die Kindererziehung hingewiesen. Insbesondere gibt Verfasser die Grenzen an, innerhalb deren man auf Erfolg rechnen kann.

Das Buch gibt in kurzer und präziser Form die wichtigsten Tatsachen über den Hypnotismus wieder. Es ist auch anregend geschrieben. *Hübner, Bonn.*

Darier, J., Grundriß der Dermatologie. Autorisierte Übersetzung aus dem Französischen. Mit Bemerkungen und Ergänzungen von *Jadassohn*. Berlin, Julius Springer, 1913. XVI, 543 S. und 122 Fig. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 24,50.

Das Buch ist eines der originellsten medizinischen Lehrbücher der Neuzeit, insofern das in demselben behandelte Gebiet der Hauterkrankungen von dem Verfasser gewissermaßen zweimal durchhackert wird, einmal nach rein morphologischen Gesichtspunkten und dann noch einmal nach ätiologischen oder, wie der Verfasser sich ausdrückt, nosologischen Gesichtspunkten. Diese doppelte Betrachtungsweise ist nicht nur theoretisch interessant, sondern auch praktisch und didaktisch sehr zweckmäßig. Besonders wertvoll wird das Buch in seiner deutschen Übersetzung dadurch, daß einer unserer hervorragendsten Fachmänner, *Jadassohn* in Bern, überall Ergänzungen eingefügt und da, wo er von dem Verfasser abweicht, auch seine gegenteilige Meinung zum Ausdruck gebracht hat. Trotzdem hat das Werk nicht in seiner Einheitlichkeit gelitten, ist vielmehr dadurch, daß es die Ansichten der beiden bedeutendsten Vertreter der deutschen und französischen Schule darlegt, am besten geeignet, den heutigen Stand der dermatologischen Wissenschaft zu charakterisieren. *A. Blaschko, Berlin.*

Stelz, Ludwig, Entstehung und Entwicklung des Menschen und Regeln für das Geschlechtsleben. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1913. VIII, 74 S. und 15 Tafeln. Preis kart. M. 3,—.

Seidel, A., Geschlecht und Sitte im Leben der Völker. Anthropologische, philosophische und kulturhistorische Studien. Berlin, Hugo Bermühler, 1913. XIII, 616 S. und 87 Tafeln. Preis M. 10,—.

Unter den zahlreichen in den letzten Jahren erschienenen Büchern, welche das Geschlechtsleben des Menschen in populärer Form behandeln, scheint mir das Stelzsche Buch, welches in erster Linie für Lehrer bestimmt ist, eines der allerbesten. Das Werkchen, dessen Verfasser selbst Pädagoge ist, ist aus dem inneren Gefühl heraus entstanden, daß die Schule sich einer Unterlassungssünde schuldig macht, wenn sie wie bisher ihren heranwachsenden Zöglingen die Belehrung über die Entstehung und Entwicklung des Menschen und die daran sich anschließenden Probleme vorenthält. Auch in Lehrerkreisen findet die Behauptung jetzt Widerhall, daß die alte Methode, die Jugend möglichst lange in Unwissenheit und „Unschuld“ zu erhalten, völlig versagt hat. Freilich, die Frage, wie man an unsere Jugend herantreten soll, ist eine der schwersten auf dem Gebiete der Pädagogik. Hier will nun das Stelzsche Buch dem Lehrer ein Führer sein, und diese Aufgabe ist dem Verfasser vorzüglich ge-

lungen. Ich kenne in der vorliegenden Literatur kaum ein Werk, das sich als Leitfaden auf diesem Gebiete so eignet, und aus diesem Grunde ist dem Werkchen weiteste Verbreitung zu wünschen. Da, wo die Schule die Verbreitung nicht in die Hand nehmen will, wird man es dem Schüler ohne Bedenken direkt in die Hand geben können.

Das gleiche Lob läßt sich den Seidelschen Studien nicht nachsagen. In drei großen Abschnitten wird hier das Sexualleben des Menschen, das sittliche Leben des Menschen und die Ethik des Geschlechtslebens in wortreichen Ausführungen besprochen. Eine Fülle von Abbildungen in technisch meist recht schlechter Ausführung und in dürftigem Zusammenhang mit dem Text scheinen durch ihren oft lasciven Charakter dazu bestimmt, die Käufer anzulocken und geben dem Buch sein unwissenschaftliches Gepräge. Der Büchermarkt ist leider mit derartigen Erzeugnissen heute überschwemmt, und für die Laien ist es oft schwer den Weizen von der Spreu zu sondern. Um so mehr aber ist es die Aufgabe der öffentlichen Kritik, bei der Besprechung derartiger Literatur auf den Unwert solcher minderwertigen Machwerke hinzuweisen.

A. Blaschko, Berlin.

Dakin, W. J., Pearls. Cambridge: at the University Press, 1913. — The Cambridge Manuals of Science and Literature.

Das Buch eines Zoologen über Perlen, Perlbildung und Perlfischerei, von dem Umfang und der Haltung der Bändchen, wie sie bei uns Göschen, Teubner und Quelle & Meyer verlegen. *Dakin* bespricht 1. die Perlen in der Geschichte der Menschheit; 2. wo Perlen gefunden werden; 3. die Anatomie der Perlmuschel (gemeint ist die *Margaritifera maxima* von Ceylon) und den Bau ihrer Schale; 4. die Lebensgeschichte und die Lebensbedingungen der Perlmuschel; 5. die Perle; 6. die Perlfischerei in Ceylon; 7. die Perlfischerei in andern Ländern; 8. die Entstehung der Perlen; 9. Perlen im Juweliengeschäft und im Handel, und anderes; 10. die Perlmuschel, den Händler und den Gelehrten. Eine kurze Bibliographie, ein kleines Glossar und ein Index beschließen das Buch.

Die Darstellung ist schlicht und klar, doch reizlos. Ebenso fehlt es den meisten Abbildungen an Plastik. Andererseits sind die Tatsachen mit großer Zuverlässigkeit wiedergegeben. Da *Dakin* der Biologie der Perlmuscheln des Süßwassers weniger Aufmerksamkeit zuwendet, wird man neben seinem Buch mit Gewinn den Aufsatz lesen, den hier kürzlich Dr. *Haas* veröffentlicht hat (*Die Naturwissenschaften*, 1914, Heft 5, S. 108).

Thilo Krumbach, Rovigno.

Rosenthal, Werner, Tierische Immunität. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. X, 329 S. Preis geh. M. 6,50, geb. M. 7,20.

Das Gebiet der Immunitätslehre ist bisher Nicht-ärzten eine terra incognita; ja, auch Ärzten, und zwar sonst recht gebildeten gilt dieses Gebiet als eine Art Geheimwissenschaft. Zum Teil hängt das damit zusammen, daß eine Anzahl sonst sehr verdienter Lehrer der Hygiene und Bakteriologie, aus welchen Gebieten sich erst die Immunitätswissenschaft entwickelt hat, selbst niemals ein richtiges Verhältnis zu diesem neuen Zweige gewinnen konnten. Andererseits hat dieses Gebiet so enge Beziehungen zu den von den meisten Medizinern gefürchteten Problemen der physikalischen Chemie, speziell der Kolloidchemie, daß nur wenige die Fähigkeit haben, hier gehörig einzudringen. Und doch han-

delt es sich dabei um höchst interessante Fragen; Fragen, die Beziehung haben zu den Problemen der Rassenbiologie, der Erhaltung der Art, dem Aufbau unseres Körpers aus ihm völlig fremden Substanzen, seinen Schutz- und Abwehrmitteln und den so wichtigen Problemen der Bekämpfung von Seuchen. So ist denn die Literatur der Immunitätswissenschaft geradezu beängstigend angewachsen. Aber es ist noch keine rechte Kongruenz in dem ganzen Gebiete. Hier finden sich mehr Tatsachen als Erklärungen, dort mehr Erklärungen als Tatsachen. Dadurch wird es außerordentlich schwer, eine befriedigende Darstellung dieses Wissenschaftszweiges zu geben; es ist vielleicht leichter in einem ganz kurzen Aufsatz, oder einem ganz ausführlichen Handbuche, als in einem Werke vom Umfang des vorliegenden, das alle wesentlichen Tatsachen bringen will — unter Vermeidung zu großer Detaillierungen. Das Rosenthalsche Buch hat aber das Richtige getroffen. Zum ersten Male wird hier ein Werk geboten, das trotz einer großen Gründlichkeit auch dem gebildeten Laien verständlich ist und ihn befähigt, gegebenenfalls auch in Detailfragen einzudringen. Es gibt kaum einen größeren Gegensatz als *H. Muchs* Immunitätswissenschaft und das vorliegende. *Much* mit seiner eleganten, fast romanhaften Darstellung, jätet fast alles aus, was seine Ansichten, Anschauung oder Darstellung stören könnte. *Rosenthals* Buch sucht jeder Tatsache und jeder fremden Ansicht gerecht zu werden. So erklärt sich eine gewisse Schwerfälligkeit, die durch das Werk hindurchzieht. Sie ist mir in letzter Linie lieber als das Gegenteil. Der Satzbau ist allerdings mehrfach komplizierter als es unbedingt notwendig wäre. Am Schlusse des Buches gibt der Autor noch einmal eine Anzahl sehr hübscher Tabellen, aus denen man sich noch einmal klar machen kann, welches umfangreiche Gebiet man mit ihm durchwandert hat. Hier findet sich auch eine interessante prinzipielle Auseinandersetzung über die Methodik der Forschung auf diesem Gebiete. Diese Auseinandersetzung begründet auch, warum der Autor vielfach nicht die bequemer scheinenden Wege des Schematismus gegangen ist. In letzter Linie ist es ja auf allen Gebieten so, daß man bequemer und gewinnbringender durch ein ausführliches Lehrbuch, ja ein Handbuch, als durch ein Compendium gefördert wird. In einzelnen kleinen Fragen wird man einer anderen Meinung sein können als der Autor. So beruht z. B. sicher die Disposition gewisser Individuen auf häufigen Streptococcenerkrankungen nicht immer auf sogenanntem latente Mikrobismus. Der Titel ist nicht ganz richtig gewählt. Zurzeit erstreckt sich die Immunitätswissenschaft, mit geringen Ausnahmen nur erst auf Wirbeltiere, und auch nur deren Immunitätsverhältnisse sind vom Autor berücksichtigt. Der Titel ist daher etwas zu weit gefaßt.

Es ist dem trefflichen Buche eine Verbreitung nicht nur in Ärztekreisen zu wünschen.

E. Jacobsthal, Hamburg.

Birnbaum, Karl, Die psychopathischen Verbrecher.
Berlin, P. Langenscheidt, 1914. 568 S. Preis geh. M. 18,—, geb. M. 21,—.

Als „psychopathisch“ bezeichnet Verfasser die auf abnormer Veranlagung beruhenden krankhaften Zustände leichter Art. Solche finden sich bei Verbrechern häufig, ohne daß deshalb jeder Verbrecher ohne weiteres abnorm ist.

Eine Aufgabe des Birnbaumschen Buches ist es nun, diejenigen Typen unter den Psychopathen zu beschreiben, welche kriminell besonders gefährdet sind.

Der Verfasser will ferner verständlich machen, wie einzelne Charakterzüge für die Entstehung bestimmter verbrecherischer Handlungen von Bedeutung sind.

Unter diesen Gesichtspunkten bespricht er die mit pathologischen Moraledefekten Behafteten, zu denen er die geborenen Verbrecher rechnet, die Gefühlsstumpfen, die Haltlosen, die Psychopathen mit gesteigerter Affektivität und Impulsivität, die pathologischen Egoisten, Lügner, Querulanten und zahlreiche andere Typen.

Auch der weiblichen Kriminalität ist ein besonderes Kapitel gewidmet. In demselben sagt Verfasser u. a., daß der weibliche Anteil an der Kriminalität der Psychopathen kein großer ist. Er erklärt das einmal dadurch, daß weibliche Entartete überhaupt seltener sind; außerdem spielen auch hier alle diejenigen Momente eine Rolle, welche das weibliche Verbrechen hinter dem männlichen zurücktreten lassen, z. B. „geschützte soziale Lage“, Fernhaltung von Verführung und Alkohol, Fehlen der aggressiven Eigenschaften. Mit einigen Bemerkungen geht der Verfasser auch auf die durch die „episodischen sexuellen Phasen“ (gemeint sind Menstruation, Schwangerschaft und Wochenbett) bedingte temporäre Herabminderung der Zurechnungsfähigkeit ein.

Ob *B.* das Kindesalter der Psychopathen mit Recht für forensisch wenig bedeutungsvoll hält, erscheint Referenten zweifelhaft. Wir wissen nur noch nicht viel davon, weil die Delikte der Kinder nur selten Gegenstand behördlicher Ermittlungen sind. Wenn man den Verhältnissen genauer nachgeht, findet man bei späteren Gewohnheitsverbrechern häufig bereits in der Kindheit die Anfänge der späteren Delinquenz. —

In einem zweiten großen Abschnitt behandelt *B.* die Beziehungen zwischen *Psychopathie* und *Strafwesen*. Hier gibt er auch praktische Anweisungen für die Behandlung der Entarteten im Strafvollzug (S. 466 u. ff.). So rät er, den in der Untersuchungshaft Erkrankten rasch in die Irrenanstalt zu überführen, ihn aber auch so bald wie möglich in den Strafvollzug zurückzuleiten, da allzulanger Anstaltsaufenthalt auch ungünstig wirkt.

Das Prinzip beim Strafvollzug, welches beobachtet werden muß, liegt darin, soviel wie möglich seelische Chokwirkungen zu vermeiden. Daher empfiehlt *B.* Milde, ev. Milieuveränderung, Verlegung in die Beobachtungsstationen u. a. m.

Ein dritter Abschnitt bespricht die strafrechtliche Behandlung und Versorgung der kriminellen Psychopathen. —

Das groß angelegte Buch, von dem leider nur Stichproben gegeben werden konnten, zeigt, daß sich sein Verfasser sowohl klinisch, wie praktisch aufs eingehendste mit den psychopathischen Kriminellen beschäftigt hat. Seine Beschreibungen werden deshalb auch dem Laien das Verständnis für diese so oft verkannten und falsch beurteilten Fälle bringen und diejenigen, welche in der Praxis mit Psychopathen zu tun haben, können aus dem Buche lernen, diesen Unglücklichen leidenschaftslos gegenüber zu treten und sie in die durch das Gesetz gegebenen Formen nach Möglichkeit einzupassen.

Hübner, Bonn.

Astronomische Mitteilungen.

Über Eigenbewegung und Entfernung der Plejaden macht *F. Hayn* (Leipzig) in Nr. 4737 der *Astronomischen Nachrichten* sehr beachtenswerte

Mitteilungen, die zum Zweck von photographischen Anschlüssen des Mondes an die Plejaden sowie zur Berechnung von Plejadenbedeckungen durch den Mond aus den vorhandenen Plejadenvermessungen hergeleitet wurden. Aus den relativen Eigenbewegungen der Plejadensterne wird deren absolute Eigenbewegung bestimmt, die in der Hauptsache nach Süden gelenkt ist und in Richtung des Antiapex (Gegenpunkt) der Sonnenbewegung stattfindet. Hayn zieht die durchaus wahrscheinliche Schlußfolgerung hieraus, daß die Eigenbewegung der Plejaden nur eine scheinbare sein dürfte und in der Hauptsache durch die parallaktische Verschiebung des Erdbeobachters gegen jene Sterngruppe zustande kommt. Die Sonne bewegt sich mitsamt dem Planetensystem mit einer Sekundengeschwindigkeit von etwa 21 km, ungefähr in Richtung des Herkules-Sternbildes (Apex der Sonnenbewegung) und legt daher im Jahre rund 660 Millionen Kilometer oder etwa 2,2 Erdbahndurchmesser im Raume zurück. Für die Entfernung der Plejadengruppe, deren Ausdehnung auf etwa 5 Lichtjahre (oder rund 47 Billionen Kilometer) zu veranschlagen ist, findet Hayn im Mittel 200 Lichtjahre (etwa 1860 Billionen Kilometer).

Der neue Komet 1914 b, der von Zlatinsky entdeckt wurde und ziemlich hell, von der 4. Größenklasse war, hat sich inzwischen auf seiner parabolischen Bahn schon ziemlich weit von der Sonne entfernt und kann gegenwärtig nur noch im Fernrohr als Gestirn der 8. Größenklasse wahrgenommen werden. Übereinstimmend wird berichtet, daß aus dem ziemlich verwaschenen Kometenkopf ein deutlicher Schweif, wie gewöhnlich in einer von der Sonne abgewendeten Richtung hervorkommt.

Zur bevorstehenden totalen Sonnenfinsternis vom 21. August d. J. gibt H. Kolbow (Düsseldorf) im Juniheft der *Mitteilungen* der „Vereinigung von Freunden der Astronomie“ eine wichtige Zusammenstellung derjenigen Aufgaben, die bei jener seltenen Gelegenheit auch für Laien-Astronomen zu erledigen sind. Da die Dauer der totalen Verfinsterung diesmal über zwei Minuten beträgt, wird jene Himmelserscheinung nicht nur sehr imposant, sondern zugleich auch recht geeignet sein, um die noch immer etwas rätselhafte Korona der Sonne, nur bei totalen Sonnenfinsternissen sichtbar, zu untersuchen. Zunächst handelt es sich um möglichst genaue Beobachtungen der Berührungen von Mond- und Sonnenrand im Fernrohr nach den Angaben einer Präzisionsuhr (auch Taschenuhr, wenn der Gang zuverlässig und der Stand mit einer Normaluhr verglichen ist). Vier Kontaktmomente können nur in der Totalitätszone beobachtet werden, während in Deutschland, wo die Sonnenfinsternis eine partielle (Sonnenscheibe wird durchschnittlich bis auf etwa $\frac{85}{100}$ bedeckt) bleibt, nur der erste und letzte Kontakt zu messen ist. Außer einer photographischen oder zeichnerischen Aufnahme der ganzen Finsterniserscheinung handelt es sich ferner vor allem um eine möglichst getreue Aufnahme der Korona, am besten auf photographischem Wege und, falls das nicht möglich ist, durch zeichnerische Wiedergabe. Außerdem muß noch auf verschiedene interessante Nebenerscheinungen geachtet werden, nämlich auf die sogen. „fliegenden Schatten“ und das gesamte Landschaftsbild. Auch die Abnahme der Lufttemperatur nach einem guten Thermometer muß beachtet werden, und schließlich verdient das Profil des Mondes auf der Sonnenscheibe in einem guten Fernrohr Beachtung, wozu auch an Orten, die

nicht in der Totalitätszone liegen, Gelegenheit zum Beobachten gegeben ist.

Das Titius-Bodesche Gesetz der Planetenentfernungen, das ein sehr interessantes Zahlenspiel nach Formel Distanz $D = 4 + 3 \cdot z$ ist, wo z der vom dritten Gliede ab geometrischen Reihe 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 entspricht, hat nach einer beachtenswerten Mitteilung von G. Deutschland (Leipzig) im Juniheft der *Mitteilungen* der „Vereinigung von Freunden der Astronomie“ eine viel größere Bedeutung zur Darstellung der mittleren Geschwindigkeiten der Planeten als der mittleren Abstände von der Sonne. Die mittlere Geschwindigkeit v der Planeten steht zu den Abständen in Beziehung, und zwar auf folgende

Weise $v^2 = \frac{c}{4+3z}$, wo c als Konstante so gewählt ist,

daß die mittlere Geschwindigkeit von Merkur 100 wird. Alsdann ergibt sich die folgende Tabelle für die nach dem Titius-Bodeschen Gesetz abgeleiteten Werte der mittleren Distanzen und Geschwindigkeiten:

	z	D	v
Merkur	0	4	100
Venus	1	7	75,6
Erde	2	10	63,2
Mars	4	16	50,0
Planetoiden . .	8	28	37,8
Jupiter	16	52	27,7
Saturn	32	100	20,0
Uranus	64	196	14,3
Neptun	128	388	10,2

Während die Darstellung der mittleren Entfernungen bis zum Neptun bis auf durchschnittlich 3 % richtig ist und nur der Planet Neptun mit einer wahren Entfernung von 300 gegen die aus dem Zahlenspiel hergeleitete von 388 ganz aus der Reihe fällt, stimmen die mittleren Geschwindigkeiten für sämtliche Planeten durchschnittlich bis auf $2\frac{1}{2}$ % mit den nach Titius-Bode berechneten überein. Die obige Tabelle ist in jedem Falle recht lehrreich und übersichtlich, um wenigstens das gegenseitige Verhältnis der Abstände und Bahngeschwindigkeiten der einzelnen Planeten sich dem Gedächtnis einzuprägen. So erkennt man sofort, daß Mars $1\frac{1}{2}$ -mal so weit von der Sonne absteht wie die Erde, Jupiter 5-mal, Saturn 10-mal und Neptun 30-mal. Ferner ergibt sich sofort, daß die Bahngeschwindigkeit des Mars die Hälfte derjenigen von Merkur beträgt, die des Saturn nur $\frac{1}{5}$ und die des bisher äußersten Planeten Neptun nur $\frac{1}{10}$ der Merkurgeschwindigkeit. A. Marcuse.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

In einem Aufsatz über die Bestimmung des elektrischen Elementarquantums auf mechanisch-thermischem Wege sucht F. Wächter nachzuweisen, daß der Begriff „elektrisches Elementarquantum“ als eine nicht unterschreitbare Naturkonstante ganz unberechtigt sei. Er vergleicht zu diesem Zweck die Energiemenge, welche der durch ein Volt erzeugten Geschwindigkeit entspricht, mit der Energie, welche zur Temperaturerhöhung um einen Grad Celsius erforderlich ist, indem er in beiden Fällen die Masse eines Elektrons als Maß annimmt. Die durch ein Volt Spannung an einer Elektrode im luftleeren Raum einem Elektron erteilte Geschwindigkeit beträgt 580 000 m und nach der kinetischen Gastheorie vermöge der Wärmebe-

wegung die Geschwindigkeit eines Elektrons bei 10^4 abs. 6696 m. Die beiden Energiemengen müssen sich aber wie die Quadrate dieser Geschwindigkeiten verhalten und daher die „elektrische Ladung“ rund das 7500-fache ($= 580\,000^2 : 6696^2$) der „Wärmemenge“ sein. Bezeichnet man nun als „thermisches Elementarquantum“ die Energie, durch welche die Temperatur eines Moleküls um 1°C . erhöht wird, so kann man das 7500-fache dieses Wertes als „elektrisches Elementarquantum“ ansehen. Ein solches elektrisches Elementarquantum kann man aus der kinetischen Energie der Gasmoleküle berechnen, indem man das thermische Elementarquantum eines Wasserstoffmoleküls, d. h. $\frac{1}{273}$ seiner Energie bei 0° , bestimmt. Das 7500-fache dieses Wertes liefert, auf elektrisches Maß umgerechnet, $3,01 \times 10^{-10}$ E. S. E. Ebenso kann man die spezifische Wärme fester Körper hierzu benutzen. Ein Silberatom ergibt, wenn die spezifische Wärme des Silbers 0,0570 und sein Atomgewicht 108 beträgt, den Betrag $6,21 \times 10^{-10}$ E. S. E. Desgleichen findet man bei Benutzung der spez. Wärme flüssiger Verbindungen aus den Konstanten des Wassers $6,06 \times 10^{-10}$ E. S. E. und aus denen des Schwefelkohlenstoffs $3,37 \times 10^{-10}$ E. S. E. und unter Benutzung der spez. Wärme des Sauerstoffs bei konstantem Druck $4,41 \times 10^{-10}$ E. S. E. Alle diese Werte liegen sehr nahe bei den von verschiedenen Forschern, H. A. Wilson, J. J. Thomson u. a., gefundenen Werten für das elektrische Elementarquantum. Der Begriff „elektrische Ladung“ eines Elektrons scheint hiernach identisch zu sein mit dessen jeweiliger lebendiger Kraft. Die Geschwindigkeit eines Elektrons kann aber auch geringer sein als 6696 mm und deshalb muß es kleinere Ladungen geben als dem Betrage des elektrischen Elementarquantums entspricht, wie dies die Untersuchungen von F. Ehrenhaft (s. diese Zeitschrift Heft 15, S. 379) auch bestätigt haben. (*Ann. d. Phys.* [4] 44, 127, 1914.)

Steinsalz wird bereits weit unterhalb seines Schmelzpunktes plastisch. Eine Erhöhung seiner Temperatur auf 200° von 100° vergrößert seine Biegsamkeit schon ganz bedeutend. Ein Bernburger Bergmann, Engelhardt, hat seit 45 Jahren aus Steinsalz kleine Kunstgegenstände geformt, indem er es vorher in heißes Wasser brachte. Von K. Kleinhanns sind daraufhin Untersuchungen über die Abhängigkeit der Plastizität des Steinsalzes vom umgebenden Mittel angestellt worden. Bei den Versuchen wurden Stäbchen von 3–5 mm Dicke benutzt. Von 50 solcher Stäbchen ließ sich in Öl von 100° ein einziges noch schwach biegen. In kochendem Wasser gelang die Biegung dagegen überraschend gut, selbst bei dickeren Stäbchen. Es zeigte sich, daß die Biegung nur gelang in solchen Medien, die Lösungsmittel für Kochsalz sind, nicht aber in Öl, in gesättigter Chlornatriumlösung, in Amylalkohol, in Xylol und ähnlichen Flüssigkeiten. (*Phys. Z.* 15, 362, 1914.)

Für die Zusammendrückbarkeit des Eises haben Richards und Speyer durch direkte experimentelle Versuche bei der Temperatur $-7,03^\circ$ für Drucke von 100 bis 500 Megabar den Wert 0,000 312 0 gefunden. Er nimmt mit steigendem Drucke nur ganz unmerklich zu und beträgt ungefähr $\frac{1}{4}$ von der Zusammendrückbarkeit des Wassers bei der gleichen Temperatur. (*J. Am. Chem. Soc.* 36, 491, 1914.)

Über mikroseismische Bewegungen hat W. Pechau in Jena während einer Reihe von Jahren fortlaufende Beobachtungen angestellt und zwei Arten solcher Bewegungen unterschieden, nämlich Bewegungen mit

einer Periode von 5–10 Sekunden und Bewegungen von 40–81 Sekunden Periodendauer. Die Bewegungen von kürzerer Periode bezeichnet er als eigentliche mikroseismische Bewegungen, die von längerer Periode als Pulsationen. Die ersteren scheinen eine rein lokale Bedeutung zu haben und durch Windwogen hervorgerufen zu sein. Sie sind sowohl in ihrer Periode wie auch in ihrer Amplitude von der Temperatur abhängig. Im Sommer betragen sie etwa $0,5 \mu$ bei 6 Sekunden Periodendauer und im Winter 15–20 μ bei einer Periode von 10 Sekunden. Die Pulsationen dagegen sind offenbar vom Luftdruckgradienten abhängig; je steiler dieser ist, um so größer fällt ihre Amplitude aus. Für gewöhnlich bilden sie nur flache Wellen, die oft tagelang anhalten, sie arten aber in Zacken aus, wenn in der Nachbarschaft starke Stürme vorbeiziehen. (*Phys. Z.* 15, 415, 1914.)

In der Hüttenpraxis hat man ein einfaches Verfahren, Erz und Gestein voneinander zu trennen, indem man das zu behandelnde Gemisch pulverisiert und auf Wasser bringt. Wird das Material soweit zerkleinert, daß es durch ein Sieb mit einem Maschendurchmesser von 0,65 mm hindurchgeht, so bleiben z. B. die Körnchen von Bleiglanz und Zinkblende auf dem Wasser schwimmend, während die von Grauwacke und Tonschiefer unter sinken. Dabei beträgt das spez. Gewicht des Bleiglanzes 7,5, das der Zinkblende 4,0, das der Gesteine aber weniger als 3. Diese Tatsache hat S. Valentin veranlaßt, die Beziehung zwischen Randwinkel und Schwimmvermögen bei den in Frage kommenden Stoffen zu untersuchen. Er fand als Randwinkel bei der Benetzung mit Wasser in Luft für Bleiglanz $70\text{--}75^\circ$, für Zinkblende $69\text{--}72^\circ$, für Grauwacke aber nur 8° und für Tonschiefer $3\text{--}6^\circ$. Die Größe des Randwinkels ermöglicht also das Schwimmvermögen des Stoffes. Es läßt sich für das Schwimmvermögen eine mathematische Relation aufstellen zwischen dem Randwinkel des Stoffes, seinen sonstigen physikalischen Eigenschaften und seinen Dimensionen. Aus dieser geht hervor, daß der Randwinkel θ größer sein muß als der Winkel τ der Tangentialebene im Berührungspunkt zwischen dem Korn und der Wasseroberfläche gegen die Horizontalebene, und daß die Schwimmfähigkeit des Kornes bedingt ist durch die Größe der Differenz $\theta - \tau$. (*Phys. Z.* 15, 425, 1914.)

Man nimmt gewöhnlich an, daß beim Bunsenbrenner die heißeste Temperatur sich in der Nähe des Saumes der Flamme befindet. So hat man beim Mekerbrenner in 12 mm Höhe 1600° beobachtet, in 25 mm Höhe aber 1800° . C. Killing hat nun durch Versuche mit feinen Platindrähten festgestellt, daß beim Mekerbrenner die heißeste Temperatur in 1 mm Höhe, d. h. unmittelbar über den in einer Ebene liegenden Spitzen der kleinen grünen Innenkegelchen sich befindet und hat auf diese Tatsache die Konstruktion einer neuen, sehr ökonomischen Gasglühlicht-Hängelampe gegründet. Er verschließt den Brennermund eines Hängebrenners von 14,5 mm lichter Weite mit einem Sieb aus Drahtgewebe, aus durchlochem Blech, Speckstein oder anderem geeigneten Material, welches so beschaffen sein muß, daß es keine wesentliche Drosselung des Gasluftstromes herbeiführt, z. B. durch ein Netz aus $\frac{1}{4}$ mm starkem Chromdraht mit $1\frac{1}{2}$ mm lichter Maschenöffnung. Beim Anzünden bilden sich dicht darunter die kleinen grünen Innenkegel und in deren Nähe, also in die heißeste Zone der Flamme bringt er den Glühkörper, indem er ihn höher montiert, als dies bei den bisherigen Hängebrennern üblich ist. Die Lichtstrahlung in der

Richtung nach unten ist bei der neuen Lampe außerordentlich groß. Es wird bei ihr eine Lichtausbeute von 153 Kerzen für 100 Liter Gasverbrauch erzielt, wie dies bisher nur mit Preßgas erreicht worden ist. Die dauernde Lichtausbeute beträgt 145 Kerzen. Dabei gestattet die Lampe die Benutzung außerordentlich kurzer Glühkörper, was deren Lebensdauer erhöht. (*J. f. Gasbel.* 57, 217, 1914.)

Die **Reflexionsfähigkeit einiger schwarzer Substanzen** hat *J. Königsberger* bestimmt. Er fand, daß schwarzes, mattes Papier, wie es zum Einwickeln photographischer Platten verwandt wird, 0,000 45 des auffallenden Lichtes reflektiert, von Staub befreiter, tief schwarzer Sammet aber nur 0,000 006, so daß dieser also praktisch als schwarzer Körper zu betrachten ist. Beim Ruß, der auf Messing niedergeschlagen wurde, zeigte sich das Reflexionsvermögen von der Art des Berußens abhängig, es schwankte zwischen 0,0005 und 0,000 01. Dasselbe ist beim Platinschwarz der Fall. (*Ann. d. Phys.* 43, 1219, 1914.)

Unter allen Spektrallinien wird die D-Linie der Kochsalzflamme bei optischen Untersuchungen am meisten angewandt. Für das Verhältnis der **Intensitäten der beiden Linien D_1 und D_2** , aus denen D besteht, nimmt man gewöhnlich 1 : 1,35 an; es sind aber auch schon höhere Werte 1,5 und 1,6 angegeben worden. *R. W. Wood* macht nun darauf aufmerksam, daß dieses Verhältnis von der Stärke der benutzten Flamme abhängt und um so größer ist, je schwächer die Flamme. Er fand bei der spektrophographischen Aufnahme eines Mekerbrenners, dessen Flamme durch das in der Luft des Zimmers enthaltene Natrium gefärbt wurde, daß die Intensität von D_1 bei der Exposition von 4 Minuten nur um einen Schatten größer ist als jene von D_2 bei der Exposition von einer Minute, während sie bei 3 Minuten Expositionsdauer deutlich geringer ist. Hiernach ist D_2/D_1 ungefähr gleich 3,75. Dies ist als das wahre Intensitätsverhältnis der beiden Linien anzusehen; denn durch Verstärkung der Flamme tritt bei D_2 eine stärkere Selbstumkehrung auf als bei D_1 und hierdurch wird ihr Intensitätsverhältnis geändert. (*Phys. Z.* 15, 383, 1914.)

Beim Polieren von Kupfer werden die in dessen Oberfläche befindlichen Höhlungen durch eine glasurartige **Schicht** überdeckt, die nach Untersuchungen von *G. T. Beilby* **durchsichtig oder durchscheinend** ist. Die Feinpolitur des Kupfers wurde mit feinem Leinen hergestellt, das über eine ebene, harte Fläche gespannt und mit einem der für Messing üblichen flüssigen Poliermittel befeuchtet war. Bei starker Vergrößerung erschienen die vor dem Polieren im Kupfer vorhanden gewesen Höhlungen als blaue Flecke auf dem schwach rot gefärbten Grunde des festen Metalles. Einige erschienen gleichförmig blau, andere zeigten Flecke von Rot an einzelnen Stellen. Es erwies sich, daß diese Flecke durch Reflexion von der inneren Bodenfläche der Höhlungen verursacht waren. Die darüber befindliche, durch Polieren entstandene Schicht wurde von dem Licht des Erleuchtungsapparates im Mikroskop durchdrungen und von der metallischen Bodenfläche durch die Schicht zurück ins Mikroskop reflektiert. Durch vorsichtige Behandlung der Oberfläche mit einem Lösungsmittel läßt sich die deckende Schicht von den Höhlungen wegätzen, so daß diese dann offen daliegen. Die Dicke dieser Schicht beträgt ungefähr 10 bis 20 Mikromillimeter. (*Nature* 92, 691, 1914.)

Den Einfluß eines **Zusatzes von Aluminium zu Kupfer-Nickel-Legierungen** hat *Léon Guillet* untersucht. Er fand, daß bereits ein sehr geringer Zusatz von Al die Eigenschaften der Legierungen bedeutend verbessert, was vielleicht auf die Reduktion der im Metallbade befindlichen Oxyde durch das Al zurückzuführen ist. Zerreißfestigkeit und Härte steigen sehr schnell an mit dem Al-Gehalt, gehen dann durch ein Maximum und nehmen schließlich wieder ab. Bei einem Gehalt von 14 bis 16 % Al wurden die untersuchten Legierungen (von 60—90 % Cu) so brüchig, daß sie nicht mehr bearbeitet werden konnten. Das Maximum der Zerreißfestigkeit und Härte war um so größer, je geringer der Cu-Gehalt der Legierungen, und es entsprach einem um so niedrigeren Al-Gehalt, je höher der Cu-Gehalt darin war. Von den Legierungen mit 60 % Cu hatte die aluminiumfreie Legierung eine Festigkeit von 11,6; das Maximum trat bei 6,8 % Al auf und betrug 74,0. Die Festigkeit der aluminiumfreien unter den Legierungen mit 83 % Cu war gleich 10,0 und bei dem Gehalt von 3,01 % Al 59,6. Unter den Legierungen von 90 % Cu hatte die aluminiumfreie eine Festigkeit von 12,5 und die größte Festigkeit, nämlich 53,0, zeigte die Legierung mit 2 % Al. Durch Schmieden ließen sich die mechanischen Eigenschaften mancher Legierungen verbessern. So hatte die Legierung 82,2 Cu + 2,5 Al + 14,98 Ni + 0,23 Zn + 0,06 Fe unmittelbar nach dem Gießen eine Festigkeit von 58,6 bei einer Dehnung von 5 %. Durch Schmieden und Ausglühen stieg die Festigkeit auf 77,8 bei 11 % Dehnung. (*C. R.* 158, 704, 1914.)

Bei der spektrophographischen Untersuchung des Orionnebels haben *Bourget, Fabry und Buisson* eine ultraviolette Doppellinie 3726—3729 aufgefunden, die keinem der bisher bekannten Gase angehört. Aus dieser Linie schließen sie auf die Existenz eines **neuen Elementes**, das sie **Nebulium** nennen und das vermutlich das Atomgewicht 3 besitzt. Seine Temperatur wird auf 15 000° geschätzt. (*C. R.* 158, 1017, 1914.)

Ein **Hochvakuum** läßt sich nach *Th. R. Merton* mit Hilfe von **fein verteiltem Kupfer** herstellen. Das unter der Bezeichnung „Cu präcipitatum“ käufliche Kupfer, welches durch Reduzierung einer Kupfersalzlösung erhalten wird, absorbiert nämlich Gase mit großer Schnelligkeit und kann zur Herstellung eines Hochvakuums benutzt werden, da die Dampfspannung der absorbierten Gase sehr gering ist. Man verbindet einen Kolben, der einige Gramm dieses Kupfers enthält, mit dem zu evakuierenden Gefäß und pumpt dieses mit Hilfe einer Luftpumpe teilweise aus, indem man das Kupfer auf etwa 250° erhitzt. Wenn man dann die Luftpumpe abtrennt und das Kupfer abkühlen läßt, werden die in dem Gefäß verbliebenen Gase außerordentlich schnell absorbiert. Mit 2 bis 3 g Cu kann eine kleine Vakuumröhre in sehr kurzer Zeit soweit entleert werden, daß kein Strom mehr hindurchgeht, wozu man nur eine Quecksilberluftpumpe in Verbindung mit einer kleinen Chlorcalciumröhre für das Vorpumpen braucht. Bei der Absorption findet keine chemische Bindung statt, da die Gase beim Erhitzen des Kupfers wieder entweichen. Während des Entleerens verschwinden zuerst die Kohlenstoffbanden, dann die des Stickstoffs und zuletzt die des Wasserstoffs. Helium scheint nicht merklich absorbiert zu werden, wie dies auch nicht durch Kohle geschieht. (*J. Chem. Soc.* 105, 644, 1914.)
A. Mahle, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
JUL 17 1914
U. S. Department of Agriculture

Heft 27.

3. Juli 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn.

I. Fundbericht. Von *Geheimrat Prof. Dr. Max Verworn, Bonn.* S. 645.

II. Die Kulturstufe des Fundes. Von *Geheimrat Prof. Dr. Max Verworn, Bonn.* S. 646.

III. Die Skelete. Von *Geheimrat Prof. Dr. R. Bonnet, Bonn.* S. 647.

IV. Über das geologische Alter der Fundstelle. Von *Geheimrat Prof. Dr. G. Steinmann, Bonn.* S. 649.

Ein Fortschritt in der Biologie der Fische. Bericht-

erstattung von *Geheimrat Prof. Dr. Hensen, Kiel.* S. 650.

Das neue Röntgenrohr nach Coolidge. Von *Dr. F. P. Kerschbaum, Berlin-Dahlem.* S. 654.

Die geographische Bedingtheit der pommerschen Moore. Von *Dr. Joh. Dreyer, Rendsburg.* S. 657.

Zuschriften an die Herausgeber:

Der Bogen des Odysseus. Von *Johann Taaks, Dresden.* S. 660.

Besprechungen. S. 660.

Physikalische Mitteilungen. (*Autoreferate*). S. 667.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Pettzelle angenommen.

Bei jährlich 6 12 24 52 maliger Wiederholung
10 20 40 80 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

Soeben begann zu erscheinen:

Sammlung Vieweg

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik.

Die „Sammlung Vieweg“ will es sich zur besonderen Aufgabe machen, Wissens- und Forschungsgebiete, Theorien, chemisch-technische Verfahren usw., die im Stadium der Entwicklung stehen, durch zusammenfassende Behandlung unter Beifügung der wichtigsten Literaturangaben weiteren Kreisen bekanntzumachen und ihren

augenblicklichen Entwicklungsstand zu beleuchten.

Sie will dadurch die Orientierung erleichtern und die Richtung zu zeigen suchen, welche die weitere Forschung einzuschlagen hat.

Die in der „Sammlung Vieweg“ zu behandelnden Fragen sollen **Mathematik, theoretische, experimentelle und Kosmische Physik, reine und angewandte Chemie, Mineralogie, Geologie usw.** umfassen; ferner **die gesamte chemische Technik, Maschinen- und Bautechnik, soweit sie die Ergebnisse wissenschaftlicher Methoden, Forschungen oder Berechnungen in die Praxis umsetzen, Schiffbautechnik, Luftfahrt- und Flugtechnik, Motorentchnik, Elektrotechnik usw. usw.** Eine weitere Abteilung ist dem Gesamtgebiet der **biologischen Forschung** gewidmet. (Dissertationen und ähnliche Schriften bleiben ausgeschlossen.)

Die Hefte werden je nach den zur Bearbeitung stehenden Fragen und den sonstigen Umständen einzeln oder zu mehreren erscheinen.

Als Herausgeber der einzelnen Gebiete, auf welche sich die Sammlung Vieweg zunächst erstreckt, sind tätig:

Physik

(theoretische und praktische, und Mathematische Probleme):

Professor **Dr. Karl Scheel**,
Physikalisch-Technische
Reichsanstalt, Charlottenburg;

Kosmische Physik

(Astrophysik, Meteorologie u.
wissenschaftliche Luftfahrt —
Aerologie — Geophysik):

Geh. Reg.-Rat Professor **Dr.
med. et phil. R. Assmann**, Kgl.
Aeron. Observat. Lindenberg;

Chemie

(Allgemeine, Organische und
Anorganische Chemie, Physi-
kal. Chemie, Elektrochemie,
Technische Chemie usw.)

Professor **Dr. B. Neumann**,
Techn. Hochschule, Breslau;

Technik

(Elektro-, Maschinen-, Schiff-
bautechnik, Flugtechnik,
Motoren, Brückenbau):

Professor **Dr.-Ing. h. c. Fritz
Emde**, Technische Hoch-
schule, Stuttgart;

Biologie

in ihrem ganzen Umfange, Im-
munitätsforschung, Pharma-
kodynamik, Chemotherapie):

Professor **Dr. phil. et med.
Carl Oppenheimer**, Berlin-
Grunewald.

Bisher erschienen folgend genannte Hefte:

- Heft 1.** **Dr. R. Pohl — Dr. P. Pringsheim**, Die lichtelektrischen Erscheinungen. Mit 36 Textabbildungen. M. 3.—.
Heft 2. **Dr. C. Freiherr von Girsowald**, Anorganische Peroxyde und Persalze. M. 2,40.
Heft 3. **P. Béjeuhr**, Der Blériot-Flugapparat und seine Benutzung durch Pégoud vom Standpunkt des Ingenieurs. Mit 26 Abbildungen im Text. M. 2.—.
Heft 4. **Dr. St. Loria**, Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. Mit 3 Textabbildungen und einer Tafel. M. 3.—.
Heft 5. **Dr. A. Gockel**, Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Mit 10 Textabb. M. 3.—.
Heft 6. **D. Sidersky**, Brenneifragen. Kontinuierliche Gärung der Rübensäfte. Kontinuierliche Destillation und Rektifikation. Mit 24 Textabbildungen. M. 1,60.

Ein Verzeichnis der in Aussicht genommenen zahlreichen weiteren Hefte steht kostenfrei zu Diensten.

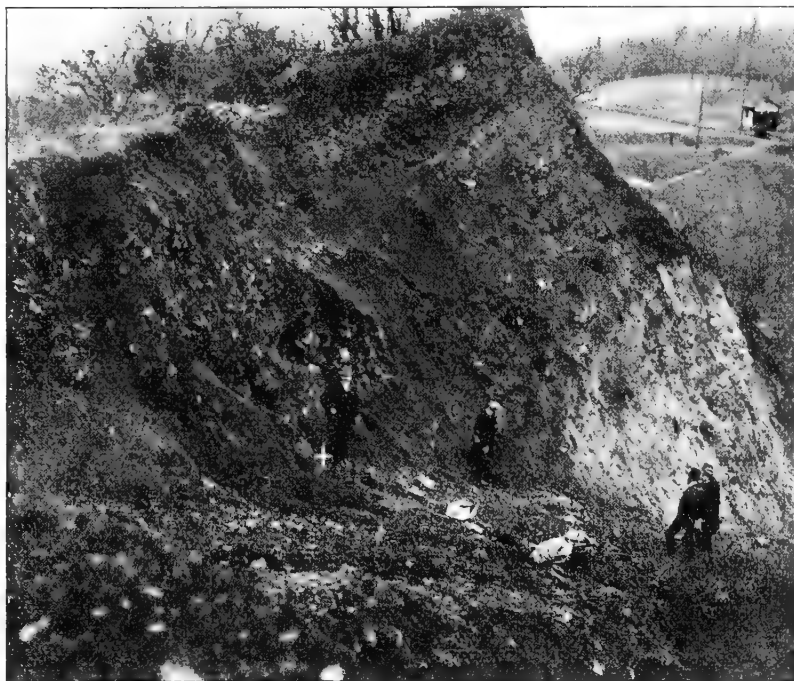
Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn¹⁾.

I. Fundbericht.

Von Max Verworn.

Am 18. Februar dieses Jahres teilte der Steinbruchbesitzer Herr *Uhrmacher* aus Obercassel der Universität Bonn mit, daß in seinem Steinbruch zwei menschliche Skelette und ein „Haarpfeil“ gefunden worden seien, und fragte an, ob einer der Herren Professoren Interesse an dem Funde hätte und ihn sich ansehen wollte. Er sei evtl. bereit,

Nach der Mitteilung erwarteten die Herren einen Fund aus der Metallzeit. Sie waren daher nicht wenig überrascht, als der „Haarpfeil“ sich als ein paläolithisches Knochenwerkzeug aus der Renntierperiode erwies. Die Überraschung wurde noch größer bei der Besichtigung der Skelette und der Fundstelle. Es konnte nach allem kein Zweifel mehr sein, daß das Knochenwerkzeug und die Skelette gleichaltrig waren und daß hier zwei nahezu vollständige Menschengesamtheiten von bewundernswerter Erhaltung aus der Renntierzeit vorlagen. Die Herren *Max Verworn*, *Bonnet*, *Steinmann*, *Heiderich* und *Stehn* nahmen sich



Basaltschotter.

Diluviale
Sandschicht.

Fig. 1. Fundstelle der Skelette von Obercassel bei Bonn. Bei † lagen die Skelette und Beigaben.

den Fund der Universität zu überlassen. Herr Prof. *Max Verworn*, dem der Brief übermittelt wurde, fuhr dann in Begleitung der Herren Prof. *Bonnet* und *Heiderich* nach vorhergehender Anmeldung bei Herrn *Uhrmacher* am 21. Februar zur Besichtigung des Fundes nach Obercassel. Herr *Uhrmacher* junior, der die Herren an der Bahn abholte, hatte den „Haarpfeil“ bei sich.

¹⁾ Die folgenden Berichte stellen die erste Originalmitteilung der Herren Geheimräte *Verworn*, *Bonnet* und *Steinmann* über die Obercasseler Funde dar, die zu den bedeutendsten dieser Art in Deutschland gehören.
Die Redaktion.

sogleich der Angelegenheit an und kamen überein, über den Fund erst nach Abschluß der vorläufigen Untersuchung in der Bonner Anthropologischen Gesellschaft eine genauere Mitteilung zu machen, um zu vermeiden, daß falsche Nachrichten über denselben in die Tagesblätter gelangten. Dennoch ist es leider nicht gelungen, solche Zeitungsnachrichten ganz zu verhindern. Am 23. Juni hielt die Bonner Anthropologische Gesellschaft eine Sitzung ab, in der die Herren *Max Verworn*, *Bonnet* und *Steinmann* den ersten umfassenden Bericht über den Fund erstatteten, von dem hier ein kurzer Auszug wiedergegeben sei.

II. Die Kulturstufe des Fundes.

Von Max Verworn.

Die Skelette waren bereits einige Zeit vor der Benachrichtigung der Universität auf Veranlassung des Aufsehers, der zufällig bei ihrer Auffindung zugegen war, von den Arbeitern dem Boden entnommen und in der Arbeitshütte geborgen worden, so daß die Bonner Anthropologen leider nicht mehr in der Lage waren, alle Einzelheiten der Situation durch eigene Ausgrabung genau festzustellen. Indessen ergab doch eine nachträgliche Ausgrabung noch eine ganze Anzahl weiterer Skeletteile und wichtiger Momente für die Beurteilung des ganzen Fundes.

Der Fundort liegt in der Nähe eines Basaltkegels, von dem im Laufe der Jahrzehnte bereits ein großer Teil durch den Steinbruchbetrieb abgetragen ist. An den Abhang des Basaltkegels lehnt sich eine mächtige diluviale Sandschicht an, die überlagert ist von einer spärlichen Lehmlage, auf der sich eine lose Schicht von Basaltschotter auftürmt, der im Laufe der Zeit vom Basaltkegel sich losgelöst hat. An der Basis dieses Basaltschotters zwischen die großen und kleinen Basaltblöcke eingebettet liegt die Fundstelle (Fig. 1). Hier lagen die Skelette, deren Orientierung nicht übereinstimmend gewesen zu sein scheint, kaum mehr als einen Meter voneinander getrennt, nach übereinstimmender Angabe der Arbeiter, von sehr großen Basaltplatten bedeckt in einer etwa 20—30 m dicken und etwa 3 m im Flächendurchmesser ausgedehnten, intensiv rot gefärbten Lage von kleineren Basaltstücken und Lehm. Durch die Angabe der Arbeiter, daß die Skelette von großen Basaltplatten bedeckt waren, wird allein ihre ausgezeichnete Erhaltung erklärt, die sonst in dem groben, schweren und scharfkantigen Schottermaterial völlig unverständlich bliebe. Der rote Farbstoff, welcher die Skelette und alle Steine in der genannten Ausdehnung umgab, bestand aus einem pulverigen Rötcl, welcher sich mit dem Lehm ziemlich gleichmäßig gemischt hatte. In dieser Verwendung der roten Farbe besteht eine völlige Analogie mit verschiedenen französischen und österreichischen Skelettfunden der Diluvialzeit, in denen typische Begräbnisse zu erblicken sind, wie z. B. in den „Roten Höhlen von Mentone“ und im Löß von Brünn.

Bei den Skeletten befanden sich verschiedene Beigaben, und zwar einerseits aus Knochen geschnittene Gegenstände und andererseits Tierknochen. Feuersteingeräte oder überhaupt nur Spuren von Feuersteinbearbeitung wurden nicht beobachtet. Auch wurden keinerlei Steingeräte aus andersartigem Material gefunden, so sorgfältig und oft die Fundstelle auch abgesucht und weiter frei gelegt wurde.

Die Knochengeräte liefern den wichtigsten Anhaltspunkt für die Feststellung der Kulturstufe und Zeitstellung des Fundes. Sie gestatten

glücklicherweise mit größter Schärfe und Genauigkeit die Zuweisung desselben in das untere Magdalénien. Der „Haarpfeil“, welcher nach Angabe der Arbeiter unter dem Kopf des einen Skelettes lag, ist ein aus hartem Knochen geschnittenes, ca. 20 cm langes, im Querschnitt rechteckiges, sehr fein poliertes Glättinstrument, ein sog. „lissoir“ von großer Schönheit der Arbeit und vorzüglicher Erhaltung (Fig. 2). An seinem Griffende ist ein kleiner Tierkopf ausgearbeitet, welcher Ähnlichkeit mit einem Nagetierkopf oder einem Marderkopf hat. Das andere Ende ist stumpf. Auf den Schmalseiten zeigt das Instrument eine für die Renntierzeit sehr charakteristi-



Fig. 2. Glättinstrument von Obercassel mit angeschnitztem Tierkopf und Kerbverzierungen. A breite Seite, B schmale Rückenansicht. $\frac{1}{2}$ nat. Größe.

sche Kerbschnittverzierung. Die zweite Knochenschnitzerei ist eine jener kleinen brettartig schmalen, auf beiden Seiten gravierten Pferdeköpfe, wie sie von Girod und Massénat in Laurerie basse und von Piette in den Pyrenäen in größerer Zahl und mannigfachen Variationen gefunden wurden und ein charakteristisches Leitfossil der unteren Magdalénien-schichten vorstellen. Das Obercasseler Exemplar, das sich in einzelnen Bruchstücken erst bei der Durchsicht der Menschenknochen fand, ist leider bei dem Ausgraben der Skelette zerbrochen worden und nicht mehr ganz vollständig. Außerdem sind noch zwei

weniger charakteristische Knochenstücke, welche Bearbeitung erkennen lassen, gefunden worden.

Nach allen Feststellungen kann kein Zweifel sein, daß es sich bei dem Funde um ein Begräbnis und nicht um einen Lagerplatz handelt. Vermutlich haben die diluvialen Jäger in der Nähe, wahrscheinlich im Schutze der Basaltwand, ihren Lagerplatz gehabt und die Toten mit ihren Beigaben in nicht allzu großer Entfernung davon beigesetzt, indem sie dieselben nach dem üblichen Ritus mit reichlichen Mengen roter Farbe umgaben und mit großen Steinen sorgfältig überdeckten.

III. Die Skelete.

Von R. Bonnet.

Außer den überraschend gut erhaltenen Schädeln nebst Unterkiefern eines männlichen und eines weiblichen Skeletes waren fast alle wichtigen Knochen entweder ganz oder bruchstückweise geborgen worden. Es fehlten nur die Hand- und Fußwurzelknochen, ein Oberschenkelbein, einige Finger und Zehen, sowie die Brustbeine. Wir besitzen einstweilen in Deutschland, abgesehen von dem nach seinem geologischen Alter nicht bestimmbar und in seinen Knochen leider sehr unvollständigen Neandertalskelet¹⁾ und dem hochwichtigen Unterkiefer von Mauer bei Heidelberg an diluvialen Menschenresten nur einige mehr oder minder defekte Unterkiefer, einige Zähne und vereinzelte nahezu wertlose Knochenstücke. Die Schädel funde aus der Ofnet bei Nördlingen in Bayern fallen in die Übergangszeit des Diluviums in die Jetztzeit (Alluviums).

Der Fund von Obercassel stellt sich durch seinen Erhaltungszustand, durch die Sicherheit der Bestimmung seines geologischen und archäologischen Alters, durch seine Vollständigkeit und dadurch, daß er aus einem männlichen und weiblichen Skelet besteht, den besten diluvialen Funden an die Seite. *Er ist außerdem der erste Fund nahezu vollständiger menschlicher Skelete aus dem Quartär und speziell aus dem Magdalénien in Deutschland.*

Es muß ein seltsames Paar gewesen sein, dessen Reste die Hacke des Arbeiters aus ihrer vieltausendjährigen Ruhe wieder zutage förderte. Ich beschränke mich einstweilen nur auf die wichtigsten Angaben über die Schädel. Der eine Schädel von einer etwa 20jährigen Frau war in den sehr einfachen Nähten gelöst in seine einzelnen Knochen zerfallen, konnte aber, abgesehen von Teilen beider Schläfenschuppen, den Nasenbeinen und einigen Defekten an der Schädelbasis vorzüglich zusammengesetzt werden.

Der dolichocephale (langköpfige), in Scheitelsicht durch Einziehung der flachen Schläfen leicht gitarrenförmige Hirnschädel hat einen Längen-Breitenindex von 70, eine größte Länge

von 184, eine größte Breite von 129 sowie eine größte Höhe von 135 mm (vom vorderen Rande des Hinterhauptlochs zum Scheitelpunkt gemessen). Sein Horizontalumfang beträgt 512 mm. In Seitenansicht verläuft der Contur des Hirnschädels über die gut gewölbte steile Stirn bis

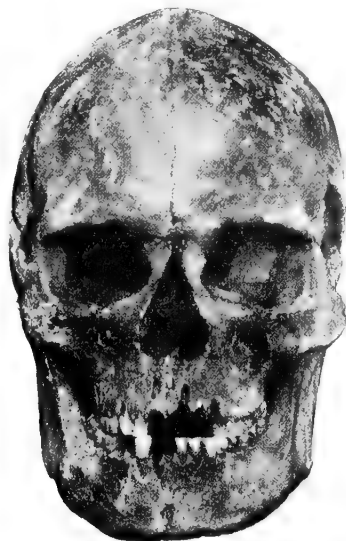


Fig. 3. Schädel der Frau von Obercassel, ca. $\frac{1}{3}$.

zum Hinterhauptloch in schönem Bogen. Das Gesicht zeigt in Vorderansicht einen kräftig entwickelten Kieferapparat. Die mäßig breite Stirn wird durch eine Stirnnaht geteilt, eine bei den diluvialen Langschädeln sehr große Seltenheit. Die Überaugenhöcker sind für eine Frau gut entwickelt, die viereckigen Augenhöhlen verhältnis-

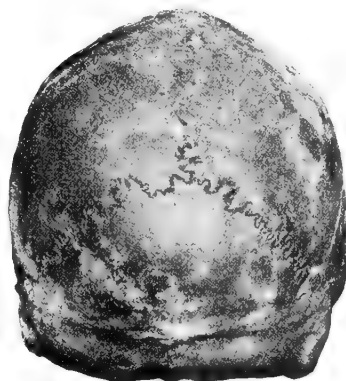


Fig. 4. Hinterhauptansicht der Frau von Obercassel, $\frac{1}{3}$.

mäßig groß. Die Nasenöffnung ist von mäßiger Größe, der Gaumen ist tief gewölbt, ein sehr kräftiger Unterkiefer mit deutlichem Kinn vervollständigt die steile Profillinie. Das Gebiß war während des Lebens bis auf den dritten, rechten, oberen Mahlzahn vollständig. Die drei letzten Mahlzähne sind weniger abgekaut als das übrige Gebiß, also noch nicht allzu lange durchgebrochen. Der Zahnbogen ist paraboloid, die Hinterhauptansicht bildet ein schlankes und hohes Pentagon, dessen obere

¹⁾ Gefunden in der kleinen Feldhofer Grotte in dem von der Düssel durchströmten Neandertal bei Düsseldorf 1856.

Kante durch den hausdachähnlichen Abfall der vorderen Hälfte der Seitenwandbeine zu beiden Seiten der offenen Pfeilnaht kielähnlich vorspringt. Die Kleinhirnausbuchtungen des Hinterhauptbeines sind beträchtlich.

Die übrigen Skeletknochen deuten auf einen zierlichen Körper von etwa 155 cm Länge.

Im Gegensatz zu diesem Schädel zeigt der brutale Gesichtsschädel des Mannes durch seine Breite und Niedrigkeit ein grobes Mißverhältnis zu der mäßig breiten und etwas geneigten Stirne und dem gut gewölbten Hirnschädel. Eine leichte, schon während des Lebens vorhandene Verbiegung des Oberkiefers nach rechts und das mangelhafte Gebiß machen die Physiognomie noch abstoßender und lassen den Schädel greisenhafter erscheinen, als er tatsächlich ist. Da nur die Pfeilnaht und das an sie angrenzende Stück der Lambdanaht verknöchert sind, darf man auf ein Alter von 40—50 Jahren schließen. Auch dieser, in Scheitelansicht schön ovale, Schädel ist mit einem Längen-Breitenindex von 74 dolichocephal. Seine größte Länge beträgt 193, die größte Breite 144, die größte Höhe 138. Der Horizontalumfang 538 mm. Die Kapazität wurde auf ca. 1500 cm³ bestimmt. Die Obergesichtsbreite ist, abgesehen von dem breiten Oberkiefer, durch ein ungewöhnlich großes und breites Jochbein eine sehr beträchtliche (153 mm). Die niedrigen rechteckigen Augenhöhlen sind stark nach außen und unten geneigt, über ihnen fällt ein einheitlicher etwa 8 mm breiter Oberaugenhöhlenwulst (Torus supraorbitalis) auf. Ein niedriger mittlerer Stirnwulst zieht sich verbreiternd und verflachend bis zum Scheitelpunkt. Die Nasenöffnung ist im Verhältnis zur Gesichtsbreite schmal, der Gaumen, abgesehen von der teilweisen Rückbildung seines Zahnfachfortsatzes im Verhältnis zum übrigen Kiefergerüst auffallend klein. Der nicht paraboloide Zahnbogen des sehr kräftigen Unterkiefers hat die Form eines V mit abgestumpften Winkeln, umfaßt den Oberkiefer von außen und besitzt ein stark vorspringendes Kinndreieck, abgerundete Winkel und einen sehr schwachen Fortsatz für den Schläfenmuskel, der den nach einwärts gebogenen Gelenkfortsatz nach außen kreuzt. Im Oberkiefer waren während des Lebens nur noch die beiden letzten stark nach auswärts gerichteten Mahlzähne beiderseits und der linke Eckzahn vorhanden. Im Unterkiefer sind während des Lebens 2 Schneidezähne, nachträglich noch ein Schneide- und ein Eckzahn ausgefallen. Sämtliche Zahnkronen sind, wie man das vielfach auch an Gebissen noch nicht seniler Schädel aus dem Quartär findet, bis auf schmale Reste des Emails abgekaut. Das freiliegende Dentin ist schwarz wie Ebenholz.

Zwei stark gewölbte Gelenkfortsätze flankieren das große, etwas nach rückwärts gerückte Hinterhauptsloch. Die Profilinie des Gesichts

ist z. T. durch Rückbildung des etwas prognathen Zahnfachfortsatzes des Oberkiefers eine steile.

Die starke Entwicklung sämtlicher Muskelfortsätze am Schädel und an den Extremitätenknochen zeugt von ungewöhnlicher Körperkraft des etwa 160 cm großen Mannes.

Der sehr auffallende Gegensatz zwischen beiden Schädeln wird gemildert und verständlicher durch die Tatsache, daß die derbe Modellierung beim Manne an dem zarteren und kleineren weiblichen Schädel derselben Rasse stets abgeschwächt wird und daß dessen Augenhöhlen verhältnismäßig größer sind. Beide Obercasseler Schädel zeigen eine auffallende Gesichtsbreite, beide zeigen ziemlich steile Gesichter mit eingezogener



Fig. 5. Schädel des Mannes von Obercassel, $\frac{1}{3}$. Das fehlende rechte Jochbein und ein Teil des rechten Oberkiefers sind ergänzt.

Nasenwurzel, beide eine gute Profilrundung des Hirnschädels, beide lassen, wenn auch der Mann in viel geringerem Grade, den Scheitelkiel erkennen. Der bei der Frau nur angedeutete Stirnwulst erinnert beim Manne zusammen mit dem Oberaugenhöhlenwulst an die Neandertalrassen. Das breite niedere Gesicht des Mannes mit den niederen rechteckigen Augenhöhlen, der schmalen Nase und dem V-förmigen Unterkiefer mit seinem ausgesprochenen Kinndreieck sind dagegen bekannte Merkmale der Cro-Magnon-Rasse¹⁾. Von dieser unterscheidet er sich aber ebenso wie die Frau durch die Lage der größten Schädelbreite. Diese liegt bei den Cro-Magnons im Bereiche ihrer seitlich weit ausladenden Scheitelhöcker, bei den Obercasseler Schädeln dagegen im Bereiche der Schläfenschuppen über dem Warzenfortsätze, also wesentlich tiefer und an einem ganz anderen Knochen. Diese Lage der

¹⁾ So genannt nach dem ersten Fundort dieser Rasse unter dem Abri (Schutzdach) von Cro-Magnon im Vézèretal bei Les Eyzies in der Dordogne.

größten Breite und namentlich der bei der Frau gut modellierte Scheitelkiel nähern die Schädel dem ebenfalls einer Magdalénienschicht entstammenden Schädel von Chancelade in der Dordogne. Außerdem gleicht der Frauenschädel namentlich in Vorderansicht dem 1909 ebenfalls in der Dordogne aus einer Aurignacienschicht durch *Hauser* und *Klaatsch* ausgegrabenen Schädel von Combe-Capelle. Aber im Gegensatze zu dem Schädel von Combe-Capelle mit seinem zapfenförmig vorspringenden Hinterhaupt ist das Hinterhaupt der Frau von Obercassel halbkugelförmig abgerundet. Weiter besteht Ähnlichkeit in der Scheitelregion des Obercasseler Weibes mit der gleichen Gegend des nach seinem geologischen Alter leider strittigen und in seinen hinteren Teilen stark zerdrückten Schädels von Galley Hill in England.

Die Obercasseler Schädel weisen also neben unverkennbaren, durch den Geschlechtsdimor-

sowie, ob die einstweilen nur nach verhältnismäßig wenigen Funden getroffene Aufstellung diluvialer Rassen auch alle damals tatsächlich vorhandenen umfaßt, oder ob weniger Urrassen anzunehmen sind, als man gegenwärtig meint, und wie hoch deren individuelle Variationsbreite zu veranschlagen ist. In mancher dieser „Rassen“, wie z. B. in dem zurzeit recht weiten Begriff der Cro-Magnon-Rasse, scheint mir vieles untergebracht zu werden, was ihr nicht zugehört oder höchstens noch neben beträchtlichen Abweichungen vereinzelt Anklänge an sie erkennen läßt. Eine weitere Erörterung dieser Frage behalte ich mir einstweilen vor.

IV. Über das geologische Alter der Fundstelle.

Von G. Steinmann.

Die geologischen Verhältnisse der Fundstelle und ihrer Umgebung wurden unter Mitwirkung

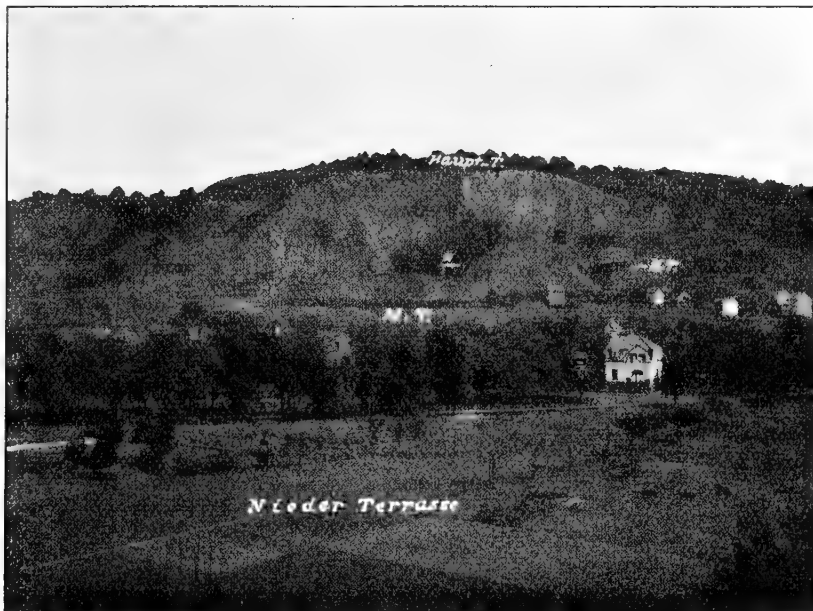


Fig. 6.

phismus etwas verdeckten, Ähnlichkeiten auch nicht unbedeutliche Abweichungen voneinander auf. Während der Mann Rassezeichen der Neandertaler, der Cro-Magnons und Anklänge an den Schädel von Chancelade zeigt, die auch an dem Hirnschädel der Frau auffallen, treten bei dieser die Cro-Magnon-Merkmale etwas zurück. Der Gesichtsschädel der Frau unterscheidet sich von dem männlichen von Combe-Capelle im wesentlichen nur durch das besser entwickelte Kinn und die beträchtlich größere Winkelbreite des Unterkiefers. In beiden Schädeln kommen die sehr bemerkbaren Folgen während des Diluviums stattgefundenen Kreuzungen zum Ausdruck. Das ist kaum überraschend. Die Frage ist nur, zu welcher Zeit und wo sie stattgefunden haben,

des cand. geol. *E. Stehn* untersucht. Vor Anlage des heutigen Steinbruchs „im Stingenberg“ bildete die Rabenlay an ihrem Vorsprunge, dem sogenannten Kuckstein, einen Steilabsturz, der durch den Steinbruchbetrieb fast ganz beseitigt ist. Am Fuße dieses früheren Steilabsturzes befindet sich die Fundstelle in einer Meereshöhe von 99 m ü. M. Folgendes Profil wurde durch die Weganlage aufgeschlossen (von oben nach unten):

ca. 0,5 m Abraum des Steinbruchs und Humusdecke;

ca. 6 m Ungestörter Gehängeschutt, aus mehr oder minder verwitterten Blöcken und Brocken von Basalt, untermischt mit Basaltton. Lößmaterial fehlt darin (und darüber) durch-

aus, dagegen fanden sich einige Gerölle aus Quarz, die aus der Hauptterrasse von der Höhe des Kucksteins herabgerollt oder -geschwenmt sind. An der Basis dieses Gehängeschuttlagers fanden sich die Skelette und Beigaben, sowie ein Eckzahn vom *Renntier* und ein *Bovidenzahn*, in einer rötlichen Kulturschicht auf und in 0,1 m sandigem Lehm. Darunter folgen

bis 4 m mächtiger graugelber Rheinsand. Dieser Sand gehört der Hochterrasse des Rheins an; er findet sich in gleicher geologischer Stellung an mehreren Punkten der Umgebung;

1 m anstehender Basalt, in die Tiefe fortsetzend, oberflächlich tonig zersetzt.

In der Fortsetzung der rotgefärbten Kulturschicht gegen die Basaltwand zu wurden ferner gefunden: ein rechter Unterkiefer vom *Wolf*, ein Zahn vom *Höhlenbären* und Knochen vom *Reh*, sowie *Holzkohle*, die einigen Knochen anhaftete.

Für die Altersbestimmung sind außer den paläontologischen Funden, die bestimmt auf ein diluviales Alter hinweisen, folgende Tatsachen von Wichtigkeit. Das gänzliche Fehlen von Löß auf und im Gehängeschutte beweist, daß die Kulturschicht jünger ist als der Löß. Damit ist ein Aurignacien-Alter ausgeschlossen, da diese Kultur in die Lößzeit fällt. Es kann sich also nur um eine nachlössische Kultur handeln, um Solutréen oder Magdalénien. Da Solutréen-Kulturen bis jetzt am Niederrhein noch nicht bekannt geworden, Magdalénien-Kulturen dagegen mehrfach vorhanden sind, so spricht die Wahrscheinlichkeit für Magdalénien.

Die bedeutende Mächtigkeit des Gehängeschuttes, der die Kulturschicht bedeckt, läßt sich dahin deuten, daß auf die Bildung der Kulturschicht noch ein beträchtlicher Teil der letzten Eiszeit folgte, während dessen der Gehängeschutt entstand.

Ein Fortschritt in der Biologie der Fische.

Berichterstattung von Geheimrat Professor
Dr. Hensen, Kiel.

Wie wichtig und folgenreich eine gesicherte Diagnose von Eigenschaften werden kann, zeigt in überraschender Weise die durchdachte Ausnutzung der Möglichkeit, das Alter der Fische höherer Breiten zu bestimmen. Im Winter haben dort die Fische einen sehr trägen Stoffwechsel, der Nahrungserwerb ist erschwert, die Kälte beeinträchtigt die Wirkung der Verdauungssäfte, das Wachstum ist daher sehr verlangsamt. Dies bewirkt die Bildung von Jahresringen in den harten Körperteilen, an denen also das Alter abgelesen werden kann. Unter den Wirbeltieren sind es sonst wohl nur noch die Hirsche, bei

denen mit einiger Sicherheit das Alter nach Jahren sichtbar wird.

Zuerst wurde das Verhalten an den Schuppen der Karpfen festgestellt, bei denen, wenn die Tiere ausgesetzt wurden, die Richtigkeit der Altersbestimmung nachgeprüft werden konnte. In neuerer Zeit sind dann auch die Jahresringe der Schuppen bei dem Hering, dem Dorsch und anderen Meeresfischen genau untersucht und gewürdigt worden.

Genauere Untersuchungen von *Einar Lea* haben festgestellt, daß man das Wachstum der Fische an den Jahresringen erkennen kann. Es wird die Länge L des Fisches, dem die Schuppe entnommen ist, und die Linie B der Schuppe gemessen. Die Höhe der Linie B von der Basis A bis zum ersten, zweiten, n ten Jahresring mit dem Quotienten L/B multipliziert, ergibt recht genau die Länge, die der Fisch am Ende des ersten, zweiten, n ten Sommers gehabt haben wird, wie

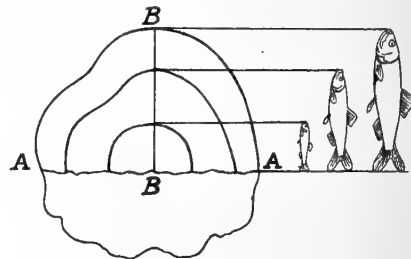


Fig. 1 nach *Hjort*¹⁾. Eine Heringsschuppe mit drei Jahresringen, daneben verkleinert der Hering der drei Altersstufen, dessen Länge am Abschluß der drei Sommer durch die Jahresringe erkennbar ist.

das Fig. 1 andeutet. Bis zum Alter von etwa 12 Jahren lassen sich die Ringe meistens genau zählen, darüber hinaus geht das Längenwachstum des Fisches recht langsam, daher liegen dann die Jahresringe so dicht aneinander, daß die Zählung unsicher wird.

Die Schuppe a zeigt die allmählich zunehmende Verschmälerung der Sommerflächen, wie es der mit den Jahren eintretenden Verringerung des Längenwachstums entspricht. Die Schuppe b ist einem im Jahre 1904 in den norwegischen Gewässern erzeugten Hering entnommen. Sie läßt erkennen, daß es dem Tier im Sommer 1906 schlecht ergangen sein muß, so daß sein Wachstum nur gering war, worauf dann wieder günstigere Jahre gefolgt sind. Sie gibt eine Markierung für alle Fische, die dies Schicksal gehabt haben.

Der große Fleiß norwegischer Forscher hat aus den genannten Befunden theoretisch und praktisch wichtige Lehren gezogen. Norwegen, mit einer Küstenerstreckung von etwa 2000 Kilo-

¹⁾ Rapports et Procès-Verbaux. Vol. XX. *J. Hjort*, Fluctuations in the Great Fisheries of northern Europe.

metern, dabei reich an Inseln und Buchten, begrenzt vom Atlantischen und vom Eismeer, hat eine ausgedehnte und genau registrierte Fischerei. Ein Stab von Forschern und ein Forschungsdampfschiff gestattet es, ausgiebige Untersuchungen anzustellen. Dem relativ zum Ertrag seiner Acker- und Waldfächen großen Ertrag seiner Fischerei wird dadurch entsprechende Rechnung getragen. In erster Linie sind es die zum Laichen an seine Küste heranziehenden Fischmassen, die ausgebeutet werden. Man betrachtet zwar gerade den Fang der *laichenden* Fische als dem Fischreichtum verderblich, und gewiß nicht ganz mit Unrecht. Bisher ist aber bei Norwegen solche Schädigung noch nicht hervorgetreten. Vielleicht bleiben noch zu viele Fangplätze unbenutzt, auch mag die Witterung den Fischfang zu sehr erschweren, aber wie weit überhaupt die Fischerei auf den Fischreichtum dort Einfluß hat, kann noch nicht entschieden werden.

Ähnlich wie viele stark verfolgte Tiere, halten sich die *Heringe* in Schwärmen zusammen, und

zen mehr als 10 000 Fische umfassen, sind jetzt beinahe 8 Jahre lang von *Hjort* und seinen Assistenten, namentlich von *Einar Lea* sorgfältig analysiert worden. *Hjorts* oben zitierte Mitteilung gibt eine Zusammenfassung der Resultate.

Die Schwärme der *laichenden* Heringe bestehen aus einer Mischung von 3 bis 18 Jahre alten Fischen. Die quantitative Zusammensetzung der Schwärme ist festgestellt nach Stichproben, die zwischen 200 bis 881 Tiere enthielten, die den verschiedenen Untersuchungsjahren entnommen waren und die von manchen weit auseinander liegenden Fangplätzen der Westküste stammten. Die Beweiskraft von Stichproben solcher Art kann immer angezweifelt werden. Ich kann nur sagen, daß mir nach den vielen von *Hjort* für deren Beweiskraft gegebenen Belegen, die ja hier nicht vorgelegt werden können, diese Ergebnisse recht sicher zu sein scheinen. Die nachfolgende Tabelle gibt die Zusammensetzung sämtlicher Fänge der genannten Jahre nach den Prozentsen, mit denen die Altersklassen daran beteiligt waren.

Verteilung der Altersklassen in den laichreifen Heringsschwärmen.

	Alter in Jahren																
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
1907	1,6	22,2	18,5	14,8	12,6	19,4	3,4	2,3	1,7	2,2	0,9	0,5	—	—	—	—	
1908	—	34,8	12,2	11,6	11,1	8,5	14,4	1,9	1,1	1,5	1,5	0,6	0,3	0,1	0,1	—	
1909	—	0,4	43,7	11,9	4,1	4,8	6,7	17,6	3,3	2,6	1,6	2,3	0,4	0,2	0,4	0,2	
1910 ¹⁾	—	1,2	9,9	77,3	6,7	1,0	0,4	1,1	2,0	—	—	—	—	—	—	—	
1911	—	0,6	4,1	17,3	70,0	5,5	1,5	0,6	0,5	0,1	—	—	—	—	—	—	
1912	—	1,6	3,1	3,9	14,5	64,3	6,4	1,6	1,2	1,2	1,5	0,6	0,1	—	0,1	—	
1913	0,1	0,7	2,2	3,4	4,8	13,3	64,7	5,1	1,2	1,2	0,5	0,2	0,2	—	—	—	
1914	—	0,3	1,9	3,8	4,7	7,8	14,3	57,9	5,2	1,7	1,4	0,4	0,6	—	—	—	
Mittel	—	7,4	8,8	18,4	16,1	16,6	13,0	8,3	4,5	2,9	2,1	1,2	0,4	0,3			

zwar gehen sie meistens nach Größe und nach Reife der Geschlechtsprodukte vereint. Solchen Schwärmen entnommene Fangproben, die im gan-

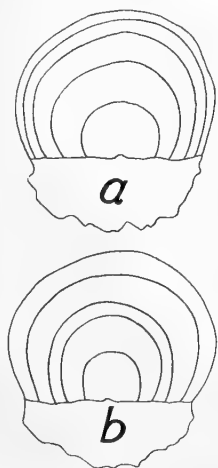


Fig. 2 nach *Hjort*. Schuppen von 5 Jahre alten Heringen. *a* gewöhnliche Form, *b* Schuppe durch kleines Sommerfeld des dritten Jahres markiert.

1) Nur 200 Stück gezählt.

Die 8 Jahre zusammengekommen, unter Ausschaltung der fett gedruckten 1904er Heringe geben eine durchschnittliche prozentische Zusammensetzung des Volks, die in grober Annäherung erkennen läßt, wie der Bestand sein würde, wenn 12 bis 15 Jahre hindurch die Fruchtbarkeit und die Todesursachen gleichmäßig geblieben wären. Man erkennt, daß die Jahre 1899 und 1903 recht fruchtbar gewesen sind, aber alle Jahrgänge stehen an Fruchtbarkeit gewaltig gegen die Erzeugung des Jahres 1904 zurück. Die laichreifen Heringe dieses Jahrgangs haben bis zu 77 % des ganzen laichreifen Bestandes ausgemacht, wie übrigens auch die aus jüngeren Tieren bestehenden Massen der „Fettheringe“ des Nordlandes diesen Jahrgang ähnlich stark haben hervortreten lassen.

Der Gang der 1904er Fänge in der Tabelle ist auffallend, da zu erwarten war, daß die vierjährigen Fische in größter Menge laichen würden, daß also von 1908 an die Zahl dieser Jahresklasse kontinuierlich sinken müsse. Es hat sich ergeben, daß die durch die Schuppen Fig. 2 b markierten Fische zwar 1907 an der Nordlandküste

reichlich gefangen wurden, aber daß sie erst 1910, also 6 Jahre alt, in den Laichschwärmen gefunden wurden, und diese einen Fang von 982 000 Hektolitern oder 518 Millionen Heringe mit 400 Millionen 1904er ergaben, während 1904 der Fang nur 528 000 Hektoliter betrug. Vor 1910 werden die Heringe der jüngeren Altersklassen aus *südlicheren* Gewässern zum Laichen an die Romsdal- und Westküste gekommen sein, bei denen die Geschlechtsreife früher erreicht worden ist, als damals in den zwischen 61° und 64° nördlicher Breite gelegenen nördlichen Gewässern.

Die absolute Menge der 1904er Heringe ist sehr bedeutend. Ende 1913 waren 1776 Millionen laichreif davon gefangen, 1914 mögen noch 200 Millionen hinzugekommen sein. Nach der Tabelle kann die Fischerei und sonstiger Verlust nur $\frac{1}{3}$ der Masse betragen haben, so daß gewiß 6 Milliarden des Jahrgangs laichreif geworden sind.

Das Verhalten der markierten Heringe ist also gewesen, daß sie an der südlich gelegenen Westküste Norwegens entstanden, in die Golfstromdrift gerieten, dadurch an die Nordlandküste kamen und mit 6 Jahren von dort an die Westküste zurückkehrten. In späterem Alter sind dann die markierten Heringe auch noch im Skagerrak, in der Nordsee und im Atlantischen Meer bei den Faröern gefunden worden; *die Heringe schweifen also weit umher. Bemerkenswert ist noch, daß, trotzdem die Fische im dritten Jahr an der Nordlandküste so sehr im Wachstum zurückgeblieben, sie doch nicht in großen Summen erlagen noch sich in andere Regionen flüchteten.*

Der Fischereiertrag von *Dorsch* ist sehr bedeutend. In Nordeuropa bildet er nach Hjorts statistischen Feststellungen etwa die Hälfte des Ertrages aller *Gadiden*. An der norwegischen Küste wiederum ist der Dorschang viel größer als sonst an den europäischen Küsten. Die Küstenerstreckung zwischen Stat und Sörö, 62° bis 71° nördlicher Breite ist sein Laichrevier, wo er von Ende Januar bis Ende April an der Tiefengrenze von 180 m in Wassertemperaturen von etwa 5° C. seine Eier zu entleeren pflegt¹⁾. Die übrige

¹⁾ Ob eigentliche Laichplätze der Dorsche (die *frei schwimmende Eier* abgeben) unterschieden werden können, erscheint mir zweifelhaft. Es gibt eine große Reihe von Fangplätzen, etwas flachere Stellen, die von tiefen Rinnen umgeben sind. Dort drängen sich die Fische mehr zusammen, die Angelschnüre haben bestimmte Längen und der Fang ist bequem. Eine Bedeutung der Bodenbeschaffenheit für das Laichgeschäft ist bisher nicht ersichtlich geworden und für das Gedeihen der Brut wäre die Vereinigung auf Laichplätzen nicht günstig, weil die Larven zu dicht stehen würden. Allerdings pflegen sich die Fische in Schwärmen zusammenzufinden, was für die Befruchtung der Eier vorteilhaft ist, aber die Berichte aus einigen Jahren geben einen täglichen Wechsel in der Länge der Fische auf den Fangplätzen an, was darauf hinweist, daß der Bestand fortwährend den Platz wechselt. Die Annahme von Laichplätzen erscheint mir daher nicht gesichert und

Zeit und seine Jugend verlebt er meistens in mehr nördlichen Gewässern, namentlich in der Barentsee, an die die Nordküste Norwegens stößt; aber auch bei der Bäreninsel und um Spitzbergen herum ist er gefunden worden. An den Kiemendeckeln angebrachte Marken haben ganz neuerdings mit Sicherheit ergeben, daß die ausgelaichten Dorsche nach Norden in die Barentsee wandern und daß umgekehrt mit Jahresanfang von dort laichreife Dorsche zu den Lofoten, ja selbst bis Stat, d. h. 1500 Kilometer nach Süden wandern.

Direkte Analysen der Dorschfänge nach Alter und Dimensionen sind nur aus den Jahren 1905, 1907, 1909, 1913 und noch genügend für 1914 gegeben. Diese weisen nach, daß in der ganzen Masse, die sich wesentlich aus 6 bis 10 Jahrgängen zusammengesetzt hat, über die Hälfte aller Fische aus dem *Jahrgang 1904* stammte. Hjort hat aus den Jahresberichten der anderen Jahre die Zusammensetzung der Fänge in befriedigender Weise ergänzen können, da er aus Länge und Gewicht der Warenverzeichnisse auf das Alter der Fische schließen konnte. Für den Fang in der Barentsee 1908 bis 1912 konnte das Handelsregister des Kaufmanns *Robertsen* in Hammerfest, das von etwa 30 Millionen Kilo dort gefangener Dorsche genau Rechenschaft gibt, benutzt werden. Es handelt sich dabei um große Fische, die gefangen wurden, während sie die Züge der Lodde (*Mallopus villosus*) verfolgten.

	1909	1910	1911	1912
Zahl der Fische Millionen	35,6	42,0	48,4	56,0
Gewicht in Millionen Kilo	52	63,1	80,4	99,2

1912 erfolgte der größte bisher beobachtete Fang. 1910 nahmen zuerst an dem Fang erheblichere Mengen der 1904er Dorsche, die damals 6 Jahre alt waren, teil. Als deren volle Teilnahme 1912 erfolgte, verdoppelte sich der Gewichtsertrag gegen den von 1909.

Die Frage, was das Überwiegen einer Jahresklasse bewirke, beantwortet Hjort dahin, daß es das Überleben und Gedeihen der *Larven*, wie sie ausgeschlüpft und nach Aufsaugung des Dotters nahrungsbedürftig geworden sind, sei, das die Größe einer Jahresklasse wesentlich bedingen müsse. Diese Erfahrung ist sehr wichtig, denn sie zeigt, daß die allgemeine Annahme der Fischer, es werde durch Schonmaßregeln die Fischmasse vermehrt werden müssen, nicht überall und auch nur sehr partiell gültig ist. Daß ein schlechtes Jahr dem Wachstum schadet und wohl auch die Laichreife verspätet, aber doch nicht zum Untergang großer Summen voll entwickelter Fische führt, zeigen die Erfahrungen über das Vorkommen der nordischen Gruppe mit signierten Schup-

vielleicht irreführend; doch sprechen die wenigen Vertikalzüge, die bisher gemacht sind, zugunsten von Laichplätzen.

pen der 1904er Heringe. *Es kann auch nicht die Menge der gelegten Eier sein, die vorwiegend die Mengen der Jahresklasse bedingt.* Dies ergibt sich daraus, daß sowohl der Fangertrag an Herin- gen wie auch an Dorschen 1904 besonders gering gewesen ist.

Fang der laichenden Heringe in Hektolitern:

	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913
Hektoliter .	528 000	633 000	775 000	979 000	625 000	772 000	982 000	1 054 000	937 000	1 500 000

Dabei ist zu beachten, daß mit dem Wachstum der 1904er Heringe auch das Volumen der Fänge zunehmen muß, *aber doch nur dann, wenn gerade die eine Jahresklasse so vorwiegend vertreten ist.* Für Dorsch ist die *Menge der Eier direkt bestimmt worden*, da die Eier behufs des Fangs der Sardinen besonders entnommen und verkauft werden. Die folgende Tabelle gibt über die Ei- massen der Dorsche genügende Auskunft:

	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911
Eier in 1000 Hektoliter	16,6	13,7	10,5	8,1	15,7	25,4	22,0	19,9	20,5	20,1	17,8
Hektoliter Eier in 1000 Fischen . . .	1,41	1,12	0,85	0,79	1,16	1,43	1,71	1,36	1,80	1,87	1,16

Diese, nur Weibchen umfassende, Tabelle zeigt deutlich, wie besonders gering die Eimasse 1904 gewesen ist. Laichfische waren übrigens (nach *Hjorts* Kurve, Fig. 100) 1904 etwa 30, 1912 etwa 60 Millionen gefangen, doch fiel der Fang 1913, aus nicht erforschten Gründen, erheblich ab.

Während für den Dorsch von dem Gesamtfang auf den April, der das Ende der Fangzeit bildet, gewöhnlich etwa 23 % entfallen, war dieser Anteil 1903 68 % und 1904 sogar 78,1 %; das Laichen hatte sich also sehr verspätet. Wenn Ähnliches für den Hering von 1904 festgestellt worden wäre, würde es erwähnt worden sein. Wie *Hjort* betont, ist Verspätung des Eiabsetzes für die Entwicklung der Larven von Bedeutung. Deren Nahrung wird vom Plankton geliefert, dessen pflanzlicher Anteil sich im Frühjahr sehr vermehrt. Treffen die Larven auf ihrer Trift auf reiches Plankton, so werden sie gedeihen, anderenfalls Gefahr laufen, umzukommen. Das Hervortreten des vierer Jahrgangs muß auf Gedeihen frühesten Jugendstadien beruhen, denn, wie gezeigt, hat die Not der Heringe im dritten Lebensjahr *überwunden werden können*, und bezüglich der Dorsche wurde eine besonders große Menge einjähriger und zwei- jähriger Dorsche in der Barentsee 1905/06 nachgewiesen. Die Annahme, daß Verspätung des Laichens für die Larven und überhaupt für die Jahresklasse günstig sei, scheint mir Bedenken zu haben, weil sich die Laichzeit dauernd mechanisch auf die günstigste Jahreszeit verlegen dürfte. Spät entwickelte Larven werden wohl spät eierlegende Tiere erzeugen. Entstehen diese besonders zahlreich, so wird die Hauptlaich-

zeit entsprechend verschoben werden. Daher ist anzunehmen, daß die Laichzeit so, wie sie *jetzt gefunden wird, durchschnittlich am günstigsten* für die Brut gelegen ist. Natürlich kann *zufällig* eine Verspätung die Brut begünstigen. In dem vorliegenden Fall ist sicher, daß gleichzeitig re-

lativ wenig Eier von Hering und von Dorsch vor- handen waren. Wenn für eine große Zahl zu wenig Nahrung während längerer Zeit vorhanden ist, *verhungert fast alles*, während eine geringe Zahl recht gut hätte durchkommen können. Ob auf diese Weise das auffallend große Überwiegen der Jahresklasse, das übrigens auch noch für den Schellfisch festgestellt ist, erklärt werden muß, bleibt dahingestellt. Es ist mir aufgefallen, daß

die quantitativen Fänge in Ost- und Nordsee immer *verhältnismäßig* wenig weit entwickelte Eier und ausgeschlüpfte Larven enthielten¹⁾. Wodurch dies Verhalten verursacht wird, bedarf noch genaueren Studiums.

Helland Hansen und *Nansen* haben auf Grund von hydrographischen Querschnitten zwischen Norwegen (Sognefiord und Island, resp. Grön- land), in der Höhe des 61. bis 63. Breitengrades geglaubt, den Fischfang in Beziehung zu den Er- gebnissen ihrer in den Jahren 1901 bis 1904 aus- geführten Untersuchungen setzen zu können. Sie bringen sogar den Ertrag an Dorschlebertran in Verbindung mit dem Auftreten der Sonnen- flecke. *Hjort* weist durch Vergleichung der Jah- reskurven der Sonnenflecke mit denen des Er- trages an Lebertran nach, daß solche Annahme unzutreffend ist. Nachuntersuchungen des Sogne- fiordquerschnittes durch *Einar Lea* haben diesen erkennen lassen, daß schon innerhalb von 16 *Stun- den* in der Golfstromdrift (63° 25' nördlicher Breite und 4° westlicher Länge) die Bewegung der Isothermen, auf die es bei solchen Spekulationen wesentlich ankommt, *enorm groß* gefunden werden kann. Diese Tatsache zeigt folgende Tabelle:

¹⁾ Für die *Scholle* der Ostsee ergab mir eine an- nähernde Berechnung der quantitativen Eifänge (Wis- senschaftliche Meeresuntersuchungen, Kiel, Bd. 14, 1912, S. 28), daß aus den 200 000 Eiern eines Weib- chens etwa in 60 bis 70 Tagen gegen 23 000 Larven entstehen. Aus diesen werden dann etwa 3 bis 4 geschlechtsreife, vierjährige Schollen sich retten müs- sen, wenn der Bestand erhalten bleiben soll. Die Ver- luste geschehen *völlig unabhängig von der Fischerei*, weil hier so junge Schollen in nennenswerter Zahl nicht gefangen werden.

	Isothermen							
	70	60	50	40	30	20	10	00
Erster Abstand von der Oberfläche in m	6	33	46	59	103	183	287	450
Zweiter Abstand von der Oberfläche in m	÷	33	57	75	83	86	90	94
Bewegung in 16 Stunden in m.	6	0	÷11	÷16	20	97	197	336

Die Isothermen müssen in sehr steilen Ausbuchtungen verlaufen sein, um solchen Lagewechsel in der kurzen Zeit geben zu können. Ebenso waren an anderen Stationen des Schnitts nach wenig Tagen schon so starke Verschiebungen eingetreten, daß es sehr viel zahlreicherer Untersuchungen als der von *Helland Hansen* und *Nansen* angestellten bedürfen würde, um über das Verhalten im Wasser Klarheit zu gewinnen. *Hjort* lehnt daher die Möglichkeit, aus so wenig Untersuchungen des Golfstroms Voraussagen in Beziehung zur Fischerei zu gewinnen, vollständig ab.

Über das jetzt in den Vordergrund tretende Gedeihen der Larven können die Felder der Schuppen keinen Aufschluß geben, weil sie überhaupt erst am Schluß des Larvenlebens entstehen. Hier können indessen, wie *Reibisch* gezeigt hat, die Otolithen Aufschluß geben, denn schon im Ei entstehen die Gehörsteine als früheste Kalksubstanz des Tieres. Ihr Wachstum kann also das, was die Schuppenfelder lehren, bis in die früheste Jugend hinein ergänzen. Die Otolithen sind zwar genügend bequem zu entnehmen, aber bei älteren Fischen wird erforderlich, einen groben Schliff anzufertigen, um den Embryonalkern gut beobachten zu können, was Massenuntersuchungen erschwert.

Die Möglichkeit, Wachstums- und Altersbestimmungen der Fische zu gewinnen, gestattet, wie die norwegischen Untersuchungen lehren, eine weitgreifende Einsicht in die Biologie dieser Tiere zu gewinnen. Ein erheblicher wissenschaftlicher und auch für die Fischereipraxis wichtiger Fortschritt wird nicht ausbleiben können.

Das neue Röntgenrohr nach Coolidge.

Von Dr. F. P. Kerschbaum, Berlin-Dahlem.

Trotz der Fortschritte der Röntgentechnik ist es bisher nicht gelungen, das Röntgenrohr selbst von verschiedenen schweren Nachteilen frei zu machen. Man hat mit seiner begrenzten Lebensdauer und geringen Leistung als etwas Gegebenem rechnen müssen und hat gesucht, der mangelnden Anpassungsfähigkeit an vorgegebene Bedingungen durch eine Mannigfaltigkeit an Typen zu begegnen.

Die Haupteigenschaft eines Röntgenrohres ist, besonders in der ärztlichen Praxis, eine de-

finierte „Härte“, d. i. ein bestimmtes Durchdringungsvermögen der emittierten Strahlung. Diese Härte ist nun in den bisherigen Typen in erster Linie bedingt durch die Größe des Gasdruckes; sie kann daher durch eine passende Wahl des Druckes bei der Herstellung des Rohres in gewissen Grenzen beliebig eingestellt werden. Es hat sich aber gezeigt, daß ein solches Rohr im Betrieb seinen ursprünglichen Härtegrad nicht beibehält. Bei normaler Belastung sinkt nämlich der Druck infolge einer Okklusion von Gas andauernd, ein Übelstand, den man durch den Einbau von Gasregeneriervorrichtungen zu mindern sucht. Bei stärkerer Belastung, zur Erzielung einer momentan größeren Strahlungsintensität, kann dieser Gasverbrauch in gesteigertem Maße vor sich gehen; meist tritt aber in diesem Falle das Umgekehrte, eine Druckerhöhung, ein: Das gebräuchliche Elektrodenmaterial gibt bei der durch die erhöhte Belastung gesteigerten Temperatur und unter der Wirkung der elektrischen Entladung eingeschlossene Gasreste in unkontrollierbarem Maße ab. Es kann so der Druck über die für ein Röntgenrohr zulässige Grenze steigen, das Rohr also unbrauchbar werden.

Doch abgesehen von diesen Veränderungen des Gasdruckes liefert schon der einzelne Strompuls allein nicht Strahlung eines einzigen bestimmten Durchdringungsvermögens. Denn der Vorgang der Stromleitung im gebräuchlichen Röntgenrohr wird durch den Eintritt einer selbständigen Entladung der sogenannten „Stoßionisation“ bedingt: Die wenigen aus sekundären Gründen im Gasraum vorhandenen Ionen kommen durch die angelegte Spannungsdifferenz der Hochspannungsquelle in rasche Bewegung und erzeugen, wenn sie genügende Geschwindigkeit erlangt haben, beim Anprall auf die Elektroden und beim Zusammenstoß mit neutralen Gasmolekülen Elektronen und Ionen. Dadurch steigt die Zahl der stromtragenden Teilchen; es sinkt also der elektrische Widerstand des Rohres und somit auch die anliegende Spannungsdifferenz. Die an der Kathode ausgelösten Elektronen treffen daher auf die Antikathode zuerst unter der Wirkung einer hohen, dann aber abnehmenden elektromotorischen Kraft; sie erzeugen deshalb erst durchdringendere, später weichere Röntgenstrahlung; all dies während eines einzigen Strompulses.

Neben diesen Erscheinungen geht einher ein Zerstäuben des Kathoden- und Antikathodenmaterials, bedingt durch thermische und elektrische Faktoren, was die Bildung eines Metallbeschlages an der Rohrwand veranlaßt. Weiters führt die Emission sekundärer Elektronenstrahlen von der Antikathode zur Erzeugung zerstreuter und deshalb störender Röntgenstrahlenemission, wodurch überdies noch eine unnötige Erwärmung der Rohrwand und auch die Glasfluoreszenz hervorgerufen wird. Ein starkes Fokussieren des Kathodenstrahlenbündels auf einem kleinen Fleck

der Antikathode — wie es für radiographische Zwecke von Bedeutung ist — hat sich zwar erreichen lassen; aber dieser Fleck verschiebt sich bald schnell, bald langsam, so daß für Zeitaufnahmen die Lage der punktförmigen Röntgenstrahlenquelle nicht unverrückt bleibt, der Vorteil der punktförmigen Lichtquelle also nicht voll ausgenutzt werden kann.

Alle diese Nachteile scheinen nun in weitgehendstem Maße beseitigt durch ein neues Vakuumrohr, das kürzlich von W. D. Coolidge konstruiert wurde und nun durch die General Electric Company in den Handel kommt.

Coolidge erkannte, daß lediglich das Vorhandensein von Gas die Nachteile des gebräuchlichen Röntgenrohres bedingt.

Dadurch ergab sich als Konstruktionsprinzip:

1. Höchstes, also 100—1000 mal besseres Vakuum als in den Standardrohren, selbst beim Dauerbetrieb mit weißglühender Antikathode;

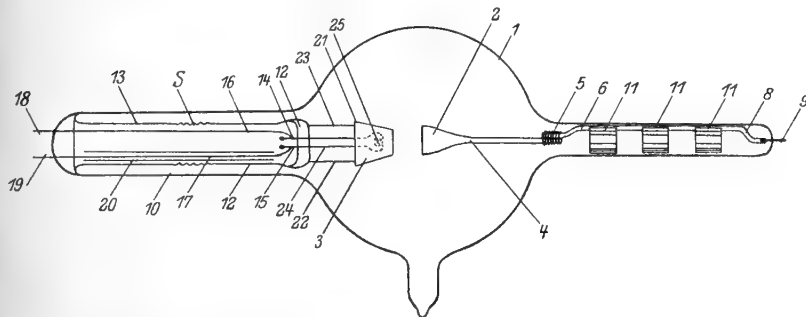


Fig. 1.

2. dadurch notwendiger Ersatz der selbständigen Einleitung des Stromdurchganges infolge Stoßionisation durch eine „unselbständige“ Entladungsform.

Zum ersten Punkt: Im Gegensatz zur neuesten verbreiteten Meinung über praktisch erschöpfliche Gasvorräte in Metallen und der deshalb zu erwartenden Unvereinbarkeit von Hochvakuum und heißem Metall ergab sich, daß hochschmelzende Metalle, wie Wolfram und Molybdän, die schon im technischen Herstellungsprozeß sich relativ gasfrei erhalten lassen, durch radikale Vorbehandlung, d. i. durch Ausglühen im Vakuumofen und durch Elektronenbombardement, aufhören, selbst bei Weißglühhitze Gase in merklichen Mengen abzugeben.

Zum zweiten Punkt: Da in einem solchen Hochvakuumrohr das Gas zur Erzeugung von Trägern einer selbständigen elektrischen Entladung fehlt, müssen solche Elektrizitätsträger auf andre Weise ins Rohr eingeführt werden. Dies kann, nach Richardson, durch Verwendung eines glühenden Metalldrahtes als Elektronenquelle geschehen, der gleichzeitig noch die Kathode des Rohres bilden kann. Diese neuerdings lebhaft bezweifelte Wirksamkeit eines reinen glühenden Drahtes als Elektronenquelle ist einwandfrei bewiesen erst durch die letzten Ar-

beiten Langmuirs, der zeigen konnte, daß der Richardson-Effekt tatsächlich und rein gerade nur im allerhöchsten Vakuum existiert, daß also dann z. B. ein Wolframdraht eine dauernd unveränderliche Elektronenquelle darstellt, deren Ergiebigkeit lediglich von der Temperatur des Drahtes und seinen Materialkonstanten abhängt.

Durch die gleichzeitige Realisierung der beiden genannten Konstruktionsbedingungen läßt sich somit im Vakuumrohr eine reine Elektronenentladung einleiten und aufrechterhalten, ein Ziel, das in verwandten Konstruktionen weder von Wehnelt und Trenkle, noch von Lilienfeld und Rosenthal erreicht wurde.

Die Ausführung der Konstruktion in der Praxis werde nun an Hand eines Beispiels verfolgt. Ein Thüringer Glaskolben (1) (vgl. Fig. 1) von etwa 18 cm Durchmesser mit zwei Ansätzen bildet das Vakuumrohr. Als Antikathode und gleichzeitige Anode dient

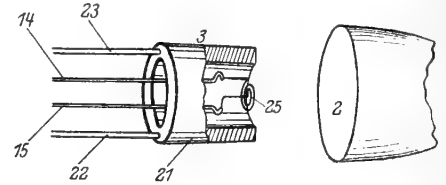


Fig. 2.

ein massives Stück Wolframmetall (2) von ungefähr 100 g Gewicht mit planer Stirnfläche von 2 cm Durchmesser; es ist mit Molybdändraht (5) an einen Molybdänträger (6) festgebunden, dem durch angenietete Sprengringe (11) im Anodenansatz mechanischer Halt und verbesserte Wärmeableitung gegeben ist. Der Molybdänträger geht bei (8) in einen angeschweißten Platindraht über, der, in das Glas eingeschmolzen, die vakuumdichte Anodenstromzuführung vermittelt. Die Kathode ist komplizierter gestaltet. Ihre wesentlichen Teile zeigt Fig. 2 in vergrößertem Maßstab. Eine winzige Wolframspirale (25) von 3 1/2 mm Durchmesser aus Draht von 0,2 mm Dicke und 23 mm Länge, in 5 Windungen gewunden, ist die eigentliche Kathode. Beim Betriebe muß diese Spirale weißglühend sein. Dies wird durch Durchleiten eines Heizstromes einer hochisoliert aufgestellten Akkumulatorenatterie erreicht. Die beiden Enden der Spirale sind deshalb an dicke Molybdändrähte (14) geschweißt, die in voneinander isolierte Kupferdrähte (16), und diese wieder in Platindrähte übergehen. Die letzteren sind in die Wand des Kathodenansatzes eingeschmolzen. Sie vermitteln die vakuumdichte Einführung des Heizstromes zur Wolframspirale und gleichzeitig die kathodische Stromzuführung. Dies ganze

Drahtsystem wird getragen von einem Glasrohr (13), das einerseits im Kathodenansatz eingeschmolzen ist, auf der anderen Seite unter Verwendung von Zwischenstufen (*S*) in ein Glasstück (12) übergeht, dessen thermischer Ausdehnungskoeffizient dem des Molybdäns nahe gleich ist. Dadurch ist es möglich, die Molybdändrähte, welche die Wolframspirale tragen, in dieses Spezialglas einzuschmelzen und so unverrückt zu halten.

Außerdem trägt dieses Glasstück noch zwei andere Molybdändrähte (23), auf denen ein schwach konischer Molybdänmantel (3) von 6 mm Durchmesser und 8 mm Höhe sitzt, der die Wolframspirale (25) konzentrisch umgibt und dessen eines Ende etwa $\frac{1}{2}$ mm über die Fläche der Spirale vorragt. Der Molybdänzylinder ist mittels Drahtverbindung in elektrischem Kontakt mit der kathodischen Stromzuführung. Durch seine Gestalt und Stellung zur Wolframspirale werden die kathodischen Äquipotentialflächen bedingt und dadurch eine scharfe Fokussierung des von der heißen Wolframspirale ausgehenden Kathodenstrahlbündels auf der in Abstand von etwa 2 cm gegenüberstehenden Antikathode erreicht.

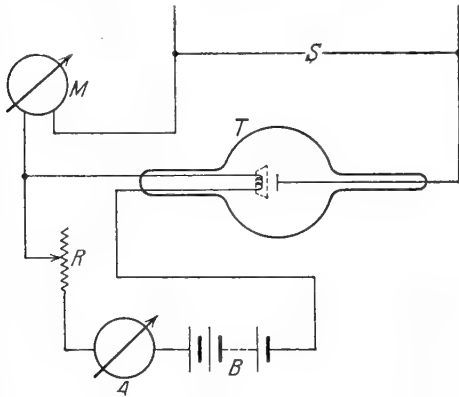


Fig. 3.

Auch verhindert der Mantel noch eine Entladung von der Rückseite der Spirale.

Alle Metallteile werden vor dem Einbau ins Rohr einem intensiven Ausglühen in einem speziellen Wolfram-Vakuumofen unterworfen.

Zur Herstellung des Vakuums wird nun das Rohr an eine Molekularluftpumpe angeschlossen, im Luftbad längere Zeit bis zu 470° erhitzt und in den Heizpausen ein möglichst hoher Belastungsstrom durchs Rohr geschickt. Bei solcher Behandlung geben Metallteile und Glaswand ihre letzten Gasreste ab, so daß schließlich bei Abschmelzen der Verbindung zur Pumpe der Gasdruck im Rohr sicher nicht mehr, höchstwahrscheinlich viel weniger als $\frac{1}{100\,000}$ mm beträgt. Fig. 3 gibt ein Schaltungsschema für ein solches Röntgenrohr. *A* ist das Amperemeter, *B* die Batterie und *R* ein Regulierwiderstand des hochisolierten Heizstromkreises, durch den die Wolframspiralkathode auf Temperaturen bis zu 2450° abs. erhitzt wird. *M*

ist das in den Hochspannungskreis geschaltete Milliampereometer, *S* eine Parallelfunkerstrecke.

Bei der Realisierung der geschilderten neuartigen Konstruktionsgedanken ist nun ein völliges Abweichen der Eigenschaften des Coolidge-Rohres von denen der bisherigen Typen nicht mehr überraschend.

Soweit bis jetzt bekannt, hat sich ein solches Coolidge-Rohr ohne Unterbrechung bis zu 50 Min. mit einer Stromstärke von 25 Milliampere bei einer Parallelfunkerstrecke von 7 cm Länge betreiben lassen. Als Hochspannungsquelle wurde ein Snook-Hochspannungstransformator von 10 KW verwendet. Bei einer solchen Dauerleistung ist die Wärmeentwicklung an der Antikathode so groß, daß sie hell strahlt und die Glaskugel durch einen raschen Luftstrom gekühlt und so vor dem Erweichen bewahrt werden muß.

Trotz der hohen Temperatur der Elektroden tritt hier eine Metallzerstäubung nicht ein, was, beiläufig bemerkt, darauf hindeutet, daß das Zustandekommen derselben durch Gasreste, also positives Ionenbombardement, bedingt ist.

Auch erscheint beim Coolidge-Rohr keine Glasfluoreszenz. Dies ist ein Zeichen für das Fehlen sekundärer Elektronenstrahlen: Zu Beginn der Entladung ladet sich die Glaswand negativ auf. Ist diese Aufladung weit genug vorgeschritten, was infolge des Mangels an positiven, die negative Ladung neutralisierenden Ionen sehr bald der Fall ist, so können sekundär emittierte Elektronen auf die Glaswand nicht mehr auftreffen. Sekundäre, zerstreute Röntgenstrahlen werden also vermieden. Daß im Coolidge-Rohr infolge seines außerordentlich geringen Gasdrucks der Fall einer praktisch reinen Elektronenleitung realisiert ist, geht auch daraus hervor, daß bei kalter Kathode, also einem Fehlen von Elektronen, selbst eine angelegte Spannung von 100 000 Volt eine Entladung nicht herbeiführen kann.

Auch zeigt das Rohr, solange nur die Kathode heißer ist als die Antikathode, ausgesprochene Gleichrichterwirkung, kann also direkt mit hochgespanntem Wechselstrom betrieben werden.

Vor allem aber liegt die Überlegenheit des neuen Rohres über alle alten Typen darin, daß es nunmehr — bei Verfügung über leistungsfähige Hochspannungsgeneratoren — in der Hand des Experimentators liegt, die Intensität, Härte und Homogenität der emittierten Röntgenstrahlung in weiten Grenzen und raschem Wechsel ganz unabhängig voneinander zu variieren.

Denn die *Intensität* der Strahlung ist nur mehr bedingt durch die Temperatur der glühenden Kathodenspirale; sie steigt und sinkt mit ihr und ist unabhängig von der Größe der anliegenden Hochspannung. Die Regulierung des Heizstromes bestimmt allein die Variation des von Kathode zu Antikathode fließenden Stromes, also auch der emittierten Röntgenstrahlungsintensität.

Die *Härte* der Strahlung ist gegeben durch die Geschwindigkeit, mit der die Elektronen des

Kathodenstrahlbündels auf die Antikathode aufzutreffen. Diese Geschwindigkeit ist aber bei der durch den Heizstrom vorgegebenen Elektronenzahl, also konstanter Stromstärke, lediglich abhängig von der Größe der angelegten Hochspannung. Ihre Regulierbarkeit zusammen mit der Leistungsfähigkeit des Spannungsgenerators lassen beliebige Härtegrade und Durchdringungsvermögen einstellen. Es ist festzuhalten, daß die Größe des Vakuums in diesem Falle mit der Härte des Rohres gar nichts zu tun hat.

Auch ist noch völlige *Homogenität* der Strahlung, also ein einziges bestimmtes Durchdringungsvermögen oder, wie wir seit *Laue* wissen, eine bestimmte Wellenlänge des kurzwelligen emittierten Lichtes einstellbar¹⁾. Es ist dazu nur ein der Größe nach konstantes, entweder dauernd oder auch intermittierend anliegendes Spannungsgefälle erforderlich, was sich bei hochgespanntem Wechselstrom durch Abnahme der Spannungsmaxima mittels entsprechend rotierender Gleichrichter erreichen läßt.

Auch fällt im neuen Rohr das oft so lästig empfundene Wandern des Focus gänzlich fort.

Nur einen Nachteil hat das Coolidge-Rohr noch: eine nicht unbegrenzte Energiebelastbarkeit. Diesen Nachteil besitzt aber schließlich jeder Apparat. Bei zu hoher Energiebelastung und zu scharfem Focus kann es nämlich auch im Coolidge-Rohr zum „Anstechen“ der Antikathode, dem Schmelzen und Verdampfen von Antikathodenmaterial, kommen. Dies bedeutet aber nicht etwa eine weitere Unbrauchbarkeit des Rohres; es setzt nur der Dauerbelastung eine Grenze.

Zusammenfassend wird man mit Genugtuung konstatieren, daß ein auf unsere modernen theoretischen Vorstellungen gestütztes Erkennen im Vereine mit einer völligen Beherrschung der experimentellen Hilfsmittel auch auf diesem Gebiete wiederum zu einem überaus bemerkenswerten Fortschritt geführt hat.

Die geographische Bedingtheit der pommerschen Moore²⁾.

Von Dr. Joh. Dreyer, Rendsburg.

Wohl kaum eine Oberflächenform unserer Erde hat ein so *vielseitiges* Interesse erregt, als das Moor. Den Botaniker lockt die eigenartige Flora, den Zoologen die dem flüchtigen Auge verborgene Fauna; der Geologe studiert den Aufbau der Moore und zieht aus ihm seine Schlüsse auf das wechselnde Klima postglazialer Zeiten und ihr organisches Leben; der Landwirt wünscht

durch die Kultivierung des Moores seine Wirtschaft zu verbessern; der Industrielle denkt über die technische Verwertung der im Moor ruhenden Rohstoffe nach und berechnet die enormen Gewinne, die ihm *vielleicht* blühen; der Kulturingenieur löst das schwierige Problem der Entwässerung als Vorbedingung der Erfolge des Landwirts und Fabrikanten; der Volkswirtschaftler preist die Bedeutung der Moorkultur für die Steigerung der Fleischproduktion und die innere Kolonisation¹⁾; der Maler setzt seine Staffelei in das Moor, sucht und findet Motive für seine Kunst, und den Dichter reizt die geheimnisvolle Ruhe zum Erguß der tiefsten Regungen seiner Seele. Dementsprechend hat das Moor eine Literaturfülle hervorgerufen, die fast unübersehbar ist. Auffällig aber ist es, daß rein geographische Fragen mehr, als es berechtigt ist, in den Hintergrund treten. Und doch führen sie uns erst zu einem vollen Verständnis der „schwarzen Erde“ nach ihrer Bildungsmöglichkeit, Art, Lage und Verbreitung.

Die geographischen Bedingungen für die Moorbildung ergeben sich aus dem Wesen des Moores, eines mit einer mehr oder weniger mächtigen Humusschicht bedeckten Geländes, von selbst. Die Entstehung des Humus setzt das Vorhandensein ausreichender Wassermengen voraus, die den Zutritt des Luftsauerstoffes zu den zerfallenden Pflanzenstoffen verhindern können. Das Wasser wird durch die Niederschläge geliefert und reicht entweder für eine regionale Moorbildung aus, oder aber es ist eine Sammlung des Wassers in Hohlformen für eine lokale Moorbildung nötig. Dementsprechend gelangt das Wasser also unmittelbar als meteorisches, nährstoffarmes oder mittelbar als terrestrisches, mehr oder weniger nährstoffreiches Wasser zu den Pflanzen. Die Bedingungen für die Moorbildung liegen also vor allem in klimatischen (Niederschlagsverhältnisse), topographischen (Vorhandensein von Hohlformen) und pedologischen (nährstoffarme oder -reiche Bodenarten) Verhältnissen.

Wir können die Bedeutung des Klimas für die Moorbildung nur verstehen, wenn wir die fördernden von den hemmenden Faktoren scheiden. Das Klima eines Ortes fördert die Moorbildung, wenn es die Massenproduktion in der Pflanzenwelt steigert und den Wasservorrat, den Überschuß von Niederschlag und Verdunstung hebt; es hemmt die Moorbildung, wenn es nach dieser Richtung negativ wirkt und wenn es die Lebensbedingungen der für jede Verwesung nötigen Organismen und damit jene günstig beeinflusst. Zwei Schwierigkeiten treten uns bei dem Nachweis der Abhängigkeit der Moorbildung von dem Klima in der Praxis entgegen: uns fehlt der absolute Maßstab für das Abhängigkeitsverhältnis, und die einzelnen Faktoren des Klimas greifen

¹⁾ Soweit nicht Störung durch die charakteristische Strahlung des Antikathodenmaterials in Betracht kommt.

²⁾ Vgl. Joh. Dreyer, Die Moore Pommerns, ihre geographische Bedingtheit und wirtschaftsgeographische Bedeutung. Greifswald 1913.

¹⁾ Vgl. besonders den II. Teil meiner Arbeit.

fördernd oder hemmend ineinander über. Hohe Temperatur bewirkt in Verbindung mit hohem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der Luft eine kräftige Massenproduktion der Vegetation, andererseits befördert sie aber auch das Gedeihen der für die Verwesung der absterbenden Pflanzensubstanz notwendigen Bakterien. Das Abhängigkeitsverhältnis zwischen Moorbildung und Klima können wir nur im Vergleich mit anderen, ähnlich gearteten Mooregebieten nachweisen.

Im Vergleich zu Nordwestdeutschland mit seinen umfangreichen Hochmooregebieten in den Reg.-Bez. Aurich, Osnabrück, Hannover, Lüneburg und Stade und in dem Großherzogtum Oldenburg ist in Pommern die absolute Niederschlagsmenge, auch während der Vegetationsperiode, die Regenhäufigkeit, die relative Feuchtigkeit (besonders im Heidesandgebiet), die Zahl der regenbringenden SW-, W-, NW-Winde geringer, die Verteilung der Niederschläge ungünstiger und Trockenperioden häufiger und von längerer Dauer. Andererseits ist in Nordwestdeutschland die Temperaturverteilung gleichmäßiger, die Sommertemperatur niedriger, die Verdunstungsmöglichkeit infolge davon und infolge der gleichzeitig höheren relativen Feuchtigkeit und dem größeren Grad der Bewölkung geringer, die Zahl der frostfreien Tage größer und späte Nachtfröste seltener als in Pommern¹⁾. Kurz: die die Moorbildung fördernden Faktoren sind in Nordwestdeutschland größer, die den Wasservorrat herabsetzenden und die Moorbildung hemmenden Faktoren überwiegen in Pommern.

Diese größere Moorbildungsmöglichkeit findet ihren Ausdruck nicht nur in dem größeren Umfang der zusammenhängenden Moore, sondern auch in dem Vorherrschen von Hochmooren im Westen unseres Vaterlandes, in dem Hervortreten von Flachmooren in Pommern und innerhalb Pommerns entsprechend den der Moorbildung günstigeren Klimaverhältnissen in dem alleinigen Vorkommen von typischen Hochmooren in Hinterpommern, besonders in der Küstenzone und auf der Luvseite des pommerschen Höhenrückens²⁾.

Abgesehen von ihrem das Klima umgestaltenden Einfluß ist die topographische Gestaltung des Bodens nur für die lokale Vermoorung insofern von Bedeutung, als sie die für die Sammlung des Wassers notwendigen Hohlformen bietet. Dabei kommt es nicht auf die Entstehung, sondern neben der Verbreitung nur auf die Art der Hohlform, ihre Gestaltung im einzelnen und die Beschaffenheit ihrer Umgebung an.

Die topographische Gestaltung des Bodens hat dementsprechend Einfluß auf die Verteilung und Bildung der Moore.

Die Verteilung und Anordnung der Hohlformen in Pommern ist bedingt durch die Umgestal-

tung des pommerschen Bodens durch die quartäre Vereisung.

Im Gebiete der kuppigen Grund- und Endmoränenlandschaft mit seinem bunten Wechsel der Höhenunterschiede, mit seinen zahllosen Senken, teils rundlichen Becken von den einfachsten bis zu den verwickeltsten Gestalten, teils langgestreckten Tälern finden wir eine unübersehbare Fülle dicht zusammengedrückter kleiner und kleinster Moore jeder Gestalt, jeder Art, jeder Mächtigkeit und mannigfaltigsten Bestandes, die sich milchstraßenartig längs des Endmoränenzuges durch Pommern ziehen.

Das Heidesandgebiet südlich des Moränenzuges bietet mit seiner flachgewellten Oberfläche in seinen flachen, breiten Vertiefungen nicht die Möglichkeit für die Ausbildung vieler, sondern nur weniger, dafür umfangreicherer Moore, wie auch die langgestreckten, schmalen, tiefen, häufig ausgekolkten Flußläufe keinen Platz für eine umfangreichere Moorbildung lassen.

Im Bereich des großen pommerschen Urstromtales suchen wir, abgesehen von den großen Moorflächen im Gebiet des großen Haffstausees, der Galenbecker Niederung, des Pasewalker Ückerbeckens, des Ahlbecker Seegrundes u. a., vergebens nach den zu vermutenden großen Mooren. Nur an den Ufern des Mittel- bzw. Oberlaufs der kleinen Küstenflüsse und in kleinen Senken, deren Boden unter den Grundwasserspiegel reicht, haben sich kleine Moore gebildet.

Die ebene Grundmoränenlandschaft und die Küstenzone sind nur durch die großen Schmelzwasserflüsse zerschnitten, in deren für die heutige Wasserführung zu breiten Tälern sich umfangreiche Talmoore bilden konnten: die Moore des Grenz-, Lübsow-, Molstow-, Wödtker-, Stukower- und Schwenzerbaches, der Radüe und Persante, der Grabow und des Nestbaches, der Wipper, der Stolpe, der Lupow, der Leba und im größten Umfange die Moore des Oder- und des Randowtals.

Infolge der postglazialen Senkung des pommerschen Bodens wurden küstennahe Becken in Buchten, durch Dünen und Nehrungen in Strandseen und diese nach allmählicher Aussüßung durch Vermoorung in Strandmoore umgewandelt: die Moore des Horst-Eiersberger-, Camper-, Jamunder-, Buckower-, Vitter-, Vietzker-, Muddel-, Garder-, Dolgen-, Leba- und Sarbsker-Sees.

In Vorpommern sind nur die vermoorten Täler der den Abfluß der Wasser des Haffstausees ehemals und jetzt bewirkenden Flüsse von Bedeutung: die Moore des mecklenburgisch-pommerschen Grenztales, des Peene-Ibitz-Recknitztales und des Ziesetal-Strelasunds.

Für die Moorbildung ist die topographische Gestaltung der einzelnen Hohlformen insofern von Bedeutung, als durch sie die Möglichkeit, der Vorgang und die Schnelligkeit der Vermoorung bedingt wird. Beckenmoore entstehen unter ganz anderen Bedingungen wie Talmoore. Für jene

¹⁾ Vgl. die Tabellen in meiner Arbeit a. a. O. in Anlage C.

²⁾ Vgl. Joh. Dreyer a. a. O. S. 17 ff.

ist die dauernde Vernässung oder die Beherrschung eines Sees notwendige Vorbedingung, sei es, daß das Becken mit dem allgemeinen Grundwasserstand kommuniziert, sei es, daß es in eine undurchlässige Bodenart eingebettet oder von einer undurchlässigen Tonschicht ausgekleidet wird, so daß eine Versickerung des oberflächlich zufließenden Wassers verhindert wird. Im einzelnen hängt die Vermoorung eines Beckens von seiner Tiefe, seiner Lage, der Beschaffenheit seines Untergrundes, seiner Ufer und seiner Höhenränder und von der vorherrschenden Windrichtung ab, wobei es allerdings von großer Bedeutung ist, ob die Vermoorung durch Verwachungs- oder Überwachungsbestände stattfindet¹⁾.

Die Bildung der Talmoore gestaltet sich dadurch anders, daß im steten Fluß des Wassers ein Faktor gegeben ist, der je nach der Wasserführung und dem Gefälle des Flusses das Wachstum der Verlandungsbestände, die Aufhäufung der absterbenden Pflanzenstoffe und damit die Bildung eines Moores zu verhindern sucht, was ihm dort gelingt, wo nicht durch Aufhöhung und Verbarrung der Talsohle, durch Uferabbrüche oder durch menschliche Eingriffe in die natürliche Gefällsentwicklung durch Anlage von Stauwerken die Strömung geschwächt und damit die Verkräutung und Vermoorung des Tallaufs gefördert wird. Im einzelnen gestalten sich die Vorgänge so mannigfaltig, daß es unmöglich und auch unnötig ist, hier auf einzelne Beispiele Bezug zu nehmen.

Von der pedologischen Bedingtheit des Moores sprechen wir in dem Sinne, daß das Moor in seiner physikalischen und chemischen Beschaffenheit bis zu einem gewissen Grade von der physikalischen Eigenart des Bodens abhängig ist, in den es eingebettet ist, aus dem ihm die Zuflüsse zum größten Teile kommen, der den Verlust der zusammengeströmten Wassermengen durch Versickerung verhindert.

Die Beschaffenheit des Moores wird uns am besten durch eine Anzahl von Analysen¹⁾, die von der Moor-Versuchsstation in Bremen ausgeführt sind, veranschaulicht: (Tabelle siehe unten.)

Jedes Moor wird in erster Linie durch seinen Aschengehalt charakterisiert, der ihm zum überwiegendsten Teile minerogen beigelegt und äolischen, fluvialen oder litoralen Ursprungs ist. Mit der Abnahme der Quellen der mineralischen Zufuhr nach oben muß auch der Aschengehalt des Moores nach oben abnehmen (Analysen 1, 3, 6), wenn nicht durch lokale natürliche Verhältnisse, durch menschliche Eingriffe oder durch eine allmähliche Verlagerung der schweren Mineralstoffe nach unten eine Zunahme des Mineralstoffgehaltes nach unten bewirkt wird (Analysen 2, 4, 5, 7).

Die Menge und Art der dem Moore beigelegten Mineralien ist abhängig von dem Charakter des Höhenbodens. Der pommersche Höhenboden ist das Produkt glazialer Ablagerung und postglazialer Verwitterung und zeichnet sich durch verhältnismäßig hohen Kalkgehalt

Nr.	Ort der Probe- entnahme (Nr. des Meßtisch- blattes)	Datum der Ent- nahme	In 100 Teilen Trockensubstanz sind enthalten:							In einer Schicht von 20 cm sind auf 1 ha in kg enthalten:			
			1. Ver- brenn- liche Stoffe	2. Stick- stoff	3. Mine- ral- stoffe	4. in Salz- säure Unlös- liches	5. Kalk	6. Phos- phor- säure	7. Kali	1. Stick- stoff	2. Kalk	3. Phos- phor- säure	4. Kali
1	Gumtowers Moor 602	7. Okt. 1909	{a ¹⁾ 96,65 b 88,87	0,75 1,76	3,35 11,13	1,61 9,48	0,45 0,34	0,07 0,07	—	1 321 6 550	792 1 265	123 260	— —
2	Moorfl. des Vorwerks Neuhof am Pielburger See 972	6. Dez. 1905	{a 94,00 b 95,17	1,54 1,39	6,00 4,83	4,57 2,97	0,39 0,87	0,14 0,38	—	6 284 4 628	1 591 2 896	571 1 265	— —
3	Moorfläche am Neuendorfer See 1056	12. Aug. 1901	{a 53,23 b 37,25	2,16 1,91	46,77 62,75	11,26 12,80	21,52 27,69	0,33 0,35	—	6 556 5 406	65 322 78 374	1 002 991	— —
4	Moore der Gr. Ihna bei Suckow - Schöne- berg 1329	17. Dez. 1910	{a 34,45 b 51,90	1,56 2,39	65,55 48,10	28,85 17,27	20,69 16,39	0,45 0,38	—	19 400 13 958	257 297 95 721	5 596 2 219	— —
5	Moor d. Ibitzgrabens bei Düvier 591	21. April 1910	{a 79,19 b 86,21	3,04 2,80	21,81 13,79	6,24 2,29	5,24 4,38	1,98 0,96	—	11 509 8 282	19 839 13 112	7 496 2 874	— —
6	Uppstallwiese der Do- mäne Colbatz 1241	24. Juni 1905	{a 53,30 b 33,52	2,17 1,45	46,70 66,48	28,77 48,99	2,53 3,65	0,27 0,46	0,35 0,28	15 649 14 298	18 245 35 991	1 947 4 536	2 524 2 761
7	Moorfl. des Ritter- gutes Venzvitz bei Poseritz 440	14. Dez. 1911	{a 42,39 b 65,60	1,72 2,43	57,61 34,40	44,62 19,24	1,37 2,19	0,16 0,18	3,56 4,77	13 505 11 756	10 757 10 595	1 256 871	Na Cl 27 952 23 076

1) Vgl. Joh. Dreyer, a. a. O. S. 34 ff.

2) a = obere Schicht; b = tiefere Schicht.

1) Vgl. Anlage B meiner Arbeit.

aus, der durch Umlagerung den Mooren zugeführt ist und in ihnen als Seekreide, Wiesenmergel, Wiesenkalk lagert oder den Torf imprägniert (Analysen 3, 4). Dabei ist es auffällig, wie sich der höhere Kalkgehalt des vorpommerschen Bodens deutlich in dem im Durchschnitt höheren Kalkgehalt der vorpommerschen gegenüber den hinterpommerschen Mooren widerspiegelt. Ebenso erklärt sich das im Gegensatz beispielsweise zu den schweizerischen Mooren häufige Vorkommen von Eisenverbindungen in den pommerschen Mooren aus dem reichen Eisen- und Phosphorsäuregehalt der pommerschen Geschiebe. Demgegenüber hat der hohe Kali- und Phosphorsäuregehalt der Geschiebe nur geringen Einfluß auf den Gehalt des Moores an diesen Nährstoffen; eine Folge der schweren Verwitterbarkeit der Gesteine und der Auswaschung des Bodens. Wo der Gehalt an beiden über das Durchschnittsmaß von 0,10 % bzw. 0,25 % hinausgeht (Analysen 5—6), liegen besondere Ursachen vor: häufige Überschwemmungen und Verschlickungen oder Häufung tierischer Fäkalien und Kadaver. Im ersteren Falle bemerken wir im Bereich der Küstenmoore auch einen hohen Salzgehalt (Analyse 7).

Wir sehen also, wie die Moore Pommerns, wie die Moore überhaupt in weitgehendem Maße durch geographische Faktoren in ihrer Entstehung, Verbreitung und Beschaffenheit bedingt sind — Faktoren, die auch bei der Kultivierung der Moore weitgehende Rücksicht verlangen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Der Bogen des Odysseus.

Zu den interessanten Ausführungen von Dr. Heilborn in Nr. 22 dürfte noch einiges zu ergänzen sein.

Daß den Freiern der reflexe, zusammengesetzte Bogen ganz unbekannt war, ist kaum anzunehmen, denn diese Waffe war damals schon seit Jahrhunderten im Gebrauch, und vermutlich besaßen die wohlhabenden Griechen — also auch die Freier — dieses allerdings sehr teure Gerät. Aber die Odyssee bringt selbst einen Hinweis, weshalb es den Freiern nicht gelingt, den Bogen zu bespannen.

Es muß vorausgeschickt werden, daß solche zusammengesetzte Bogen mit einer besonders starken, dicken Sehne versehen sein *müssen*, aus dem allerdings nur dem des Bogenschießens Kundigen bekannten Grunde, weil sie unfähig zerbrechen würden, falls beim Schuß die Sehne zerreißen sollte. Sie können infolge ihrer Zusammensetzung, die nur nach der Spannseite hin eine starke Beanspruchung verträgt, den beim Zerreißen der Sehne erfolgenden Rückschlag nicht tragen und zerbrechen ganz sicher. Diesem Zufall darf also solcher Bogen nicht ausgesetzt werden, und deshalb muß die Sehne so stark sein, 3,4 mal so stark als bei den modernen, oft ebenso starken englischen Langbogen.

Nun erfahren wir, daß Odysseus die Sehne nach dem Einhängen erklingen läßt, und sie erklingt „wie Schwalbengezwitscher“, also *hoch*. Wie stark muß

aber eine so dicke Saite angespannt werden, bis sie einen hohen Ton ergibt! Da wir aber gewohnt sind, Homer stets als Kündler und Kenner der Wirklichkeit anzusehen, so dürfen wir ihm auch hier glauben, der Bogen muß danach tatsächlich ein ungewöhnlich starker gewesen sein.

Und diese Annahme wird durch einen anderen Umstand bekräftigt. Die Freier, junge starke Männer, mühen sich der Reihe nach vergeblich ab, den Bogen zu bespannen: Wenn sie sich abmühen, so *kennen sie* den reflexen Bogen, denn den Bogen nach der falschen Seite weiter zu biegen, erfordert keinerlei Kräfte, im Gegenteil, er wird *sofort zerbrechen*. Und der Unkundige ist versucht, den Bogen einfach in der gegebenen, gefährlichen Richtung weiterzubiegen. Die Freier haben ihn aber nicht zerbrochen, auch würde Odysseus ihnen den „kostbaren“, d. h. teuren, wertvollen Bogen wohl kaum zu so gefährlichen Versuchen gegeben haben, hätte er annehmen müssen, daß ihnen der reflexe Bogen ganz unbekannt war.

Odysseus hatte aber noch ein zweites Eisen im Feuer. Denn selbst, wenn es einem der Freier noch gelungen wäre, den Bogen zu bespannen, die zweite Aufgabe, den Pfeil durch die zwölf Äxte zu schießen, hätte er bestimmt nicht gelöst, denn mit einem so starken Bogen kann ein schwächerer Mann *wohl schießen, aber nicht treffen!*

Die von Dr. Heilborn berechnete Länge von 2 m halte ich für zu lang. Keine der vielen auf uns gekommenen Abbildungen zeigen so große Bogen, im Gegenteil, sie sind etwa 1,20 bis 1,50 m lang; der chinesische, der längste, aus Horn, Holz und Sehnen bestehende Bogen ist ca. 160 cm lang.

Das Bespannen derartiger Bogen zeigt übrigens Fig. 5 in dem genannten Artikel sehr deutlich: der Schütze steigt mit dem *linken* Bein in den Bogen, so daß die Rückseite nach unten, außen, zeigt, das untere Ende mit festsitzender oder schon eingehängter Sehne stellt er aber *über* den rechten Fuß, benutzt den linken Oberschenkel als Widerlager und biegt nun mit der linken Hand den Bogen so weit, bis er mit der rechten Hand die Sehne einzuhängen vermag. Ein Versuch wird dies bestätigen und zugleich die Richtigkeit des kleinen Bildes, Fig. 5, beweisen.

So scheint man auch *Xenophon* verstehen zu müssen, der von den ihn sehr belästigenden Karduchen genau berichtet, was sie tun, wenn sie schießen wollen. Die Karduchen (die Vorfahren der Kurden) müssen auch sehr starke Bogen gehabt haben, denn einmal dringt ein Pfeil einem Hauptmann durch Schild und Lederkoller und tötet ihn. Und dabei hat der Schütze doch in größerer Entfernung gestanden.

Auf 600 m hat aber vermutlich niemand geschossen! *Shakespeare* läßt in *Heinrich IV.* (II. Teil, 3. Aufzug, 2. Szene) über einen Bogenschützen sagen, daß er auf 200 Ellen (engl.) seinen Mann trafe. Das ist richtig. Wer aber 250 m weit schießen will, natürlich ohne etwas treffen zu wollen, muß schon ein *sehr starker Mann* sein.

Vielleicht dienen diese Zeilen zu weiterer Klärung der berühmten Bogen-Episode der Odyssee.

Dresden, den 5. Juni 1914.

Johann Taaks.

Besprechungen.

Dressel, Ludwig, S. J., *Elementares Lehrbuch der Physik nach den neuesten Anschauungen*, Vierte Auflage, besorgt von Professor Jos. Paffrath, S. J.

Freiburg i. B., Herdersche Verlagsbuchhandlung, 1913. XVI, 1201 S., 705 Figuren und eine Tafel. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 22,—.

Das Dresselsche Lehrbuch der Experimentalphysik zeichnet sich durch seinen ungemein reichhaltigen Inhalt aus, es vermag stellenweise die sehr viel umfangreicheren Handbücher der Physik zu ersetzen und auch bei der jetzt vorliegenden vierten Auflage hat sich der Herausgeber bemüht, auf allen Gebieten den gegenwärtigen Stand der Forschung wiederzugeben.

Die Darstellung der noch im Fluß befindlichen Fragen greift dabei in einer im allgemeinen geschickten Auswahl auf zusammenfassende Berichte und Monographien zurück, durch die man neuerdings mehr und mehr die Übersicht über die Spezialarbeiten zu erleichtern sucht, die ein einzelner heute nur noch auf beschränkten Gebieten kritisch zu verfolgen vermag. Zahlreiche Literaturnachweise, besonders solche aus leicht zugänglichen Zeitschriften, erhöhen die Brauchbarkeit des Buches erheblich, desgleichen ein stellenweise reichhaltiges Zahlenmaterial. Recht gelungen sind auch viele Abschnitte, die der technischen Nutzbarmachung physikalischer Gesetze gewidmet sind, z. B. der Konstruktion von Dampfturbinen nach dem Expansions- und nach dem Strahlprinzip, sowie den Kombinationen beider. Knapp gefaßte Angaben über Dampfverbrauch, Nutzeffekt usw. ermöglichen einen Vergleich mit anderen neueren Bauarten, etwa der Gleichstromkolbenmaschine, die den Nutzeffekt durch Verringerung der Temperaturschwankungen der inneren Zylinderwände zu steigern versucht. Bei der Besprechung mancher technischer Einzelheiten geht der Verfasser etwas zu weit, der Versuch *Zicklers*, die lichtelektrischen Erscheinungen für die Zwecke einer drahtlosen Telegraphie nutzbar zu machen, bedarf kaum der Erwähnung, geschweige denn einer ganzen Seite füllenden Beschreibung, und das gleiche gilt in noch höherem Grade von Messungen, deren Zweck es war, auf Grund empirischer Bestimmungen geeignete Dimensionierungen für größere Funkeninduktoren herauszufinden. Ähnlicher Punkte ließen sich noch eine ganze Reihe anführen, aber das Buch zeigt in diesen Fällen nur die Fehler seiner Vorzüge: einer, wie noch einmal wiederholt werden mag, oft geradezu überraschenden Reichhaltigkeit. Nicht zu vergessen sind auch die zum Teil recht amüsanten und lehrreichen, oft in Tabellenform kondensierten historischen Notizen, nur tut man zuweilen gut daran, sich der amtlichen Stellung des Autors als Lehrers an Ordensschulen zu erinnern. Geschichtlichen Tatsachen fehlt ja leider stets die jederzeit auf experimentelle Entscheidung zu gründende Sicherheit.

R. Pohl, Berlin.

Ollivier, H., *Cours de physique générale. Tome second; Thermodynamique et étude de l'énergie rayonnante*. Paris, A. Hermann et fils, 1913. VIII, 290 S. und 112 Textfiguren. Preis Frs. 12,—.

Olliviers Lehrbuch der Physik ist aus Vorlesungen des Verfassers an der Universität Lille entstanden und, wie auf dem Titel vermerkt, für den Gebrauch der Examenskandidaten bestimmt. Es wird aus drei Bänden bestehen, jedoch soll jeder Band für sich ein geschlossenes Ganzes bilden. So ist zuerst der zweite Band erschienen, der die Thermodynamik und die strahlende Energie behandelt. Der erste Band ist der Gravitation, der Elektrizität und dem Magnetismus gewidmet und bringt als Einführung ein Kapitel über die Einheiten und das „Studium der Symmetrien“. Der

3. Band wird die Lehre von den Schwingungen, Akustik, Optik und Elektroomptik enthalten.

Eine abschließende Ansicht wird man sich erst nach Kenntnisnahme des ganzen Werkes bilden können. Doch zeigt schon obige Zusammenstellung, daß zu einem vollständigen Lehrbuch der Physik fast die ganze Mechanik, Hydrodynamik und Elastizitätslehre fehlt — soweit letztere nicht vielleicht in der Akustik vorkommt.

Zur Beurteilung des Werkes ist zunächst der Zweck zu berücksichtigen, den Verfasser mit seinem Buch im Auge hat; deshalb sei es mir erlaubt, einige Zeilen aus der Einleitung — frei ins Deutsche übertragen — anzuführen:

Dies Buch enthält nichts Geschichtliches noch Literaturangaben; man wird hier keine Beschreibung älterer Apparate finden noch die genaue Darstellung von Versuchen, die nur historisches Interesse haben. Sein Studium macht weder dasjenige der Abhandlungen entbehrlich noch das der schönen und gelehrten Werke von *Bouasse*, *Chwolson*. . . . Es ist für die jungen Studenten bestimmt, die soviel Physik können, als im Baccalaureat (etwa unser Abiturium) verlangt wird, die ein wenig Differential- und Integralrechnung verstehen sowie etwas Kenntnis der Mechanik besitzen. —

Man kann also an das Werk nicht die Ansprüche stellen, mit denen man ein gewöhnliches Lehrbuch betrachtet. So wirkt es gleich im ersten Kapitel des vorliegenden Bandes befremdlich, daß von Kraft und Potential, von Wärme und Temperatur ohne Definitionen gesprochen wird, obgleich dieser Teil die Thermodynamik behandelt.

Vielfach scheint dem Verf. die Darstellung neuer Versuchsergebnisse und moderner, wenn auch kühner Theorien wichtiger als die Schilderung der exakten soliden Grundlagen, und mancher Leser wird, namentlich bei der Besprechung schwieriger Probleme, wie der 2 Hauptsätze der Thermodynamik und des Kirchhoffschen Satzes der Wärmestrahlung, die scharfe Formulierung, die Angabe der notwendigen und hinreichenden Voraussetzungen, die Trennung der Hypothesen und Postulate von den Konsequenzen vermissen.

Wie lose und unsystematisch die Tatsachen bisweilen aneinander gereiht sind, zeigen z. B. folgende Kapitelüberschriften aus dem 2. Teil (Strahlende Energie): Kap. 7: Beziehung zwischen Emission, Absorption und Dispersion (Dispersionsformeln, Anomale Dispersion der D-Linien . . . , *Julius'* Dispersionsbanden) [Wellenlehre und Optik enthält aber erst der 3. Band]; Kap. 8: Lumineszenz (. . . Stokesches Gesetz, Temperatureinfluß, Fluoreszenz der Gase); Kap. 9: Zeemansches Phänomen (Ausführliche Beschreibung der Versuche, Geschichte und elementare Theorie; Konstitution des Atoms); Kap. 10: Durchgang des Lichtes durch Körper, die sich im elektrischen oder magnetischen Feld befinden (Magnetische Drehung der Polarisationsebene, Doppelbrechung usw.); Kap. 11: Die Sonne (*Fraunhofer* wird übrigens durchweg als *Fraunhofer* zitiert); Kap. 12: Strahlungen der Sonne; Kap. 13: Emission der Gase.

Andrerseits sieht man aber auch aus dieser Zusammenstellung die große Fülle von Tatsachen, die besprochen und eingehend beschrieben werden; denn es soll nicht die große Arbeit verkannt werden, die Verfasser auf die Darstellung der Erscheinungen, mit besonderer Berücksichtigung moderner Untersuchungen, verwandt hat. Hervorzuheben ist vor allem im ersten Teil die große Zahl lehrreicher Beispiele aus der Thermodyna-

mik, die auch zahlenmäßig durchgerechnet werden. Besonders ausführlich werden hier die Erscheinungen der Verdampfung, der Sublimation, des Schmelzens, der Dissoziation, die kritische Temperatur und die Theorie der korrespondierenden Zustände besprochen.

Zum Schluß sei noch die Angabe der wichtigsten Kapitelüberschriften gestattet und eine abschließende Kritik dem Zeitpunkt vorbehalten, in dem alle drei Bände vorliegen.

I. Teil Thermodynamik:

Einleitung, 1. Hauptsatz, Anwendungen, 2. Hauptsatz, Nutzbare Energie, Ideale Gase, Homogene Flüssigkeiten, Feste Körper, Systeme mit einer unabhängigen Variablen, Andere Anwendungen des 2. Hauptsatzes, Kinetische Gastheorie.

II. Teil Strahlende Energie:

Allgemeine Eigenschaften der Strahlungen, Kirchhoffsches Gesetz, Strahlung des schwarzen Körpers, Andere Fälle reiner Temperaturstrahlung, Verschiedene Lichtquellen, Strahlungsdruck (Fortsetzung s. o.).

R. Ladenburg, Breslau.

Die Theorie der Strahlung und der Quanten. Verhandlungen auf einer von E. Solvay einberufenen Zusammenkunft (30. Oktober bis 3. November 1911); mit einem Anhang über die Entwicklung der Quantentheorie vom Herbst 1911 bis zum Sommer 1913. Übersetzt von A. Eucken. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1914. XII, 405 S. und 24 Abbild. Preis M. 15,60.

Das vorliegende Werk ist die deutsche Übersetzung des bei Gauthier-Villars in Paris 1912 erschienenen Buches „La théorie du rayonnement et les quanta“, über das der Referent in dieser Zeitschrift (1913, Seite 549 und 568) eingehend berichtet hat.

Neu hinzugekommen ist ein vom Übersetzer A. Eucken verfaßter Anhang, der die Fortschritte der Quantentheorie seit der Tagung des ersten Solvay-Kongresses schildert. Vor allem ist die Plancksche Formel für die Strahlung des schwarzen Körpers, die ja bekanntermaßen die Grundlage der Quantentheorie bildet, einer erneuten experimentellen Prüfung unterzogen worden. Die Messungen von Warburg, Leithäuser, Hupka, Müller und Coblentz haben ihre exakte Gültigkeit bestätigt.

Von den Fortschritten der theoretischen Forschung sind vor allem die Arbeiten von P. Debye, von M. Born und Th. v. Kármán (und die neueren Arbeiten von Thirring) über die spezifischen Wärmen zu nennen, die vom Referenten (l. c.) ausführlich besprochen wurden. Nach ihnen besteht die für die spezifische Wärme maßgebende Wärmebewegung eines Körpers in den elastischen Wellen, die im Körper hin und her laufen, und deren Gesamtheit das „akustische Spektrum“ des Körpers bildet. Im Anschluß an diese Vorstellungen und unter Berücksichtigung der Zerstreuung der thermisch-elastischen Wellen im Körper hat in jüngster Zeit Debye einen Entwurf zu einer Wärmeleitungstheorie ausgearbeitet, der die Euckenschen Messungen der Wärmeleitung in Kristallen, qualitativ und — der Größenordnung nach — auch quantitativ darzustellen vermag.

Von besonderem Interesse ist das Eindringen der Quantenhypothese in die Gastheorie. Wie man in der Strahlungstheorie und in der Theorie der spezifischen Wärmen fester Körper die mittlere Energie schwingender Gebilde nach der Planckschen Quantenformel (nicht nach der statistischen Mechanik) berech-

nen mußte, um Übereinstimmung mit der Erfahrung herbeizuführen, so lag es nahe, auch auf die mittlere Rotationsenergie zwei- und mehratomiger Gase die Plancksche Quantenformel auszudehnen. Und dies um so mehr, als der von der Rotation der Moleküle herrührende Anteil der spezifischen Wärme (nach den Messungen Euckens am Wasserstoff) deutliche Quanteneffekte zeigte, d. h. mit steigender Temperatur bei 0 beginnend bis zum Wert R anstieg. Von theoretischen Ansätzen, um diese Verhältnisse zu deuten, besitzen wir erstens eine Arbeit von A. Einstein und O. Stern,

die, unter Annahme einer Nullpunktsenergie $\frac{h\nu}{2}$, die mittlere Rotationsenergie der Gasmoleküle gleich der mittleren Energie eines Planckschen Resonators setzen, und so zu einer mit der Erfahrung gut übereinstimmenden Formel gelangen; zweitens eine Arbeit von P. Ehrenfest, der, in direktem Anschluß an die ursprüngliche Aussage der Quantentheorie, die Rotationsenergie gleich einem ganzen Vielfachen von $\frac{h\nu}{2}$ setzt und in

dieser Weise zu einer Formel gelangt, die bei tiefen Temperaturen die Messungen gut wiedergibt. Diese Auffassung kann, worauf zuerst Bjerrum hinwies, an den ultraroten Emissions- und Absorptionsspektren mehratomiger Gase geprüft werden, die in der Tat von der Molekülrotation herrühren. Die Messungen E. v. Bahrs am Wasserdampf scheinen die Annahme Ehrenfests zu bestätigen und zu beweisen, daß das Molekül — jedenfalls bei kleinen Gasdrücken — mit einer Anzahl verschiedener, sprungweise veränderlicher Frequenzen rotiert.

Auch auf die Translationsenergie der Gasmoleküle hat man die Quantentheorie übertragen, indem man nach der Methode von Debye die Molekularbewegung des Gases in ein Spektrum von Wellenzügen auflöste (Tetrode, Sommerfeld, Lenz, Keesom). So ergeben sich gewisse Anomalien des Druckes und der Molekulärwärmen für tiefe Temperaturen, die indessen empirisch nicht bestätigt und auch vom theoretischen Standpunkt etwas hypothetisch sind.

Von besonderer Bedeutung ist endlich der von Sackur, Tetrode und Stern aufgefundene Zusammenhang der Entropiekonstanten einatomiger idealer Gase — und damit auch der „chemischen Konstanten“ in der Dampfdruckformel — mit der Planckschen Konstanten h .

Wenn sich so auch auf den verschiedensten Gebieten die Erfolge der Quantentheorie gemehrt haben, so muß man doch gestehen, daß über der eigentlichen Bedeutung, über den Grundlagen dieser Theorie, noch tiefes Dunkel liegt.

Um so mehr ist die deutsche Ausgabe des vorliegenden Werkes zu begrüßen, das durch seine interessanten Vorträge und durch die lebendigen Diskussionen manche wertvolle Anregung zu geben vermag.

F. Reiche, Berlin.

Wien, W., Vorlesungen über neuere Probleme der theoretischen Physik. (Gehalten an der Columbia-Universität in New York im April 1913.) Leipzig, B. G. Teubner, 1913. IV, 76 S. und 11 Figuren. Preis geh. M. 2,40.

Das kleine Buch bietet in gedrängter, manchmal fast zu knapp gehaltener Form eine Übersicht über die verschiedenen Gebiete der theoretischen Physik, die sich um die moderne Strahlungstheorie und die Quantentheorie gruppieren.

Auf die mathematischen Einzelheiten hier näher einzugehen, ist natürlich nicht möglich. Daher sei nur der wesentliche Inhalt der 6 Vorlesungen angegeben.

Die Grundlage bildet die Ableitung der Planckschen Strahlungsformel, die der Verfasser nach dem Verfahren *Debyes* gewinnt, indem er — ohne sich um Emission und Absorption der elementaren Oszillatoren zu kümmern — die Energie nach Quanten auf die Eigenschwingungen eines geschlossenen Strahlungsraumes verteilt. In unmittelbarstem Zusammenhang mit dieser Methode steht auch die Theorie der spezifischen Wärmen von *Debye*; hiernach ist die Wärmebewegung fester Körper anzusehen als die Gesamtheit der elastischen Wellenzüge, die im Körper hin und her laufen. Verteilt man auch hier die Gesamtenergie quantenförmig auf die einzelnen unabhängigen Wellenzüge, d. h. auf die Eigenschwingungen des Körpers, so gelangt man zu Formeln für die spezifischen Wärmen einatomiger Körper, die mit der Erfahrung gut im Einklang sind.

Ein näheres Eingehen auf die Gesetze der Emission und Absorption elementarer Oszillatoren erfordern die eigentlichen Planckschen Theorien, von denen die neuere ausführlich behandelt wird. Nach ihr verläuft die Absorption durchaus stetig nach den klassischen Gesetzen der Maxwellschen Theorie, die Emission dagegen quantenhaft. Die Oszillatoren behalten dann am Nullpunkt der Temperatur eine mittlere Energie vom Betrage eines halben Quantums.

Ein besonderes Kapitel ist der elektrischen Leitung in Metallen gewidmet. Daß auch hier die Quantentheorie mitspielt, scheint sicher zu sein. Wie jedoch einerseits die Geschwindigkeit der Leitungselektronen mit der Temperatur variiert — eine neuere Theorie *Wiens* nimmt sie sogar als ganz unabhängig von der Temperatur an — wie andererseits die freie Weglänge der Elektronen von den Wärmeschwingungen der Atome abhängt, diese und andere Fragen sind noch wenig geklärt.

In der vierten Vorlesung behandelt *Wien* die sehr interessanten, von *Einstein* zuerst näher untersuchten Schwankungserscheinungen im Felde der schwarzen Strahlung. Das mittlere Quadrat der Energieschwankung im Strahlungsfelde besteht nach *Einstein* aus zwei Gliedern, von denen nur das eine sich aus der Undulationstheorie ableiten läßt. Das zweite Glied weist auf eine quantenartige Struktur der Strahlungsenergie hin. Diesem Schlusse *Einsteins* stimmt *Wien* nicht zu, ohne allerdings einen gangbaren Ausweg aus dem vorhandenen Dilemma eröffnen zu können.

Die letzten Vorlesungen sind im wesentlichen der Sommerfeldschen Theorie des Wirkungsquantums gewidmet, nach der bei jedem Molekularprozeß die Gesamtwirkung während der Dauer des Prozesses der Planckschen Konstanten h proportional ist. Diese Theorie wird auf die Bremsung der Elektronen in der Materie, d. h. die Erzeugung der Röntgenstrahlen, und auf die Loslösung eines Elektrons aus dem Atomverband durch den Einfluß äußerer Strahlung (lichtelektrischer Effekt) angewandt. Den Schluß bildet eine Betrachtung über die Lichtemission und die Umladung der Kanalstrahlen. *F. Reiche, Berlin.*

Wood, R. W., Researches in Physical Optics, with especial reference to the radiation of electrons. Part I. New York, Columbia University Press, 1913. 133 S. und 10 Tafeln.

Das in vornehmster Weise ausgestattete Buch vereinigt 11 Arbeiten des fruchtbaren Forschers, die im

Universitätsjahr 1911—12 beendet wurden. Sie behandeln die Resonanzstrahlung von Jod und Quecksilber, den Einfluß der Furchenform bei Beugungsgittern auf die Verteilung der Intensität in den Spektren, das Reflexionsvermögen des Mondes für bestimmte Spektralbezirke; ferner die Satelliten der Quecksilberlinien, die Elektronenatmosphäre der Metalle, den Einschluß von Strahlung durch Totalreflexion und anderes mehr.

Die Mehrzahl dieser Arbeiten ist außer auf Englisch auch in der Physikalischen Zeitschrift erschienen und ist dem deutschen Leser dort bequem zugänglich. Ihre Zusammenfassung zu einem Bande erfolgte wegen der Bestimmungen der Ernest-Kempton-Adams-Stiftung, welche *Wood* während des Jahres 1911/12 zuerkannt war. Von dieser Stiftung dient ein Teil zur Förderung der wissenschaftlichen Arbeit eines Forschers, ein anderer zur Verbreitung der Kenntnis seiner Untersuchungen. Die Vorlesungen von *Wien*, *Runge*, *Bjerknes*, *Lorentz* an der Columbia-Universität und ihre Buchausgaben gehen auf diese Stiftung zurück.

Woods Arbeiten über Resonanzstrahlung sind für den Theoretiker von besonderem Interesse, weil sie sehr wertvolles Material für die Erkennung der Atomstruktur zu liefern versprechen. Jod-, Natrium-, Quecksilberdampf und andere Gase werden monochromatisch beleuchtet und ihre Atome senden infolge dieser Anregung Licht aus (Fluoreszenz). Dies Licht hat nicht ausschließlich die Farbe (Frequenz) des erregenden, sondern sein Spektrum besteht aus Linien, die sich auf beiden Seiten der erregenden Linie durch den größten Teil des optischen Gebiets ziehen. Hier liegt also ein Fall vor, wo die sonst oft bewährte Vereinfachung, das Atom als linearen Resonator anzusehen, versagt. Dieser würde zwar auch Licht nach allen Seiten zerstreuen, aber er vermag nicht eine neue Frequenz zu erzeugen. In dieser Beziehung ist gerade der von *Wood* geprägte Name „Resonanzstrahlung“ irreführend.

Das Linienspektrum der Resonanzstrahlung des Jod läßt dem ersten Anschein nach eine einfache Gesetzmäßigkeit vermuten, doch hat die genauere Messung diese Hoffnung nicht bestätigt. Das Spektrum besteht, wenn es durch die grüne Hg-Linie angeregt wird, aus Wiederholungen dieser Linie in beinahe gleichmäßigen Abständen von 60 Å E. Anwendung eines hohen Auflösungsvermögens läßt erkennen, daß die Wiederholungen, ebenso wie die grüne Hg-Linie selbst, aus Hauptlinie und Satelliten bestehen. Der enge Zusammenhang zwischen der Struktur der erregenden Linie und dem Bau des Resonanzspektrums äußert sich in der Abhängigkeit der Detailstruktur der Resonanzlinien von der der grünen Quecksilberlinie. Jede Veränderung der Temperatur und Spannung innerhalb der Quecksilberlampe macht sich durch eine Veränderung der Trabanten im Resonanzspektrum bemerklich. Wird durch Filtrieren des erregenden Lichtes durch Bromdampf ein minimales Gebiet innerhalb der grünen Hg-Linie ausgeblendet, (welches mit den haarscharfen Absorptionslinien des Brom zusammenfällt), so fehlt bei 3 Resonanzlinien des Jod einer der 7 Trabanten. — Aus dieser Bemerkung läßt sich schließen, wie wichtig es bei der feineren Erforschung des Resonanzspektrums sein wird, eine streng monochromatische Anregung zu haben. Die Quecksilberlinien sind infolge der Trabanten selber von so kompliziertem Aufbau, daß das von ihnen erregte Resonanzspektrum noch nicht das einfachste ist, was sich denken läßt. Um die Gesetzmäßigkeit der Spektren und

damit eine präzise Eigenschaft des Jodatoms herauszuschälen, wird man die Erfindung einer noch einheitlicheren Lichtquelle abwarten müssen. Ein wie ungeheuer kompliziertes Gebilde ein Jodatom ist, drängt sich dem Beschauer der Absorptionsspektren auf, die Wood aufgenommen hat. Linie an Linie ist in diesem Bandenspektrum dicht gedrängt — in den schmalen Bereich (0,7 Å E) der grünen Quecksilberlinie fallen allein 7 Absorptionslinien des Jod und Wood selbst schätzt die Gesamtzahl im Spektrum auf über 50 000! Woods Ziel ist, die Resonanzstrahlung von einer so homogenen Strahlung erregen zu lassen, daß nur eine Absorptionslinie in den Anregungsbezirk fällt. Dann erst hat man, so meint er, an der engen Klaviatur des Atoms eine einzelne Taste angeschlagen und erhält von diesem Instrument die einfachsten Töne, die darauf gespielt werden können.

P. P. Ewald, München.

Zeeman, P., Magnetooptische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der magnetischen Zerlegung der Spektrallinien. Deutsch von Max Iklé. Leipzig, J. A. Barth, 1914. XI, 242 S., 74 Abb. und 8 Lichtdrucktafeln. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Eine ausführliche Besprechung der englischen Ausgabe dieses Buches durch R. Ladenburg befindet sich in Nr. 14 (S. 352) dieses Jahrganges. Aus ihr wird man einen Eindruck von dem reichen Inhalt gewinnen, den der Entdecker des Zeemaneffektes in jedem Kapitel seinen Lesern zu übermitteln weiß. Dabei ist noch hervorzuheben, daß an keiner Stelle Gebrauch von mathematischen Entwicklungen gemacht wird, obwohl die Resultate der mathematischen Theorien erwähnt und zum Teil eingehend besprochen werden.

Die deutsche Ausgabe unterscheidet sich von der englischen nur wenig. In der Bibliographie und zum Teil auch in Fußnoten im Text sind die Arbeiten des Jahres 1913 berücksichtigt worden. Die Ausstattung des Buches ist gut und die Übersetzung liest sich angenehm.

P. P. Ewald, München.

Grunmach, L., Experimentaluntersuchung zur Messung von Erderschütterungen. Berlin, Leonhard Simion Nf., 1913. 104 S. Preis M. 5,—.

Die instrumentelle Seismologie hat in dem letzten Jahrzehnt bedeutende Fortschritte gemacht. Wir weisen nur hin auf das astatische Pendelseismometer und den Vertikalseismographen Wiechertscher Konstruktion, auf die von demselben Autor durchgearbeitete Theorie der automatischen Seismographen, auf die erfolgreichen Untersuchungen von Galitzin mit aperiodischen Seismographen, auf das bifilare Kegelpendel von Mainka sowie endlich auf die für das Studium rascher, künstlicher Bodenbewegungen sehr zweckmäßigen von Mintrop jüngst angegebenen transportablen Instrumente. Einen weiteren, äußerst wertvollen Beitrag auf diesem Gebiet enthält nun auch die oben genannte Abhandlung von L. Grunmach. Sie hat es zwar nicht mit eigentlich seismologischen Fragen zu tun; ihr Ziel ist praktisch-technischer Art, denn, wie ihr Untertitel angibt, ist sie ein „zusammenfassender Generalbericht über die im Auftrage der Provinzialverwaltung Schlesiens ausgeführte Untersuchung zur Messung der an der Queistalsperre bei Marklissa durch den Wasserabsturz hervorgerufenen Erschütterungen“. Ein großer Teil ihres Inhalts weist indessen weit über diese besondere Aufgabe hinaus, wie denn auch die allgemeiner physikalisch interessierenden Untersuchungen bereits 1909 in den

Sitzungsber. d. Kgl. Preuß. Akademie d. Wissensch. (S. 969—980) und im 30. Band der Annalen d. Physik (S. 951—973) veröffentlicht worden sind. Auf diese sei auch hier besonders eingegangen. Es ist dem Verfasser gelungen, hochempfindliche Apparate zu bauen, die, an unzugänglicher Stelle aufgestellt, mittels elektrischer Fernregistrierung eine exakte Messung der Perioden, Amplituden und Beschleunigungen überaus schneller und kleiner Felsschwingungen gestatteten. Es ergab sich, daß es sich um Erschütterungen handelte, deren Perioden nur hundertstel und tausendstel Sekunden und deren Amplituden nur tausendstel bis hunderttausendstel Millimeter betragen.

Dem Apparat zur Messung der maximalen Beschleunigungen lag der Gedanke zugrunde, die größte Beschleunigung in der schwingenden Bewegung eines Körpers dadurch zu ermitteln, daß man ihn als Unterlage für einen anderen Körper dienen läßt, der, etwa als Hebel konstruiert, mit bekannter, durch sein Gewicht und eine aufwärts oder abwärts ziehende Feder Spannung gegebener Kraft aufruht. Der Kontakt mit der Unterlage wird in dem Augenblick aufgehoben, wo diese eine Beschleunigung erfährt, die nach Größe und Richtung gleich der Beschleunigung der auf sie ausgeübten Druckkraft ist; diese aber läßt sich durch Änderung von Größe und Richtung der Federkraft beliebig variieren, und der Augenblick der Kontaktunterbrechung kann auf elektrischem Wege etwa durch Ausschlag eines Galvanometers festgestellt werden. Nach diesem Prinzip wurden drei Instrumente hergerichtet, mit denen die auftretenden Beschleunigungen in drei Komponenten (den beiden horizontalen und der vertikalen) gemessen werden sollten. Zur Ermittlung der horizontalen Beschleunigungen waren aber naturgemäß die einzelnen Teile des Apparates so zu orientieren, daß der den schwingenden Bewegungen ausgesetzte Körper nunmehr nur durch Feder Spannung von einem vertikal herabhängenden Hebel horizontalen Druck erfuhr. Eine sehr sinnreiche und sicher arbeitende elektromagnetische Vorrichtung ermöglichte es dann noch, mit Hilfe von Sperrädern die Mikrometerschrauben, welche zur Spannung der den Druck der Hebel regulierenden Meßfedern dienten, von der Ferne aus immer so einzustellen, daß gerade die erforderliche Spannung vorhanden war. Bei der Herstellung der Federn war daher besonderes Gewicht darauf zu legen, daß die Federkraft der Verlängerung streng proportional war. Mit größter Sorgfalt waren auch die Kontaktflächen konstruiert. Als Material wurde hierzu schließlich eine außerordentlich harte Osmium-Iridium-Legierung gewählt und die Form so ausgeführt, daß eine sehr kleine, aus der Stahlkugel des Hebels herausragende Halbkugel auf bzw. an einer Planfläche in der Ebene der Stahlplatte des Ambosses ruhte. Die Theorie des Apparates ist elementar.

Zur Ermittlung der Perioden und Amplituden der Felsschwingungen wurde auf das Prinzip des auch zur Registrierung der Erdbebenwellen sehr viel benutzten Horizontalpendels zurückgegriffen. Es ist dies ein Pendel, welches eine von der Vertikalen nur wenig abweichende Drehungsachse und somit eine fast horizontale Schwingungsebene besitzt und infolgedessen außer in sehr empfindlicher Weise auf Neigungsänderungen auch auf horizontale Bodenverschiebungen senkrecht zu der durch seine Gleichgewichtslage bestimmten Vertikalebene reagiert. Als Registriermethode wurde, um die zu erwartenden äußerst raschen und kleinen Bodenverschiebungen sicher zur Aufzeichnung kommen zu lassen, zunächst die mikrophotographische ange-

wandt, die bei Abwesenheit irgendwelcher mechanischen Hebelübertragung und damit jeden Trägheits- und Reibungswiderstandes und jeder Beeinträchtigung durch die Elastizität der einzelnen Hebelteile, eine beliebig hohe Vergrößerung zuläßt. Die Schwingungen einer an der Pendelmasse angebrachten Marke werden durch ein Mikroskop auf einen sich mit konstanter Geschwindigkeit bewegendem lichtempfindlichen Registrierbogen projiziert. Für Fernbeobachtungen aber mußte ein anderer Weg eingeschlagen werden. Zu diesem Zweck arbeitete der Verfasser praktisch und theoretisch eine magneto-induktive oder elektromagnetische Methode aus, die einige Jahre früher auch schon vom Fürsten B. Galitzin zur Aufzeichnung der länger periodischen Erdbebenwellen in die Seismologie eingeführt worden war (zuerst in der Abhandlung „Zur Methodik der seismometrischen Beobachtungen“. *Comptes rendus d. séances d. la commission sismique permanente*, t. I, 3 [1904] St. Pétersbourg). Dieses einen wichtigen Fortschritt darstellende Verfahren ist somit in kurzer Zeitspanne unabhängig von russischer und von deutscher Seite ersonnen worden. Es besteht darin, daß zwei an der „stationären“ Pendelmasse befestigte Induktionsspulen sich nach Maßgabe der relativ zum Erdboden vorsiehenden Pendelschwingungen in dem Felde zweier Elektromagnete hin und her bewegen und die dadurch induzierten, in ihrer Intensität demnach von den stattgehabten Bodenerschütterungen abhängigen Ströme durch ein Saitengalvanometer photographisch registriert werden. Die Dämpfung der Eigenschwingungen des Pendels geschah ebenfalls auf elektromagnetischem Wege, kam jedoch bei den tatsächlichen Untersuchungen gar nicht in Betracht, da die 4,9 Sekunden betragende Eigenperiode die Störungsperioden 200- bis 2000-mal übertraf. Die Eigenperiode des Galvanometerfadens mußte dagegen so klein wie möglich gemacht werden; es gelang, sie auf etwa 0,0015 Sekunden herabzudrücken. Die 3 bis 4 cm breiten Registrierstreifen bewegten sich mit einer Geschwindigkeit, welche der Größenordnung nach 1 m sec⁻¹ betrug, und hatten eine Länge von etwa 20 m, so daß die Felterschütterungen immer ungefähr 20 Sekunden hindurch verfolgt werden konnten, wobei dann einem Zeitraum von nur 0,001 Sekunde schon 1 mm auf dem Papier entsprach. Zur Erleichterung der Ausmessung wurde ferner wiederum auf elektrischem Wege alle 0,2 Sekunde die Zeit besonders markiert. Ohne hier auf die weiteren instrumentellen und theoretischen Einzelheiten und die Konstantenbestimmung eingehen zu können, sei nur noch als wesentlich in der Theorie der magneto-induktiven Methode besonders hervorgehoben, daß, da die induzierte elektromotorische Kraft immer der jeweiligen Geschwindigkeit der Bodenbewegungen proportional ist, auch nur diese Geschwindigkeit als Funktion der Zeit aufgezeichnet wird, daß daher die Bodenverrückungen selbst erst durch Integration der Registrierkurve gefunden werden können.

Die Apparate wurden nun in dem einen der beiden „Umlaufstollen“ der Sperranlage, durch welche das Wasser hinabstürzt, mit Hilfe eines völlig dichten Eisenkastens fest in den Felsen hineingebaut. Nach mehreren vorbereitenden Versuchen im physikal. Laboratorium der Technischen Hochschule zu Berlin und an der Talsperre selbst, die auch eingehend dargelegt sind, gelangten im März 1909 die Hauptversuche zur Ausführung, und zwar unter Variierung der einzelnen Verhältnisse, indem sowohl die Art des Wasserabflusses als auch die Größe der Abflußmenge

geändert wurde. Die parallel und senkrecht zur Richtung des Umlaufstollens sowie in vertikaler Richtung gemessenen Beschleunigungen waren von gleicher Größenordnung und wuchsen beim Wasserabfluß durch die „Schieber“ in allen drei Komponenten mit der sekundlichen Abflußmenge. Hierbei wurden als Extremwerte bei einer Abflußmenge von ca. 14 cbm sec⁻¹ 11,38 cm sec⁻² und bei einer Abflußmenge von ca. 65 cbm sec⁻¹ 128,70 cm sec⁻² in vertikaler Richtung festgestellt. Durch einen 100-pferdigen Sauggasmotor wurde im Laboratorium aber in der vertikalen Komponente in 1½ m Abstand vom Maschinenfundament schon eine Beschleunigung von 171 cm sec⁻² und im Fundament selbst bis zu 575 cm sec⁻² erzeugt. — Die Horizontalpendelbeobachtungen lehrten u. a., daß es sich bei den Felterschütterungen im wesentlichen um durch den Wasserabsturz ausgelöste freie elastische, nicht aufgezwungene Schwingungen wechselnder Periode zwischen 0,029 und 0,0025 sec handelte. Zehn verschiedene Perioden konnten deutlich erkannt werden; vielfach waren sie gegenseitig überlagert. Die Amplituden nahmen im allgemeinen mit der Periode zu und wuchsen durchweg beschleunigt mit der sekundlichen Abflußmenge. Als größte Schwingungsweite der Felsteilehen (doppelte Amplitude) wurde 0,00306 mm bei einer Periode von 0,029 sec beobachtet; es flossen dabei in der Sekunde 130 cbm Wasser ab.

Die durch die ganze Abhandlung sehr ausführlich gehaltenen Darlegungen werden noch durch Zeichnungen und Abbildungen sowie auch durch Kopien einiger bei den Versuchen gewonnener Diagramme gut unterstützt, so daß man in der Tat einen klaren Einblick in alle Einzelheiten gewinnt. Die mühsamen, schwierigen Untersuchungen sind von den ersten vorbereitenden Schritten zur Ausarbeitung der Methode und Konstruktion der Apparate bis zur Ausführung der endgültigen Versuche an der Talsperre so lichtvoll und mit solcher Umsicht und vorbildlichen Sorgfalt angestellt worden, daß das Studium dieser die angewandte Seismometrie wesentlich fördernden Arbeit allen interessierten Kreisen nur angelegentlichst empfohlen werden kann.

E. Tams, Hamburg.

Eder, Josef Maria, Quellschriften zu den frühesten Anfängen der Photographie bis zum XVIII. Jahrhundert. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1913. 187 S. Preis M. 24.—.

Das vorliegende Werk bietet eine wertvolle Ergänzung zu der von demselben Verfasser bereits vor längerer Zeit herausgegebenen Geschichte der Photographie (3. Auflage 1905 bei Willh. Knapp, Halle a. Saale). Die dort zitierten Quellschriften sind leider wegen ihrer Seltenheit sehr schwer zugänglich und es ist deshalb ein verdienstvolles Unternehmen, die Originaltexte in ausführlichem Nachdruck weiteren Kreisen zugänglich zu machen. Der Nachdruck selbst erfolgte in mustergültiger Form und sind den einzelnen Abhandlungen, soweit sie in lateinischer Sprache veröffentlicht sind, vollständige deutsche Übersetzungen von Geheimrat Dr. Ferdinand von Schrött beigegeben, so daß das Studium der Quellschriften außerordentlich bequem gemacht ist.

Um den Zusammenhang der Abhandlungen unter sich besser erkennen zu lassen, hat Professor Eder den Nachdrucken einen Abriß der Geschichte der Photographie bis zum XVIII. Jahrhundert vorangestellt und zahlreiche Anmerkungen diesem Text sowie den eigentlichen Quellen hinzugefügt, so daß das Verständnis der

uns nicht geläufigen Bezeichnungen usw. außerordentlich erleichtert ist.

Die erste veröffentlichte Quellschrift gibt das Vorwort und den „das Silber“ behandelnden Abschnitt der Abhandlung des *Georg Fabricius*: *De metallicis rebus ac nominibus observationes*. Zürich 1565. *Fabricius* beschreibt hier die Eigenschaften des Silbers und der Silbererze, wobei er ausführlich auf das Hornsilber — Chlorsilber — *argentum cornei coloris translucidum* — zu sprechen kommt. Er kennt die leichte Schmelzbarkeit des leberfarbigen Hornsilbers, erwähnt aber nichts von der Lichtempfindlichkeit dieser Substanz, die ihm offenbar unbekannt geblieben ist.

In der zweiten abgedruckten Quellschrift des *Oswald Crollius*: *Basilica chymica*, Frankfurt 1608, wird die künstliche Herstellung des Hornsilbers, „*luna cornea*“ genannt, beschrieben. *Crollius* fällt das Chlorsilber aus silbernitrathaltigen Lösungen mit Kochsalz aus. Von der Lichtempfindlichkeit erwähnt er aber ebenfalls nichts.

Die Farbenänderung des frisch gefällten Chlorsilbers erwähnt erst *Robert Boyle* in der Abhandlung: *Experimenta et considerationes de coloribus*, Versuch XXXVI, Genf, 1680; aber er führt diese auf den Einfluß der Luft zurück.

Die Abhandlung *Christian Adolph Balduns*: *Phosphorus hermeticus sive magnes luminaris*, Frankfurt und Leipzig 1676, hat mit den Silberverbindungen an sich nichts zu tun. *Baldun* beschreibt eine von ihm entdeckte phosphoreszierende Substanz — Calciumnitrat. — Mit der Herstellung dieses Leuchtsteins und weiteren Versuchen beschäftigte sich eingehend der Arzt *Johann Heinrich Schulze* in Altdorf, später zu Halle. Er benutzte hierbei ein silbernitrathaltiges Scheidewasser, mit dem er Kreidepulver befeuchtete. An diesem Brei bemerkte er eine mehr oder weniger schnell erfolgende Farbenänderung, deren Ursache er in ganz systematischer Weise aufsuchte und als die er lediglich das auf den Brei fallende Tageslicht ermittelte. Schulze kopierte auf seinem lichtempfindlichen Kreidebrei Figuren und stellte also das erste Lichtbild her. Seine Veröffentlichung findet sich in den Abhandlungen der Leopoldinisch-Karolinischen Akademie der Wissenschaften unter dem Titel: *Scotophorus pro phosphoro inventus seu experimentum curiosum de effectu radiorum solarium*, Nürnberg 1727.

Die sechste Quellschrift ist die Abhandlung *Jean Hellot*: *Sur une nouvelle encre sympathique*, Paris 1766.

Diese sympathische Tinte bestand in einer wäßrigen Lösung von Silbernitrat. Die mit ihr benetzten Stellen des Papiers dunkelten mit der Zeit nach; hierbei sollte ein Schwefelgehalt der benutzten Salpetersäure beteiligt sein. *Hellot* gibt aber ganz richtig an, daß die Schwärzung auch ohne Gegenwart von Schwefel einträte, wenn man das beschriebene Papier der Sonne aussetze.

Die Lichtempfindlichkeit des Chlorsilbers entdeckte *Giacomo Battista Beccaria*: *De vi, quam ipsa per se lux habet etc.*, Bologna 1757. *Beccaria* stellte einwandfrei fest, daß die bereits bekannte Schwärzung des Chlorsilbers beim Liegenlassen nicht auf Berührung mit der Luft, sondern nur unter dem Einfluß auffallenden Lichtes eintritt.

Die letzte veröffentlichte Quellschrift ist die Abhandlung *Carl Wilhelm Scheele*: *Chemische Abhandlung von der Luft und dem Feuer*, Upsala und Leipzig 1777. *Scheele* experimentierte mit kohlen-saurem Silber und Chlorsilber und fand, daß bei der Schwärzung des Chlorsilbers im Licht Chlor frei werde. Sal-

miakspiritus (Ammoniak) löst das nicht veränderte Chlorsilber auf, so daß also hiermit ein direkter Weg zur Fixierung der Lichtbilder gegeben war. Ferner erwähnt *Scheele*, daß bei der Zerlegung des auffallenden Lichtes durch ein Prisma der blaue und violette Bezirk des Spektrums das Chlorsilber viel schneller schwärzt als der rote und gelbe Teil.

Den einzelnen Quellschriften sind die Titelblätter der betreffenden Abhandlungen und zum Teil die Portraits der Autoren in photographischer Nachbildung vorangestellt; auch vom alten Buchschmuck ist manches reproduziert. Dadurch, daß der Verfasser sich nicht auf ein Excerptieren der speziell das photographische Gebiet behandelnden Teile der Quellen beschränkt, sondern die Texte in ziemlich weitem Umfang wiedergibt, gewinnt der Leser einen interessanten Einblick in die Ausdrucks- und Denkweise der Alchymisten und es wird deshalb das Buch *Eders* bei allen, die der historischen Entwicklung eines Wissenszweiges ein Interesse entgegenbringen, eine willkommene Aufnahme finden.

R. Schüttan, Jena.

Andresen, M., Das latente Lichtbild, seine Entstehung und Entwicklung. (Enzyklopädie der Photographie, Heft 83.) Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1913. VIII, 61 S. und 4 Figuren. Preis geh. M. 2,40.

In der vorliegenden interessanten Schrift schildert uns der Verfasser im Überblick besonders wertvolle Probleme und Forschungsergebnisse, die das Studium der photographischen Vorgänge in der lichtempfindlichen Bromsilber-Gelatineschicht bis heute gezeitigt hat.

Nach einem kurzen einleitenden Abschnitt über die besonderen Schwierigkeiten, welche der wissenschaftlichen Erforschung der Natur des latenten Bildes begegnen, und welche in dem für die direkte Beobachtung nur schwer zugänglichen Wesen des latenten Bildes so wie in dem in physikalisch-chemischer Hinsicht verwickelten Material der modernen Trockenplatte begründet sind, beschäftigen sich die folgenden drei Abschnitte mit dem Material selbst, welches für die Herstellung lichtempfindlicher photographischer Schichten in Frage kommt, sowie mit seiner Verarbeitung. Der Leser erfährt hier, daß das Bromsilber für die Bereitung hochempfindlicher Schichten unter den Silberhaloiden ganz besonders prädestiniert ist. Diese Sonderstellung des Bromsilbers ist begründet in der eigenartigen und innigen Wechselbeziehung zwischen Haloid und Gelatine. Es ist ein Verdienst des Verfassers, diese innige Wechselbeziehung bei seiner Darstellung in den Vordergrund gerückt und zur Grundlage einer Erweiterung unserer Vorstellungen vom Wesen des latenten Bildes gemacht zu haben. Während das Chlorsilber in Verbindung mit Gelatine nur in beschränktem Maße der „Reifung“ zugänglich ist und schon, bevor das Korn die für eine hochsensible Schicht erforderliche Größe erreicht hat, durch die Gelatine selbst reduziert wird, gestattet es das Bromsilber, den Reifungsprozeß bis zur Bildung hochempfindlicher Emulsionen zu treiben, ohne daß vorzeitige Reduktion durch die Gelatine eine Unterbrechung des Reifungsprozesses erheischte. Jodsilber ist für die Herstellung photographischer Schichten u. a. schon deswegen ungeeignet, weil es selbst im belichteten Zustande (namentlich in Gegenwart von Gelatine) gegen Reduktionsmittel (Entwicklerlösungen) sehr widerstandsfähig ist und eine Hervorrufung des latenten Bildes nicht oder nur schwer gestatten würde.

Bei dem *Reifungsprozeß* der Bromsilbergelatine erleidet die Adsorptionsverbindung oder, wie der Verfasser sagt, die *Komplexverbindung* $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ infolge der Wirkungen des Ammoniaks, der erhöhten Temperatur und endlich der oxydierenden Einwirkung des Bromsilbers selbst (nach Ansicht des Verfassers) eine „Umwandlung in dem Sinne, daß sie ihrem Zerfalle nahe gebracht wird, wodurch ein labiler Gleichgewichtszustand (?) zwischen dem Komplex $(\text{AgBr})_n$ und der adsorbierten Gelatine zustandekommt“. Jetzt, also unmittelbar vor dem Zerfall des „komplexen Moleküls $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ “, wird der Reifungsprozeß unterbrochen. Wie nun der Verfasser zur Annahme eines solchen hypothetischen Komplexes $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ kommt, erfahren wir in einem diesem Gegenstande besonders gewidmeten Abschnitt. Und weiterhin werden wir auch mit *experimentellen Untersuchungen* des Verfassers bekannt gemacht, die uns die Annahme eines solchen labilen Komplexes $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ zur Erklärung der beobachteten Tatsachen einstweilen als sehr zweckmäßig erscheinen lassen. Verfasser stellt sich vor, daß Lichtmengen bis zu ca. 1,4 SMK (Sekundenmeterkerzen) nur eine Sprengung des labilen $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ -Komplexes in $n \cdot \text{AgBr}$ und Gelatine bewirken:

$$[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}] + \text{Licht} = (\text{AgBr})_n + \text{Gelatine}$$
und weiterhin
$$(\text{AgBr})_n + \text{Licht} = n \cdot \text{AgBr}.$$

Diese Sprengung macht das Bromsilber erst entwickelbar, gestattet also Hervorrufung eines Bildes (*latentes Bild I. Ordnung*). Jene Art der Lichtwirkung, welche die Sprengung des $[(\text{AgBr})_n\text{-Gelatine}]$ -Komplexes und damit ein latentes Bild erster Ordnung verursacht, wird sehr wahrscheinlich gemacht durch Beobachtungen, die *Lüppo-Cramer*¹⁾ über die Zerstäubung des Bromsilbers durch das Licht anstellte. Es gelang diesem Forscher bekanntlich das „Zerstäubungsbild“ nach Zerstörung der Silberkeime durch differenzierte Reifung hervorzurufen. Es liegt also hier eine *nachgewiesene*, den Dispersitätsgrad des Bromsilbers erhöhende, Lichtwirkung vor, die identisch ist mit der vom Verfasser *angenommenen* Aufspaltung des Komplexes $(\text{AgBr})_n$ in $n \cdot \text{AgBr}$. Dieser sich im sub- oder amikroskopischen Gebiete abspielende Vorgang der Zerstäubung des Bromsilbers (*Lüppo-Cramer*, *W. Scheffer*, *H. Siedentopf*) wird vom Verfasser also auch für das Gebiet molekularer Dimensionen als wahrscheinlich angesehen.

Das latente Bild erster Ordnung beherrscht das Gebiet der Unterexposition und den ersten Teil des Gebietes der Normalexposition. Als Gründe für die Annahme einer so gearteten Lichtwirkung führt Verfasser den Nachweis an, daß in diesem Gebiet Brom noch nicht abgespalten, Silberkeime (*Silberkeimtheorie*²⁾) durch Lichtwirkung also noch nicht gebildet werden. Damit im Einklang steht, daß das latente Bild I. Ordnung physikalisch nicht entwickelbar ist; außerdem wird es durch Salpetersäure in einen nicht mehr entwicklungsfähigen Zustand — Verfasser meint: in ein Silberoxybromid, was dahingestellt sein mag — übergeführt.

Anders das *latente Bild zweiter Ordnung*, es läßt sich auf Grund seines Gehaltes an Silberkeimen physi-

kalisch entwickeln und zeigt gegen Salpetersäure hohe Widerstandsfähigkeit. Sein Auftreten ist bedingt durch die bei weiterer Steigerung der Lichtmengen (zwischen 1 und 10 SMK) einsetzende Halogenabsplattung.

Weiterhin hat der Verfasser dem *Solarisationsphänomen*, wohl einem der verwickeltesten und meist umstrittenen photographischen Probleme, einen ausführlicheren Abschnitt gewidmet. Für das Zustandekommen dieses Phänomens wird vom Verfasser besonders der sog. Reflexionslichthof und die Überführung der Silberhaloide in nicht mehr entwickelbare Verbindungen durch im Lichte freigewordenes Halogen verantwortlich gemacht.

Kann auch manches in dem vorliegenden Werkchen nicht unwidersprochen bleiben, so dürfte die verdienstvolle Arbeit doch als sehr lesenswert allen denen empfohlen sein, die einen Einblick in den heutigen Stand unserer Erkenntnis der Natur des latenten Lichtbildes gewinnen wollen.

W. Bachmann, Göttingen.

Eder, Josef Maria, Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik für das Jahr 1913. Sieben- und zwanzigster Jahrgang. Halle a. S., Wilhelm Knapp, 1913. VII, 674 S., 193 Abbildungen und 13 Kunstbeilagen. Preis M. 8,—.

Der Verfasser leistet seit einem Menschenalter die erstaunliche Arbeit, kurz nach dem Beginn eines Jahres einen Bericht über die Arbeiten des abgelaufenen Jahres erscheinen zu lassen. Dabei ist das Gebiet weit umfassender, als der Titel des Jahrbuches andeutet, in dem nicht nur Photographie und Reproduktionstechnik, sondern die gesamte Photochemie Berücksichtigung finden. Für diese konnte allerdings die Arbeit nur dadurch bewältigt werden, daß eine größere Anzahl von Referaten aus zweiter Hand — nach dem *Chemischen Zentralblatt* usw. — geboten werden, was aber stets gewissenhaft bemerkt wird. Bei dem wachsenden Interesse für das Gebiet der Photochemie darf die Hoffnung ausgesprochen werden, daß dieser Teil in künftigen Jahrgängen ausführlichere Behandlung erfährt. Alle photographischen Untersuchungen und photographischen Neuerungen werden der großen Sachkenntnis des Verfassers entsprechend referiert. Hervorgehoben sei der zusammenfassende Bericht über die zahlreichen interessanten, die Vorgänge bei Belichtung der Silberhaloide betreffenden Arbeiten von *Lüppo-Cramer*. Das erste Drittel des Buches bringt wie alljährlich eine Reihe zum Teil wertvoller Originalarbeiten.

Alfred Coehn, Göttingen.

Physikalische Mitteilungen.

(Autoreferate.)

Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den Atomen des Quecksilberdampfes. (*J. Franck und G. Hertz. Autoreferat aus den Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft, Mai und Juni 1914.*) Als Resultat früherer Arbeiten der Verfasser hat sich ergeben, daß Elektronen in chemisch-inaktiven Gasen und vor allem in Edelgasen bei Zusammenstößen mit den Gasatomen ohne Geschwindigkeitsverluste zu erleiden reflektiert werden, solange die Geschwindigkeit der Elektronen eine für jedes Gas charakteristische kritische Größe nicht überschreitet. Sobald diese Geschwindigkeit erreicht ist, werden die

¹⁾ Kolloid-Zeitschr. 11, Heft 2; vgl. auch W. Bachmann, Über das latente photographische Bild und seine Theorie, „D. Naturwissenschaften“, I (1913), S. 1229.

²⁾ Vgl. W. Bachmann, loc. cit., 1227—1229.

Stöße unelastisch, d. h. die Elektronen geben ihre kinetische Energie bei Zusammenstößen mit den Gasmolekülen quantenweis ab.

In den bisher untersuchten Fällen führt ein Teil dieser unelastischen Stöße eine Ionisation der gestoßenen Gasmoleküle herbei, so daß also die kinetische Energie des stoßenden Elektrons einem Elektron im Molekül übermittelt wird, das dadurch befähigt wird, sein Molekül zu verlassen.

Nach den Erfahrungen der zu besprechenden Arbeit sind die Verhältnisse im Quecksilberdampf (aber auch bei anderen Metaldämpfen) die gleichen. Auch hier erfolgt ein plötzlicher Energieverlust der Elektronen beim Zusammenstoß mit den Atomen des Hg-Dampfs erst beim Überschreiten einer wohl definierten Geschwindigkeit. Im Hg-Dampf hat sich die auf einmal übertragene Energiemenge besonders genau messen lassen, sie ist gleich der kinetischen Energie, die ein Elektron besitzt, das eine Potentialdifferenz von 4,9 Volt durchfallen hat.

Es liegt nahe, diese Resultate mit der Quantentheorie in Verbindung zu bringen. Nach dieser Theorie kann bekanntlich Energie von einem schwingungsfähigen Gebilde mit der Schwingungszahl ν nicht in beliebigem Betrage, sondern nur in bestimmten Beträgen, die gleich dem Produkt $h \cdot \nu$ oder Vielfachen dieser Größe sind, aufgenommen oder abgegeben werden. Berechnet man aus der gemessenen übertragenen Energie unter Zugrundelegung der Quantentheorie die Frequenz des Elektrons im Atom, dem das stoßende Elektron seine kinetische Energie übermittelt, so findet man mit bemerkenswerter Genauigkeit die Frequenz der Elektronen, die die Emission der von Wood gefundenen Quecksilberresonanzstrahlung $\lambda = 2536 \text{ \AA}$ bedingen, d. h. die Hauptfrequenz der Elektronen im Quecksilberatom.

Die Probe darauf, ob die Energie wirklich nur dem Resonanzelektron im Hg-Atom zugeführt wird, besteht darin, zu untersuchen, ob bei der Energieabgabe der 4,9-Volt-Strahlen eine Emission der Linie 2536 \AA zu beobachten ist. Das ist nun in der Tat der Fall. Die Spektralphotographie beweist deutlich die Emission dieser singulären Linie, ohne daß sich von anderen Quecksilberlinien eine Spur zeigt. Da diese Resultate also in bester Übereinstimmung mit der Quantentheorie sind, kann man versuchen, rückwärts die Größe h auszurechnen. Sie ergibt sich zu $6,59 \cdot 10^{-27} \frac{\text{erg}}{\text{sec}} \pm 2 \%$, während aus den neuesten Messungen über die Temperaturstrahlung des schwarzen Körpers $6,56 \cdot 10^{-27} \frac{\text{erg}}{\text{sec}}$ folgt.

Frank.

Elektrizitätsübergang bei ultramikroskopischen Kontaktabständen. Unsere Vorstellung von der Elektrizitätsleitung in Metallen beruht auf der Annahme freier Elektronen im Metall auch bei gewöhnlicher Temperatur. Der Grund, weshalb diese Elektronen das Metall nicht verlassen können, ist der, daß an der Metalloberfläche eine elektrostatische Anziehung zwischen den Elektronen und ihren Spiegelbildern im Metall besteht. Diese Vorstellung führt zur Annahme von *Elektronenatmosphären* über jeder Metalloberfläche, deren Höhe von Debye zu etwa 10^{-4} cm theoretisch abgeleitet wurde. Im Einklang damit stehen die experimentellen Resultate der unten zitierten Arbeiten, in welchen Untersuchungen

über den Elektrizitätsübergang bei sehr kleinen Kontaktabständen angestellt wurden. Es gelang dem Verfasser, zwei sphärische, hochpolierte Metallkontakte durch eine Interferometeranordnung bis auf einen Abstand von $20 \mu\mu$ (milliontel Millimeter) einander zu nähern. Legte man an den einen Kontakt ein geringes Potential an (zwischen 0,8 und 9 Volt), so fand über die Trennungsstrecke hinweg eine Aufladung eines mit dem anderen Kontakt verbundenen Elektrometers statt. Die dabei übergelassenen Ströme wurden für verschiedene Abstände und Potentiale gemessen; ihre Größenordnung lag für Gold- und Iridiumkontakte bei 10^{-14} bzw. 10^{-15} Ampères. Aus der Tatsache, daß die Erscheinungen unter sonst gleichen Bedingungen in Luft von Atmosphärendruck und in einem Vakuum von etwa 0,5 mm dieselben, für verschiedene Metalle aber verschieden waren, wurde der Schluß gezogen, daß der *Elektrizitätstransport* über die Kontakttrennungsstrecken hinweg durch die *Metallelektronen* betätigt würde. Wir kommen somit zu der Vorstellung, daß die Metallelektronen durch ein angelegtes Potential befähigt werden, die Anziehung ihrer Spiegelbilder zu überwinden und vom Metall fortzufliegen. Die Kontaktabstände, bei welchen diese Stromübergänge unter den geschilderten Bedingungen stattfanden, lagen innerhalb einer Lichtwellenlänge (etwa $500 \mu\mu$), so daß sich die experimentellen Befunde gut an die oben erwähnten, theoretisch gefundenen Größen anschließen. (Franz Rother, *Physik. Zeitschrift* 1911, 671; *Akademieber. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.* 1913, 214; *Leipzig. Diss.* 1914.)

Rother.

Wasserstoffabsorption durch Iridium. Es ist bekannt, daß Palladium Wasserstoff im etwa 800 fachen Betrage seines eigenen Volumens zu absorbieren vermag. Eine ähnliche Fähigkeit wurde beim Iridium gelegentlich der Herstellung von Iridiumspiegeln auf Glas durch Kathodenzerstäubung dieses Metalles beobachtet. Diente ein dünnes Iridiumblech sehr lange Zeit als Kathode in einer Wasserstoffatmosphäre von geringem Druck, so erhielt das Iridium infolge der Aufrauung seiner Oberfläche die Fähigkeit, beträchtliche Mengen von Wasserstoff zu absorbieren. Das Vakuum ging dabei während des Zerstäubungsvorganges sehr stark in die Höhe. Ließ man nach beendeter Zerstäubung Luft in das Zerstäubungsgefäß eintreten, so erfolgte bei schnellem Luftzutritt eine Explosion. Führt man hingegen nur ein kleines Luftquantum zu, so erglühte im Augenblick des Zutrittes das Iridiumblech in heller Rotglut unter gleichzeitiger Abscheidung von Feuchtigkeit an den Wänden des Zerstäubungsgefäßes. Durch Wägung dieser Feuchtigkeit wurde festgestellt, daß das Iridium in dem oben erwähnten Zustande ebenfalls das etwa 800 fache seines eigenen Volumens an Wasserstoff absorbiert hatte. Der gefundene Betrag ist wahrscheinlich ein zufälliger und bedeutet noch nicht das Maximum der Absorptionseigenschaft unter diesen Bedingungen. Die quantitativen Untersuchungen sind darüber noch nicht abgeschlossen. Iridiumblech, das lange zur Kathodenzerstäubung gedient hatte, zeigte die Eigenschaft, Knallgas zur Explosion zu bringen. Auch bildete solches Ir-Blech mit Quecksilber ein Amalgam bei etwa 300°, aus dem dann durch stärkeres Erhitzen das Iridium als feines, schwarzes Pulver gewonnen werden konnte. (Franz Rother, *Ber. d. Kgl. Sächs. Ges. d. Wiss.* 1912, S. 5.)

Rother.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 28.

10. Juli 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

John Napier, Laird of Merchiston, und die Entdeckungsgeschichte seiner Logarithmen. Von *Prof. Dr. Conrad Müller, Hannover.* S. 669.

Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren. Von *Prof. Dr. Hugo Ribbert, Bonn.* S. 676.

Intelligenz- und Demenzprüfungen. Von *Prof. Dr. K. Heilbronner, Utrecht.* S. 679.

Die Faraday-Society und ihre Bestrebungen. Von *Prof. Dr. H. Großmann, Berlin.* S. 684.

Zuschriften an die Herausgeber:
Ueber ein neues langlebiges Glied der Wismutplejade. Von *Kasimir Fajans* und *Helene Towara.* S. 685.

Besprechungen. S. 686.

Kleine Mitteilungen. S. 695.

Verlag von **WILHELM ENGELMANN** in LEIPZIG und BERLIN

Dr. Ludwig Plate

Professor der Zoologie und Direktor des zoologischen Instituts und des phyletischen Museums der Universität Jena

Selektionsprinzip und Probleme der Artbildung

Ein Handbuch des Darwinismus

(Handbücher der Abstammungslehre Band I)

Vierte, sehr vermehrte Auflage

Mit 107 Figuren im Text — XVI u. 650 Seiten. Gr. 8. Geheftet M. 16.—, gebunden M. 17.—

Von allen neueren Arbeiten über die Selektionstheorie ist vorliegende unstreitig die bedeutendste. . . . Zum Schlusse möchten wir noch auf den Gegensatz dieser im besten Sinne wissenschaftlichen Kritik zu den tendenziösen Entstellungen Fleischmann's, Dennert's etc. hinweisen, ein Gegensatz, der so auffallend ist, daß selbst der Laie sofort sehen wird, zu wessen Führung er am meisten Vertrauen haben darf.

Die Umschau.

Vererbungslehre

Mit besonderer Berücksichtigung des Menschen, für Studierende, Ärzte und Züchter

(Handbücher der Abstammungslehre Band II)

Mit 179 Figuren und Stammbäumen im Text und 3 farbigen Tafeln

VIII u. 520 Seiten. Gr. 8. Geheftet M. 18.—, gebunden M. 19.—

Wie auch andere Veröffentlichungen von Plate, empfiehlt es sich durch seine leicht verständliche Darstellungsweise und durch die Ausstattung mit zahlreichen, gut ausgewählten Abbildungen, deren Zahl sich auf 179 beläuft. Ein unterscheidendes Merkmal den anderen Lehrbüchern gegenüber ist aber besonders darin zu suchen, daß Plate in verschiedenen Abschnitten die Beziehungen der neuen Errungenschaften der Vererbungslehre zu der Abstammungs- und Selektionstheorie ausführlicher erörtert.

Archiv für mikroskop. Anatomie.

Inserten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

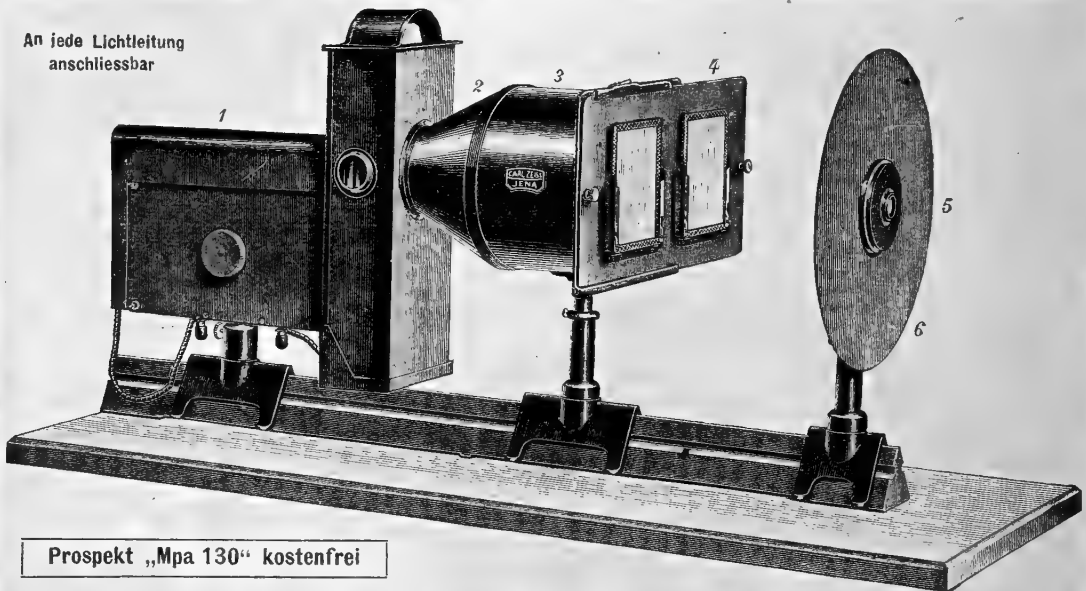
Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS

KLEINER PROJEKTIONSAPPARAT FÜR DIAPOSITIV

Für 110 Volt . . . Preis M. 230.—; für 220 Volt . . . Preis M. 236.—

An jede Lichtleitung
anschliessbar



Prospekt „Mpa 130“ kostenfrei

CARL ZEISS · JENA

Berlin · Hamburg · London · Mailand · Paris · St. Petersburg · Tokio · Wien.

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop, Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von Ascaris megalo (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Die Erleichterung der Anschaffung größ. Werke



Enzyklopädien, ganzer Bibliotheken

durch Einräumung günstiger Zahlungs-Bedingungen bildet eine Spezialität meiner Firma, welche sich in 15 jähriger Tätigkeit durch sorgfältige Bedienung und Kulanz einen guten Ruf erworben hat.

Herm. Meusser, Buchhdlg., Berlin W57/9, Potsdamer Str. 75

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Bibliographisches Institut, Leipzig und Wien: Seite IV — Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV.

Naturwissenschaftliche Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn a. Rh.: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

10. Juli 1914.

Heft 28.

John Napier, Laird of Merchiston, und die Entdeckungsgeschichte seiner Logarithmen.

Von Prof. Dr. Conrad Müller, Hannover.

Es ist ein kleines Büchlein, in dem vor nunmehr gerade 300 Jahren *John Napier*, Herr auf Merchiston, 64jährig, seine Entdeckung der Logarithmen der wissenschaftlichen Welt bekannt machte. Auf 57 Seiten Text und 90 Tafeln in kl. 4° enthält die „*Mirifici logarithmorum canonis descriptio, eiusque usus in utraque Trigonometria, ut etiam in omni Logistica Mathematica, amplissimi, facillimi, et expeditissimi explicatio. Autore ac Inventore Joanne Nepero, Barone Merchistonii, &c. Scoto. Edinburgi, ex officina Andreae Hart, Bibliopolae 1614*“ im ersten Buche (S. 1—20) unter Voranstellung der Definitionen und Eigenschaften der Logarithmen die Beschreibung der veröffentlichten Tafeln und deren Gebrauch bei Zahlenrechnungen, im zweiten Buche (S. 21—57) deren vorzüglichen Gebrauch in der ebenen und besonders sphärischen Trigonometrie. Die englische mathematische Literatur des 17. Jahrhunderts kennt nur ein Werk, das diesem Buche *Napiers* an die Seite zu stellen ist: *Isaac Newtons* im Jahre 1687 erschienene „*Philosophiae naturalis principia mathematica*“. Damit ist auf der einen Seite die hohe und weittragende Bedeutung der Entdeckung *Napiers*, man könnte sagen, seine kulturgeschichtliche Tat, auf der anderen Seite die Originalität und Größe seines Genies gekennzeichnet. Es ist daher zu begrüßen, daß die wissenschaftliche Welt die Erinnerung an „jenes große Ereignis in der Geschichte der mathematischen Wissenschaften“ in diesem Jahre festlich begehen wird. Am 24. Juli und folgenden Tagen findet unter den Auspizien der „Royal Society of Edinburgh“ die *Napier Tercentenary Celebration* in Edinburgh statt, verbunden mit einem Kongreß, auf dem von berufenen Vertretern Vorträge gehalten werden sollen über die „historische und augenblickliche Praxis des numerischen Rechnens und andere Entwicklungen, die mit den Entdeckungen und Erfindungen *Napiers* in Beziehung stehen“. Das weitgehende Interesse, das diese Veranstaltung finden wird, dürfte es rechtfertigen, auch an dieser Stelle in einer kleinen Skizze über *John Napier* und die Entdeckungsgeschichte seiner Logarithmen zu orientieren.

John Napier wurde 1550 in der Nähe von Edinburgh auf Merchiston Castle, wo seine Vorfahren als Landherren seit 1438 ansässig waren, als der 8. Napier of Merchiston als ältester Sohn

des 16jährigen *Archibald Napier* und *Janet Bothwell* geboren. Im Todesjahr seiner Mutter, 1563, bezog er die Universität St. Andrews, wo er als Student im St. Salvators College eingeschrieben wurde. Später, jedenfalls vor 1566, ging er zu weiteren Studien ins Ausland, wahrscheinlich nach Paris, ob auch nach Flandern und Italien ist zweifelhaft. Im Jahre 1572 ist er wieder in Schottland, wo er sich mit *Elizabeth Stirling*, einer Tochter von Sir *James Stirling of Keir*, verheiratete. Übrigens starb seine Frau schon 1579, nachdem sie ihm einen Sohn Archibald und eine Tochter Jane geschenkt hatte. Dieser Sohn wurde 1627 als Sir *Archibald Napier* als erster *Napier* geadelt. Hiernach trägt also *John Napier* selbst den ihm in der Literatur oft beigelegten Namen Lord *Napier* zu Unrecht. Später verheiratete sich *Napier* noch einmal mit *Agnes Chisholm*, die ihn überlebte. Aus dieser Ehe entsprossen noch fünf Söhne und fünf Töchter. Der zweite Sohn aus dieser Ehe, *Robert Napier*, hat sich später um die Herausgabe der für uns wichtigsten Schrift aus dem Nachlasse seines Vaters verdient gemacht. 1608 kam *John Napier* nach dem Tode seines Vaters in den Besitz von Merchiston Castle, wo er selbst am 4. April 1617 starb, nachdem er sich in seinen letzten Lebensjahren nach den von ihm selbst in seinen Werken gemachten Angaben keiner besonderen Gesundheit erfreut hatte. Er wurde in der St. Cuthbert-Kirche in Edinburgh beigesetzt.

Die Lebenszeit *Napiers* fällt also in die Zeiten der größten politischen und religiösen Unruhen, die Schottland unter *Maria Stuart* (1542—1587) und deren Sohn *Jakob VI.* (1566—1625), seit 1603 auch *Jakob I.* von England, durchzumachen hatte. Soweit es sich um die Bedrohung der 1567 als Staatskirche eingeführten reformatorischen Kirche handelte, insbesondere als die katholischen Großen *Philipp II.* von Spanien 1588 zu einem Einfall in Schottland veranlassen wollten, hat auch *Napier* als überzeugter Calvinist an ihnen tätigen Anteil genommen. So gehörte er z. B. der Synode von Fife an und war 1593 einer der sechs Abgesandten, die von *Jakob VI.* die Bestrafung der „papistischen Rebellen“ verlangten, von denen sein eigener Schwiegervater Sir *James Chisholm of Cromlix* nicht ausgenommen war. Die Erstlingsarbeit *Napiers* liegt daher auch auf theologischem Gebiet, zu der er übrigens schon in St. Andrews, angeregt durch die Predigten des Knoxianers *Christopher Goodman*, den Plan gefaßt hatte. Es ist dies seine, dem Könige *Jakob VI.* gewidmete „Erklärung der Apokalypse“: „*A plaine discovery of the whole Revelation of Saint John,*

set downe in two treatises &c., Edinburgh 1594“, von der 5 englische Ausgaben (letzte 1611), 2 holländische, 6 französische und 4 deutsche erschienen sind. Der Plan einer lateinischen Ausgabe, die noch 1594 bei Napier feststand, wurde von ihm später aufgegeben, vielleicht weil ihn in der Folgezeit seine mathematischen Studien in erster Linie in Anspruch nahmen. Jedenfalls waren diese neben seinen theologischen Studien schon früh seine Hauptbeschäftigung in seinen Mußestunden. Denn schon zu einer Zeit, wo er noch kein mathematisches Werk veröffentlicht hatte, galt er in seiner Heimat als ausgezeichneter Mathematiker — *ane gentleman of singular judgement and learning, specially in the Mathematique Sciences* (Skene, *De verborum significatione*, Edinburgh 1597).

Es ist ein unersetzlicher Verlust, den die Geschichte der Wissenschaft durch die Vernichtung des literarischen Nachlasses von Napier erlitten hat. Treu gehütet auf Merchiston Castle bis gegen Ende des 18. Jahrhunderts ging er bei einer Feuersbrunst im Hause des Colonel Milliker verloren. So können wir denn heute auf so manche Frage keine befriedigende Antwort mehr finden: Was hat Napier 1594 veranlaßt, jenen merkwürdigen Kontrakt mit dem berühmten Robert Logan of Restalrig abzuschließen, in dem er sich zur Hebung eines auf dem Felsenschoß Fals-Castle angeblich verborgenen Schatzes verpflichtete? Welcher Art waren seine Erfindungen von Kriegsmaschinen, von denen er 1596 in einer erhaltenen Liste an den schottischen Gesandten in London Mitteilung machte? Besonders aber: In welchem Umfange war er mit der älteren und vor allem zeitgenössischen mathematischen Literatur bekannt? Bis in welche Zeit reicht seine Entdeckung der Logarithmen, die ihn unsterblich machen sollte, zurück; war er hier ganz unabhängig oder wurde ihm der Anstoß hierzu irgendwie von einer anderen Seite gegeben? In dankbarer Pietät gegen den großen Vorfahren hat 1834 Mark Napier in einem umfangreichen Werke alles Material zusammengetragen, was uns diesen Verlust einigermaßen verschmerzen läßt¹⁾. Aber die Hauptquelle für die Geschichte seiner mathematischen Entdeckungen bleiben für uns die Schriften Napiers selber, von denen er selbst nur zwei veröffentlichte, eine von seinem Sohne Robert Napier zwei Jahre nach seinem Tode herausgegeben wurde, zu denen als vierte ein Bruchstück eines umfangreichen Werkes über Arithmetik und Algebra kommt, von dem Mark Napier 1839 ein in einer Abschrift erhaltenes Manuskript aufgefunden hat.

¹⁾ Mark Napier, *Memoirs of John Napier of Merchiston etc.*, Edinburgh 1834. Vgl. auch J. W. Glaishers Artikel über Napier in der „Encyclopedia Britannica“ und N. L. W. A. Gravelaar, John Napiers Werken in den „Verhandeligen d. Akademi. van Wetenschappen te Amsterdam“, 1. Sectie, Deel 6, Nr. 2, Amsterdam 1899. Eine Analyse der „Constructio“ Napiers gibt J. Biot im Journal des savants, Année 1835, Paris 1835.

Wir nannten schon die Schrift:

1. *Mirifici logarithmorum canonis descriptio*, Edinburgh 1614, von der noch fünf lateinische Ausgaben erschienen sind (Edinburgh 1619, Lyon 1619, 1620 und 1658, London 1807, im 6. Bande der von Baron Francis Maseres herausgegebenen *Scriptores Logarithmici*) und drei englische (London 1616 und 1618 von Edward Wright übersetzt und nach dessen Tode von seinem Sohne Samuel Wright mit einer Vorrede von Henry Briggs veröffentlicht, im Manuskript von John Napier selbst durchgesehen; und Edinburgh 1857).

Die Titel der drei anderen Schriften sind:

2. *Rhabdologiae, seu numerationis per virgulas libri duo: Cum Appendice de expeditissimo Multiplicationis Promptuario*. Quibus accessit et Arithmeticae Localis liber unus. Edinburgi 1617; zwei weitere lateinische Ausgaben in Leiden 1626 und 1628; eine italienische in Verona 1623; eine holländische in Gouda 1626.

3. *Mirifici Logarithmorum canonis constructio; et eorum ad naturales ipsorum habitudines; una cum Appendice, de alia eaque praestantiore Logarithmorum specie condenda*. Quibus accessere Propositiones ad triangula sphaerica faciliore calculo resolvendo: Una cum Annotationibus aliquot doctissimi D. Henrici Briggsii, in eas et memoratam appendicem. Edinburgi 1619, die nachgelassene von Robert Napier veröffentlichte Schrift. Sie wurde noch viermal lateinisch herausgegeben, Lyon 1619, 1620 und 1658, in facsimile Paris 1895 bei A. Hermann und in englischer Übersetzung von W. R. Macdonald, Edinburgh 1889.

4. *De Arte Logistica* Joannis Naperi libri qui supersunt, Edinburgi 1839 mit einem Bildnis von John Napier in seinem 66. Lebensjahre und eines anderen von Merchiston Castle.

In diesem Zusammenhange kommen wesentlich nur die beiden unter 1. und 2. genannten Schriften in Frage, die fortan kurz als die *Descriptio* 1614 und die *Constructio* 1619 unterschieden werden mögen. Dabei steht nach dem Zeugnis von Robert Napier in der Vorrede zur *Constructio* fest, daß diese letztere vor der *Descriptio* von Napier niedergeschrieben worden ist. Insofern in der „Ars logistica“ noch nicht von Logarithmen die Rede ist, scheint deren Ausarbeitung in die Zeit vor Entdeckung der Logarithmen zu gehören. Die Niederschrift der „Rhabdologia“ wird man mit einiger Sicherheit in das Jahr 1615, die der „Arithmetica localis“ in das Jahr 1611 setzen (nach den dort als Beispiele gewählten Jahreszahlen), während das „Multiplicationis Promptuarium“ nach Napiers Angaben die letzte von ihm verfaßte Schrift ist. Bis in welche Zeit reicht nun aber die Entdeckung der Logarithmen zurück, und war es theoretische Spekulation oder das praktische Bedürfnis, das Napier zu dieser Entdeckung hinführte?

Zu der ersten Frage haben wir zurzeit nur ein Datum, das J. Kepler in einem Briefe vom Jahre

1624 an *P. Crüger* in Danzig erwähnt. Es heißt hier, daß ein „gewisser Schotte“ in einem Briefe vom Jahre 1594 an *Tycho Brahe* von dem Canon mirificus von *Napier* spricht. Vielleicht ist dieser Schotte der Leibarzt König *Jakob VI.* gewesen, *Napiers* Freund *Craig*, der den König 1589/90 auf seiner Brautfahrt an den dänischen Hof *Friedrichs II.* begleitete. Damit stimmt dann, daß nach Angaben von *Oughtred* und *Wingate* (bei *Wood* in seinen *Athenae Oxonienses*) es *Craig* gewesen ist, der *Napier* Mitteilung gemacht haben soll von einem von *Tycho Brahes* Mitarbeiter *Longomontanus* erfundenen Verfahren, bei astronomischen Berechnungen die langwierigen Multiplikationen und Divisionen zu vermeiden. Man wird hierin einen Hinweis auf die damals bei praktischen Rechnungen in der Astronomie seit lange übliche „prosthaphäretische Methode“ erblicken müssen, die z. B. das Produkt des Sinus zweier Winkel nach folgender, für die Rechnung bequemerer, Formel bildete:

$$\sin \alpha \cdot \sin \beta = \frac{1}{2 \cdot \sin 90^\circ} [\cos (\alpha - \beta) - \cos (\alpha + \beta)],$$

bei der in der Tat die Multiplikation auf die einfacheren Rechenoperationen der Addition und Subtraktion zurückgeführt war. Kann es sich in dieser Mitteilung also auch um nichts gehandelt haben, das irgendwie auf die Logarithmen Bezug nimmt, so mag sie doch auf *Napier* insofern nicht ohne Einfluß gewesen sein, als er bei seiner Entdeckung und Ausgestaltung der Logarithmen immer wieder das praktische Bedürfnis der Vereinfachung, leichten Ausführbarkeit und Präzision der Zahlenrechnungen im Auge hatte. Nichts ist interessanter, als hierüber seine eigenen Worte zu hören. In der Vorrede zur *Descriptio* von 1614 sagt er hierüber: „Da nichts in der praktischen Mathematik so beschwerlich ist und die Rechner mehr aufhält und hemmt, als die Multiplikationen, Divisionen großer Zahlen, sowie Quadrat- und Kubikwurzelausziehen aus ihnen, gegen die man wegen ihrer Umständlichkeit eine starke Abneigung hat und bei denen sich sehr leicht Rechenfehler einschleichen, so begann ich zu überlegen, durch welchen zuverlässigen und leichten Kunstgriff man diesen Hindernissen begegnen könne. Nachdem ich hierüber verschiedentlich hin- und hergedacht, habe ich endlich einige besonders einfache Abkürzungen erfunden, über die ich vielleicht später berichten werde. Aber unter allen diesen ist keine nützlicher als diejenige, welche zugleich mit den Multiplikationen, Divisionen und den so lästigen und umständlichen Wurzelausziehungen von den zu multiplizierenden, zu dividierenden oder in Wurzeln aufzulösenden Zahlen selbst Abstand nimmt und andere Zahlen einführt, die allein durch Additionen, Subtraktionen und Zwei- bzw. Dreiteilungen die Stelle der ersteren vertreten.“ Und ähnlich heißt es in der Widmung der „*Rhabdologia*“ an den Großkanzler von Schottland, *Alexander Seton*: „Die Schwierigkeit und Umständlichkeit der Rechnung, gegen

die sehr viele eine starke Abneigung besitzen, so daß sie dadurch von dem Studium der Mathematik abgeschreckt werden, habe ich immer nach Kräften und dem bescheidenen Maße meiner Erfindungskraft zu beheben gesucht. Zu diesem Zwecke habe ich vor mehreren Jahren den von mir seit langer Zeit ausgearbeiteten Canon Logarithmorum herausgegeben, der mit Beiseitstellung der natürlichen Zahlen und der mit ihnen auszuführenden schwierigen Rechenoperationen andere Zahlen einführt, die dasselbe leisten durch leichte Additionen, Subtraktionen, Zwei- oder Dreiteilungen.“ Er fügt hinzu, daß er zum Nutzen derer, die dennoch lieber mit den natürlichen Zahlen rechnen wollen, noch drei andere Abkürzungen der Rechnung erfunden habe, von denen die eine mit Hilfe von „Rechenstäbchen“ (*Rhabdologia*), die andre mit Hilfe von Stäben ausgeführt wird, die in einem „Kästchen“ angeordnet werden (*Multiplicationis Promptuarium*), die dritte auf einem „Schachbrett“ erfolgt (*Arithmetica localis*).

Also der Praxis der Zahlenrechnungen sollten die Logarithmen *Napiers* dienen. Es ist daher selbstverständlich, daß er sie zunächst so gestaltete, daß sie in erster Linie derjenigen Wissenschaft zugute kamen, deren Fortschritt von der leichten Ausführbarkeit der Zahlenrechnungen in besonderem Maße abhing, der *rechnenden Astronomie*. Vielleicht war keiner wie *J. Kepler* berufen, der seit 1602 an der Verarbeitung des Tychonischen Beobachtungsmaterials für die „*Rudolfinischen Tafeln*“ arbeitete, die hohe Bedeutung der Entdeckung *Napiers* für die Astronomie zu würdigen. Im Jahre 1619 wurde *Kepler* genauer mit *Napiers* Logarithmen bekannt (zuerst flüchtig 1617). 17 Jahre hatte er unter den mannigfachen Hemmnissen an der Vollendung der *Rudolfinischen Tafeln* gearbeitet. Trotzdem entschloß er sich, die ganzen Rechnungen auf Grundlage der *Napierschen* Logarithmen noch einmal auszuführen, worüber er in einem öffentlichen Brief an *Napier* vom Jahre 1619, den Ephemeriden für das Jahr 1620 vorangestellt, Mitteilung macht und wo es heißt: „Deine Logarithmen werden daher notwendig einen Teil der *Rudolfinischen Tafeln* bilden.“ Bedenkt man, daß *Kepler* noch 8 Jahre brauchte, um seine *Tafeln* erst 1627, nach 25 jähriger Arbeit, 6 Jahre vor seinem Tode, zu vollenden, so wird man das indirekte Verdienst *Napiers* an diesem für die ganze spätere Astronomie grundlegenden Werke nicht verkennen können und sich fragen müssen, ob es jemals ohne die Logarithmen in dieser vollendeten Gestalt das Licht der Welt hätte erblicken können. Dies eine Beispiel mag genügen, um die Bedeutung der *Napierschen* Entdeckung für die zeitgenössische Wissenschaft ins rechte Licht zu rücken. Die weitere Geschichte der Logarithmen würde dem hinzufügen, welche begeisterte Aufnahme sie gleich nach dem Erscheinen der *Descriptio* von 1614 gefunden haben. Wir begnügen uns mit dem Zitat von *Henry Briggs* Worten, die er im Jahre 1615 an den späteren Erz-

bischof *Jacob Usher* richtete: „*Napier* Lord of Markiston hath set my head and hands at work with his new and admirable logarithms.“

Die von *Napier* in seiner *Descriptio* veröffentlichten Tafeln sind also — entsprechend ihrer Bestimmung für trigonometrische Rechnungen — zunächst keine Logarithmentafeln der natürlichen Zahlen, sondern vielmehr eine *logarithmisch-trigonometrische Tafel*. Sie enthalten die Logarithmen des Sinus, Cosinus, der Tangente, Secante der Winkel von 0° bis 90° fortschreitend von Minute zu Minute. Im übrigen richtete er sie so ein, daß dem Sinus totus (d. h. $\sin 90^\circ$), dem er nach damals üblichem Gebrauch die Zahl $r = 10^7$ zuordnete, der Logarithmus Null entspricht, beginnend mit $+\infty$ als Logarithmus für $\sin 0^\circ$. Er traf die Wahl also so, daß den Sinus positive Logarithmen zugehörten, und zwar abnehmende für wachsende Winkel. Er bemerkt selbst, daß im vornherein auch eine andre Wahl möglich gewesen wäre, er habe diese aus Zweckmäßigkeitsgründen getroffen. Wir müssen dies im Auge behalten, um den Unterschied gegen die heute übliche Wahl als unwesentlich im Sinne von *Napier* zu betrachten. Wir können dann sagen, daß die Napierschen Logarithmen *im wesentlichen* mit den heute sogenannten *natürlichen Logarithmen* übereinstimmen. Daß er gerade diese, für die theoretische Mathematik wichtigeren, gegenüber den unserem Dezimalsystem besonders angepaßten *gewöhnlichen oder Briggschen Logarithmen*, treffen mußte, lag an der durchaus natürlichen Auffassung, die er von dem *Wesen der Logarithmen* hatte und auf die ihn auch sein praktisches Ziel, die Multiplikationen, Divisionen usw. großer Zahlen zu vermeiden, unmittelbar führen mußte.

Jede Multiplikation, Division usw. schrieb man in früherer Zeit als *geometrische Proportion*, also etwa die Multiplikation $x_3 = x_1 \cdot x_2$ mit besonderer Heraushebung der *Einheit* r

$$\frac{x_3}{x_2} = \frac{x_1}{r}$$

Hat man nun den Gedanken, die Rechnung mit den „natürlichen“ Zahlen x dadurch auszuführen, daß man die „künstlichen“ Zahlen y (*numeri artificiales*, wie sie *Napier* in seiner *Constructio* von 1619 nennt) an ihre Stelle setzt, so kann man etwa dieser geometrischen Proportion die *arithmetische Proportion*

$$y_3 - y_2 = y_1 - y_0$$

entsprechen lassen. Gelingt es dann die ein-eindeutige Zuordnung der Zahlen x und y festzulegen, so kann man jedenfalls y_3 durch leichte Addition und Subtraktion finden und braucht nachher im Resultat nur zu wissen, welche natürliche Zahl x_3 der berechneten künstlichen Zahl y_3 zugehört. Es ist klar, daß hier als notwendige und hinreichende Bedingung zu stellen ist, daß *gleichen Verhältnissen* der natürlichen Zahlen jeweils *gleiche Differenzen* der künstlichen Zahlen

entsprechen müssen, wobei es noch willkürlich ist, welches Ausgangsverhältnis der x man einer Ausgangsdifferenz der y zuordnen will. *Napiers* glücklicher Gedanke war es, diese Entscheidung von vornherein *nicht* zu treffen. Er denkt sich vielmehr beide Zahlenarten x und y als stetige Funktionen einer Hilfsgröße t (er spricht von einem „Fließen“ in der Zeit t) und setzt zunächst nur fest, daß für $t = 0$ $y = 0$ und $x = r$ sein soll, mit der Maßgabe, daß während die y *wachsen*, die x *abnehmen*. Die genannte Bedingung lautet dann einfach: Wenn

$$y_n - y_{n-1} = y_1 - y_0 = \text{const.},$$

muß auch

$$\frac{x_n}{x_{n-1}} = \frac{x_1}{x_0} = \text{const.}$$

oder

$$\frac{x_n - x_{n-1}}{x_{n-1}} = \frac{x_1 - x_0}{x_0} = \text{const.}$$

sein ($y_1 > y_0$, $x_1 < x_0$); oder in der Grenze, d. h. unter Einführung der Geschwindigkeiten, mit denen sich y und x „synchron“ ändern: Wenn

$$\frac{dy}{dt} = \left(\frac{dy}{dt} \right)_0 = c \text{ mit } y_0 = 0 \text{ für } t = 0$$

muß gelten

$$\frac{1}{x} \frac{dx}{dt} = -\frac{1}{x_0} \left(\frac{dx}{dt} \right)_0 \text{ mit } x_0 = r \text{ für } t = 0.$$

Hier ist das Verhältnis der *Anfangsgeschwindigkeiten* $\left(\frac{dy}{dt} \right)_0$ und $\left(\frac{dx}{dt} \right)_0$ nun noch willkürlich. *Napier* setzt fest, daß *beide gleich* sein sollen. Er legt also die Beziehung zwischen y und x durch die *beiden Differentialgleichungen* fest:

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy}{dt} &= c & \text{mit } y = 0 \text{ für } t = 0 \\ \frac{dx}{dt} &= -\frac{c}{r} x & \text{mit } x = r \text{ für } t = 0 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

oder unter Elimination von t durch die *eine Differentialgleichung*

$$dy = -r \frac{dx}{x} \text{ mit } y = 0 \text{ für } x = r. \quad (1a)$$

Wir haben uns bei dieser Darstellung erlaubt, die Napierschen Gedanken in das Gewand unserer modernen Schreibweise zu kleiden, an deren Stelle natürlich bei *Napier* (vor Einführung der Symbole der Infinitesimalrechnung) die geometrische Form treten mußte. Wir haben damit aber die einfachste Möglichkeit gewonnen, die Napierschen „künstlichen“ Zahlen y — die er in der *Descriptio* von 1614 dann ohne nähere Worterklärung als „*Logarithmen*“ bezeichnet — mit unseren heutigen „natürlichen Logarithmen“ in Beziehung zu setzen. Insofern diese durch die Differentialgleichung

$$dy = \frac{dx}{x} \text{ mit } y = 0 \text{ für } x = 1 \quad (1b)$$

eingeführt werden, ist klar, daß man die *Napier-*

sehen Zahlen x und seine Logarithmen y durch $r = 10^7$ zu dividieren hat, um zu finden, daß

$$\text{Nap. log } x = -\log \text{ nat } x,$$

oder mit anderen Worten: *Nach Änderung des Maßstabes in der angegebenen Weise ist die Bildkurve des Napierschen Logarithmus das Spiegelbild unserer Logarithmuskurve in bezug auf die x -Achse.* Will man den Begriff der Basis einführen — als derjenigen Zahl x , der der Logarithmus 1 zugehört —, so kann man auch sagen: *Unter Änderung des Maßstabes in der angegebenen Weise, ist die Basis der Napierschen Logarithmen $\frac{1}{e}$, der reziproke Wert der Basis e unserer natürlichen Logarithmen.*

Ebenso einfach läßt sich der Grundgedanke Napiers für die Konstruktion seiner Logarithmen aussprechen. Der Sachverhalt ist kurz gesagt dieser: *Er integriert die Differentialgleichung (1b) unter den angegebenen Anfangsbedingungen, indem er sie als Differenzengleichung auffaßt.* Er bemerkt, daß für zwei Logarithmen y_2 und y_1 ($y_2 > y_1$), die den Zeiten $t_2 > t_1$ entsprechen, aus der ersten der Gleichungen (1) folgt

$$c \Delta t = y_2 - y_1$$

und andererseits aus der zweiten Gleichung (1) für die zugehörigen Zahlen $x_2 < x_1$

$$c \Delta t > (x_1 - x_2) \frac{r}{x_1}$$

$$c \Delta t < (x_1 - x_2) \frac{r}{x_2},$$

so daß die Differenz $y_2 - y_1$ in folgende Grenzen eingeschlossen ist

$$(x_1 - x_2) \frac{r}{x_1} < y_2 - y_1 < (x_1 - x_2) \frac{r}{x_2}. \quad (2)$$

Er kann also auf Grund dieser Relation aus einem gegebenen Logarithmus y_1 in einfachster Weise einen nächsten Logarithmus y_2 finden, wenn er als angenäherten Wert für y_2 das *Mittel der Grenzen* nimmt. Es zeugt von der tiefen Einsicht, die Napier in die Praxis des numerischen Rechnens hatte, daß er diesen Integrationsgedanken seinem vorliegenden Zwecke so anpaßte, daß er einerseits mit dem Minimum der Rechenarbeit auskam, andererseits die Rechnung aber auch so gestaltete, daß sie leicht auszuführen war.

Seine Absicht war, die Logarithmen der Sinus der Winkel von 0° bis 90° fortschreitend von Minute zu Minute zu tabellieren. Er bemerkt, daß es zunächst nur auf die Winkel von 30° bis 90° ankommt, indem der Logarithmus des Sinus jedes Winkels α unter 30° sich nach der Formel

$$\sin 2\alpha = \frac{\sin \alpha \cdot \sin (90^\circ - \alpha)}{\frac{\sin 90^\circ}{2}}$$

oder

$$\log \sin \alpha = \log \left(\sin 2\alpha + \frac{\sin 90^\circ}{2} \right) - \log \sin (90^\circ - \alpha)$$

sehr einfach aus den Logarithmen der Sinus des doppelten Winkels und Komplementwinkels ergibt: Es waren also erst einmal für $60 \times 60 = 3600$ Sinus ($= x$) die zugehörigen Logarithmen y zu finden. Diese entnimmt er durch Interpolation nach der Formel (2) aus einer Tafel, der „*Tabula radicalis*“, die $21 \times 69 = 1449$ Logarithmen y von Zahlen x enthält, die beide sich in bequemer Weise rechnen lassen. Der Anfangswert der x ist $r = 10^7 = \sin 90^\circ$, der Endwert ungefähr $x = \frac{1}{2} r = \sin 30^\circ$. Die Herstellung dieser „*Tabula radicalis*“ ist also das eigentlich Entscheidende.

Napier entwirft zu diesem Zwecke zunächst eine *erste Hilfstafel* (tabula prima), die außer dem Wertepaar $x = r, y = 0$ zu weiteren 100 Zahlen $x^{(1)}$ die ihnen zugehörigen Logarithmen $y^{(1)}$ enthält. Dabei schreiten die $x^{(1)}$ in einer einfachen geometrischen Reihe fort, die Napier nach der Rekursionsformel

$$x_n^{(1)} = x_{n-1}^{(1)} - \frac{x_{n-1}^{(1)}}{r} \quad (n = 1 \text{ bis } 100)$$

berechnet. Diese ist einfach das Integral der als Differenzengleichung

$$\frac{x_n - x_{n-1}}{t_n - t_{n-1}} = -\frac{c}{r} x_{n-1} \quad (x_0 = r, t_0 = 0)$$

geschriebenen zweiten Gleichung des Systems (1) mit $c(t_n - t_{n-1}) = 1$. Die Grenzen der zugehörigen Werte $y_n^{(1)}$ der Logarithmen findet dann Napier weiter aus der Ungleichung (2). Es genügt aber nur die Grenzen von $y_1^{(1)}$ zu rechnen; die Grenzen der weiteren Logarithmen sind dann einfach das Zwei-, Drei- usw. -fache der Grenzen von $y_1^{(1)}$. Da $x_1^{(1)} = r - 1$ wird, so ergeben sich als Grenzen für $y_1^{(1)}$

$$1 < y_1^{(1)} < \frac{r}{r-1}.$$

Als wahrscheinlichsten Wert für $y_1^{(1)}$ wählt Napier das arithmetische Mittel. Im übrigen rechnet er, der Genauigkeit wegen, hier mit 7 Dezimalen. Die Tafel liefert dann folgende Werte:

$$\begin{array}{ll} x_0 = 10\,000\,000\,000\,000\,0 & y_0 = 0,000\,000\,00 \\ x_1^{(1)} = 9\,999\,999\,000\,000\,0 & y_1^{(1)} = 1,000\,000\,05 \\ x_2^{(1)} = 9\,999\,998\,000\,000\,1 & y_2^{(1)} = 2,000\,000\,10 \\ x_3^{(1)} = 9\,999\,997\,000\,000\,3 & y_3^{(1)} = 3,000\,000\,15 \\ \vdots & \vdots \\ x_{100}^{(1)} = 9\,999\,900\,000\,495\,0 & y_{100}^{(1)} = 100,000\,005\,00 \end{array}$$

Jetzt folgt eine *zweite Hilfstafel* (tabula secunda), die außer dem Wertepaar $x = r, y = 0$ zu weiteren 50 Zahlen $x^{(2)}$ die ihnen zugehörigen Logarithmen $y^{(2)}$ enthält. Indem Napier hier $c(t_n - t_{n-1}) = 100$ setzt, ergeben sich die Zahlen $x^{(2)}$ nach der einfachen Rekursionsformel

$$x_n^{(2)} = x_{n-1}^{(2)} - \frac{x_{n-1}^{(2)}}{10^5} \quad (n = 1 \text{ bis } 50)$$

Die Grenzen für $y^{(2)}$ ergeben sich wieder nach der Ungleichung (2), ausgehend von dem letzten Wertepaar $x_{100}^{(1)}, y_{100}^{(1)}$ der ersten Hilfstafel. Da-

mit liefert die zweite Tafel mit 6 Dezimalen die Werte

$x_0 = 10\,000\,000\,000\,000$	$y_0 = 0,000\,000$
$x_1^{(2)} = 9\,999\,900\,000\,000$	$y_1^{(2)} = 100,000\,500$
$x_2^{(2)} = 9\,999\,800\,001\,000$	$y_2^{(2)} = 200,001\,000$
$x_3^{(2)} = 9\,999\,700\,003\,000$	$y_3^{(2)} = 300,001\,500$
$x_{50}^{(2)} = 9\,995\,001,224\,804$	$y_{50}^{(2)} = 5000,025\,000.$

$$x_n = x_{n-1} - \frac{x_{n-1}^{(1)}}{2 \cdot 10^3} \text{ für } \begin{cases} n \text{ von } 0 \text{ bis } 20 \\ \nu \text{ „ } 3 \text{ „ } 71 \end{cases}$$

Hier brauchen nur 2 Logarithmen nach der Ungleichung (2) berechnet werden, und zwar $y_1^{(3)}$ unter Heranziehung von $x_{50}^{(2)}$ und $y_{50}^{(2)}$, $y_0^{(4)}$ unter Heranziehung von $x_{20}^{(3)}$ und $y_{20}^{(3)}$. Das Schema dieser Tabula radicalis lautet daher:

$r = x_0^{(3)}, 0$	$x_0^{(4)}, y_0^{(4)}$	$x_0^{(5)}, 2 y_1^{(4)}$	...	$x_0^{(71)}, 68 y_1^{(4)}$
$x_1^{(3)}, y_1^{(3)}$	$x_1^{(4)}, y_0^{(4)} + y_1^{(3)}$	$x_0^{(5)}, 2 y_1^{(4)} + y_1^{(3)}$	...	$x_1^{(71)}, 68 y_0^{(4)} + y_1^{(3)}$
$x_2^{(3)}, 2 y_1^{(3)}$	$x_2^{(4)}, y_0^{(4)} + 2 y_1^{(3)}$	.	...	.
.
.
$x_{20}^{(3)}, 20 y_1^{(3)}$	$x_{20}^{(4)}, y_0^{(4)} + 20 y_1^{(3)}$	$x_{20}^{(5)}, 2 y_0^{(4)} + 20 y_1^{(3)}$	...	$x_{20}^{(71)}, 68 y_0^{(4)} + 20 y_1^{(3)}$

Napier gibt als $x_{50}^{(2)}$ den Wert 9 995 001,222 927 und fügt hinzu: „ni erraveris“. Leider ist ihm hier dennoch ein Rechenfehler untergelaufen, indem der richtige Wert eben 9 995 001,224 804 ist. Insofern nun $x_{50}^{(2)}$ in ähnlicher Weise — wie der letzte Wert $x_{100}^{(1)}$ der ersten Tafel zur Bestimmung von $y_1^{(2)}$ — hier zur Bestimmung des Logarithmus $y_1^{(3)}$ der nächsten Tafel, seiner Ta-

Napier findet für $y_1^{(3)}$ den Wert 5001,248 538 7 für $y_0^{(4)}$ den Wert 100 503,321 029 1 (die richtigen Werte wären 5001,250 416 und 100 503,358 522 8). In dem Bruchstück der in der Constructio 1619 veröffentlichten Tafel gibt er die Werte der Zahlen x in 4 Dezimalen, die Logarithmen in 1 Dezimale, also für die erste, zweite, bzw. letzte Kolonne:

x	y	x	y	x	y	x	y
10 000 000,0000	0,0	9 900 000,0000	100 503,3	.	.	5 048 858,8900	6 834 225,8
9 995 000,0000	5 001,2	9 895 050,0000	105 504,6	.	.	5 046 333,4605	6 839 227,1
9 990 002,5000	10 002,5	9 890 102,4750	110 505,8	.	.	.	.
9 995 007,4987	15 003,7	.	.	.	.	.	.
.
.
9 900 473,5780	100 025,0	9 801 468,8423	200 528,2	.....	.....	4 998 609,4034	6 934 250,8

bula radicalis, benutzt wird, werden in der Folge seine Logarithmen in den beiden letzten Stellen ungenau. Aber diese Ungenauigkeit ist nur die Folge dieses einen Rechenfehlers, die ganze Anlage der Rechnung hätte ihm eine vollständige Genauigkeit in den mitgeteilten 8 Ziffern der Tabula radicalis verbürgt.

Die Tabula radicalis gibt nunmehr die für die Berechnung der Logarithmen der Sinus der Winkel von 90° bis 30° notwendigen $21 \times 69 = 1449$ Logarithmen in folgender Weise. Sie besteht aus 69 Kolonnen und 21 Zeilen. Die x -Werte der ersten Zeile werden gerechnet, indem beginnend mit $r = x_0^{(3)}$ $c(t_n - t_{n-1}) = 10^5$ gesetzt wird, also nach der Formel

$$x_0^{(\nu+1)} = x_0^{(\nu)} - \frac{x_0^{(\nu)}}{10^2} \text{ für } \nu \text{ von } 3 \text{ bis } 71;$$

die x -Werte jeder Kolonne beginnend mit den gerade gefundenen Anfangswerten $x_0^{(\nu)}$, indem $c(t_n - t_{n-1}) = \frac{10^4}{2}$ gesetzt wird, nach der Formel

Man hat wohl zuweilen behauptet, daß es eine ungeheure Rechenarbeit gewesen sein müsse, die Napier bei der Konstruktion seiner Logarithmen zu leisten hatte. Die obige Darlegung wird erkennen lassen, daß dies durchaus nicht der Fall war. Man weiß nicht, was man mehr bewundern soll, die geniale Auffassung, die er von dem Wesen der Logarithmen hatte, oder die staunenswerte Geschicklichkeit, mit der er auf Grund dieser Auffassung die numerische Berechnung seiner Logarithmen durchgeführt hat. Ja, es liegen bei ihm Rechenmethoden im Keime entwickelt vor, die erst eine spätere Zeit zur vollständigen Ausreifung gebracht hat. Leider verbietet es hier der Raum, hierauf näher einzugehen. Aber noch auf einen Punkt muß hier hingewiesen werden, nämlich den hervorragenden Anteil, den Napier an der Einführung der gewöhnlich nach Henry Briggs genannten „gewöhnlichen“ Logarithmen hat.

Wir haben oben erwähnt, mit welchem Enthusiasmus Henry Briggs (1556—1630), seit 1596 Professor der Geometrie am Gresham-College in

London, seit 1619 erster Savilian-Professor in Oxford, die *Descriptio Napiers* von 1614 begrüßt hat. Wie er selbst in der Vorrede zu seiner „*Arithmetica logarithmica*, London 1624“ bemerkt, trug er alsbald (1615) seinen Zuhörern am Gresham-College über *Napiers* Logarithmen vor und machte hierbei die Bemerkung, daß die Rechnungen einfacher würden, wenn man auf der einen Seite, wie bei *Napier*, der Zahl $r = 10^7$ den Logarithmus $y = 0$, auf der anderen Seite aber der Zahl 10^6 als Logarithmus eine Potenz von 10 (etwa 10^7) zuordnete, womit dann der Zahl 10 der Logarithmus -10^7 zugewiesen war. Er machte auch sofort *Napier* von diesem Änderungsvorschlag Mitteilung und besuchte ihn im Sommer 1615 in Edinburgh, wo er von jenem gastfreundlich aufgenommen wurde. *Napier* konnte ihm erwidern, daß er seinerseits dies bereits bemerkt habe und schlug in den Unterredungen zugleich noch vor, den Logarithmus von 10 gleich $+10^7$ zu setzen, womit dann die Logarithmen mit wachsenden Zahlen x zugleich wachsen, statt abzunehmen. *Briggs* besuchte *Napier* noch einmal im Sommer des folgenden Jahres 1616 und hatte die Absicht, den Besuch im Sommer 1617 zu wiederholen. Der Tod *Napiers* am 4. April 1617 vereitelte dann diese Absicht. Im übrigen waren beide übereingekommen, daß *Napier* die Ausarbeitung der für die Konstruktion der neuen Logarithmen geeigneten Rechenmethoden entwickeln sollte, während *Briggs* die Aufgabe der Berechnung der neuen Tafeln zufiel. So ist denn von *Napier* jener kurze „Appendix“ ausgearbeitet, der der *Constructio* von 1619 angehängt ist und den *Briggs* durch seine „*Lucubrationes*“ etwas näher erläutert hat.

Man wird nach jener Stelle in der *Descriptio* von 1614 fragen, die *Briggs* zu dem Änderungsvorschlag veranlaßte und die auch *Napier* schon von der Zweckmäßigkeit neuer Logarithmen überzeugt haben mußte. Es handelt sich um diejenige Stelle im 4. Kapitel des 1. Buches der *Descriptio*, wo *Napier* auseinandersetzt, wie seine Tafeln auch bei der Rechnung mit gewöhnlichen Zahlen Verwendung finden können. Will man z. B. Nap. log 137 finden, der in den Tafeln nicht vorkommt, so kann man dafür Nap. log 13 700 000 — Nap. log 10 000 rechnen. Es kommt nun in den Tafeln Nap. log 13 703 048 vor, der mit genügender Annäherung für Nap. log 13 700 000 genommen werden mag. Würde man also Nap. log 100 000 kennen, so hätte man den gewünschten Nap. log 137 mit genügender Annäherung. Da Nap. log 100 000 = 5 Nap. log 10, so kommt es darauf an, diesen letzteren zu kennen. *Napier* hatte ihn in der Tat berechnet und gibt als seinen Wert 23 025 842. Hier ist nun klar, daß die auszuführenden Subtraktionen einfacher werden, wenn der log 10 gleich $10^7 = 10\,000\,000$ genommen wird. Diese Bemerkung ist denn auch von *Napier* an der bezeichneten Stelle in die englische Übersetzung von *E. Wright* 1616 aufgenommen worden.

Welcher Zusammenhang besteht nun zwischen den „*Napierschen*“ bzw. den „natürlichen“ Logarithmen und diesen neuen Logarithmen? Offenbar bleiben die früheren Überlegungen *Napiers* zur Aufstellung des Differentialgleichungssystems (1) erhalten, wobei nur die Bedingung, daß das Verhältnis der Anfangsgeschwindigkeiten $\left(\frac{dy}{dt}\right)_0 = c$ und $\left(\frac{dx}{dt}\right) = c_1$ gleich 1 ist, durch die andere zu ersetzen ist, daß neben $x = r$ und $y = 0$ auch $x = 10$, $y = r$ ein zugeordnetes Wertepaar ist. Indem wir an die „natürlichen“ Logarithmen anknüpfen, gewinnen wir mit $\frac{c}{c_1} = m$, die Differentialgleichung

$$\frac{dy}{dx} = \frac{m}{x} \quad \begin{pmatrix} x = 1, & y = 0 \\ x = 10, & y = 1 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (3)$$

Die Bedeutung der Konstanten m ist ohne weiteres klar; sie gibt die Steigung der neuen Logarithmuskurve an der Stelle $x = 1$ oder sie ist gleich demjenigen Werte von x , für den die Steigung gleich 1 ist. Sie ist später von *Roger Cotes* als der *Modul* des Logarithmensystems bezeichnet worden. Hiernach ist also der Modul der natürlichen Logarithmen gleich 1. Die Aufgabe der Konstruktion der neuen Funktionen $y(x)$ — der neuen Logarithmen — ist damit aber sofort auf die Konstruktion der natürlichen Logarithmen zurückgeführt. Denn die Integration der Differentialgleichung (3) mit den angegebenen Bedingungen ist unter Elimination des Parameters m äquivalent mit der Integration der Differentialgleichung zweiter Ordnung

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{1}{x} \frac{dy}{dx} \quad \begin{pmatrix} x = 1, & y = 0 \\ x = 10, & y = 1 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (4)$$

Die Lösung wird

$$y = \frac{\log \text{nat } x}{\log \text{nat } 10}$$

mit

$$m = \frac{1}{\log \text{nat } 10} = 0,434 \dots$$

Bezeichnen wir y mit Brig log, so besteht also die Beziehung

$$\text{Brig log } x = \frac{\log \text{nat } x}{\log \text{nat } 10}$$

Will man nun nicht y als Funktion von x , sondern x als Funktion rechnen, also die Umkehrfunktion des Logarithmus bestimmen, so besteht für diese die Differentialgleichung

$$\frac{d^2 x}{dy^2} = -\frac{1}{x} \left(\frac{dx}{dy}\right)^2 \quad \begin{pmatrix} y = 0, & x = 1 \\ y = 1, & x = 10 \end{pmatrix} \quad \dots \quad (5)$$

Es ist interessant, daß man auf die sogenannte „bestimmte“ Integration dieser Differentialgleichung eine der Methoden zurückführen kann, die *Napier* zur Konstruktion der „gewöhnlichen“ Logarithmen vorgeschlagen hat und nach der *Briggs* dann auch tatsächlich rechnete. Es handelt sich dabei einfach um die Interpolation jeweils neuer Wertepaare von x , y zwischen zwei aufeinanderfolgende,

ausgehend von den Wertepaaren $y = 0$, $x = 1$ und $y = 1$, $x = 10$, nach den beiden einander zugeordneten Relationen

$$\frac{x_{n-1}}{x_n} = \frac{x_{n-2}}{x_{n-1}}$$

und $y_{n-1} - y_n = y_{n-2} - y_{n-1}$
oder

$$x_{n-1} = \sqrt{x_n \cdot x_{n-2}} \quad \text{und} \quad y_{n-1} = \frac{y_n + y_{n-2}}{2}.$$

Man verificiert in der Tat sofort, daß diese Relationen die Integrale der obigen als Differenzengleichung zweiter Ordnung geschriebenen Differentialgleichung (5) sind.

Fügen wir noch hinzu, daß *Napier* eine andere Methode der Berechnung der gewöhnlichen Logarithmen auf die Bemerkung gründet, daß aus

$$x^b = a^y$$

notwendig folgt

$$b \log x = y \log a = y,$$

so sieht man, daß ihm auch die seit *Euler* in den Elementen übliche Vorstellung des Logarithmus $\frac{y}{b}$ als derjenigen Zahl, mit welcher die „Basis“ a potenziert den „Numerus“ x gibt, geläufig war.

Hier brechen wir ab. Es kam uns nur darauf an, aus der Entdeckungsgeschichte der Logarithmen diejenigen Momente herauszuheben und zu würdigen, die bei *Napier* bereits vorliegen. Wir haben auch darauf verzichten müssen, irgendwie auf seine Verdienste um die Trigonometrie einzugehen, der der größte Teil seiner *Descriptio* von 1614 gewidmet ist, und auf die er in einem zweiten Anhang seiner *Constructio* von 1619 zurückkommt, wo sich diejenigen Formeln mitgeteilt finden, die als „*Napiersche Analogien*“ in dem Lehrgebäude der sphärischen Trigonometrie fortleben. Aber das Gesagte wird schon ausreichen, um *Napier* als einen Heroen der mathematischen Wissenschaften erkennen zu lassen, dem ein dankbares Erinnern zu bewahren die Nachwelt allen Anlaß hat.

Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren

(mit besonderer Berücksichtigung der gleichnamigen Abhandlung von *Boveri*).

Von Prof. Dr. Hugo Ribbert, Bonn.

Alle Tumoren, die gutartigen sowohl wie die bösartigen, entstehen dadurch, daß Zellen an umschriebenen Stellen irgendwelcher Gewebe unseres Körpers in ein *selbständiges dauerndes Wachstum* geraten. Die malignen Geschwülste sind dann außerdem dadurch ausgezeichnet, daß die wuchernden Zellen zerstörend in die angrenzenden Gewebe und später durch Vermittlung des Lymph- und Blutgefäßsystems auch in die anderen Organe

vordringen. Es fragt sich nun, wie kommen die Zellen zu dieser Art des Wachstums, insbesondere zu der malignen Ausbreitung? Die Frage ist vor allem dann schwer zu beantworten, wenn man von einer gewöhnlich als selbstverständlich angesehenen Voraussetzung ausgeht, von der nämlich, daß die geschwulstbildenden Zellen bis zum Beginn ihrer Proliferation typisch in die Organisation eingefügt gewesen seien, daß sie also aus dieser völlig normalen Situation heraus in jener Weise wüchsen, und zwar ohne daß in ihrer Umgebung irgend etwas sie dazu veranlasse. Wenn man diese Annahme gelten läßt, dann muß man den ausschließlichen Anstoß zu ihrer Wucherung in die Zellen selbst verlegen und damit zu der Ansicht kommen, daß sie eine eigenartige prinzipielle Änderung erfahren hätten, durch die sie fähig und getrieben würden, die normalen Beziehungen aufzugeben und aus der Organisation herauszuwachsen. Aber ist es denn richtig, daß die Zellen bis zum Einsetzen ihrer (malignen) geschwulstmäßigen Vermehrung stets typisch eingefügt waren? Das trifft für die weitaus meisten Fälle nicht zu. Es ist hier vielmehr so, daß die proliferierenden Zellen vor Beginn ihres selbständigen Wachstums durch entwicklungsgeschichtliche (oder andere) Störungen aus der Organisation ausgeschaltet waren. Diese der Geschwulstbildung vorausgehende Keimisolation ist meines Erachtens, wie ich vor kurzem¹⁾ erneut dargelegt habe, eine notwendige Bedingung für die Entstehung der meisten Tumoren. Durch sie ist die charakteristische Selbständigkeit von vornherein gegeben. Das gilt auch für viele Karzinome. Bei anderen Krebsen aber, in erster Linie bei solchen der Haut, macht es allerdings den Eindruck, als ob die Zellen völlig aus der normalen Lage heraus wucherten. Doch sind wahrscheinlich auch hier geringfügige Entwicklungsanomalien vorauszusetzen. Aber auch wenn sie fehlen sollten, darf man den Anstoß zum geschwulstmäßigen Wachstum nicht in die Epithelzellen allein verlegen. Denn hier finden sich stets in dem angrenzenden Bindegewebe entzündliche Veränderungen, die zweifellos auslösend auf das Epithelwachstum einwirken.

So besteht also bei den Geschwülsten keine Veranlassung, die Wucherung aus dem Verhalten der Zellen allein abzuleiten. Aber trotzdem geschieht es gewöhnlich. Und auch wenn man die primäre Keimisolation anerkennt, glaubt man eine prinzipielle Umwandlung der Zellen doch auch in diesen Keimen annehmen zu müssen. Über die Art dieser Veränderung ist man verschiedener Meinung. Zuletzt hat *Boveri* in seiner Monographie „zur Frage der Entstehung maligner Tumoren“²⁾ den Versuch gemacht, das Wachstum der Zellen aus einer besonderen Kernbeschaffenheit abzuleiten. Davon soll im folgenden hauptsächlich die Rede sein.

¹⁾ Geschwulstlehre, II. Aufl.

²⁾ Jena, G. Fischer, 1914.

Während langer Zeit hat man geglaubt, daß es intrazellulär gelegene Parasiten sein müßten, die in den Zellen wucherungserregend wirkten. Und manche glauben es heute noch. Aber das Problem wird dadurch lediglich erschwert. Denn wie Parasiten, die ebenso wie stets auf den ganzen Körper, so selbstverständlich auch auf die Zellen, in denen sie liegen, immer schädlich wirken, also deren Lebensenergie herabsetzen müssen, niemals aber steigern können, sie trotzdem zu einem lebhafteren Wachstum bringen sollten, das bleibt unbegreiflich. Noch weniger aber kann man es verstehen, daß die parasitär geschädigten Zellen dazu gebracht werden könnten, aus dem normalen Verbands heraus in andere Gewebe vorzudringen. Wir werden sehen, daß auch *Boveri's* Auffassung uns hier nicht helfen kann. Von der parasitären Ätiologie im Sinne einer direkten Einwirkung der Parasiten auf die Zellen haben wir für die Aufklärung der Geschwulstgenese nichts zu erwarten. Und so ist man mehr und mehr dahin gekommen, in den Zellen eigenartige wachstumssteigernde Anomalien anzunehmen.

Nun ist zunächst soviel gewiß, daß die Geschwulstzellen nicht genau mit den vollentwickelten Elementen übereinstimmen, durch deren Wucherung sie gern entstanden gedacht werden, daß sie vielmehr weniger als diese differenziert sind. Aber das kommt meist nicht daher, daß sie von voll differenzierten Elementen abstammten und einfacher geworden wären, sondern es ist teils die Folge davon, daß sie aus der Embryonalzeit übrig geblieben, daher niemals zu typischer Differenzierung gelangt sind, teils davon, daß sie von einfacher gebauten Elementen des erwachsenen Körpers abzuleiten sind, teils endlich davon, daß, wenn wirklich einmal, was sicherlich selten ist, Geschwülste durch Wucherung funktionell ausgebildeter Elemente entstehen, diese unter den völlig geänderten Existenzbedingungen des Tumorstwachstums ihre Differenzierung verringern. Auf diesen freilich im allgemeinen nur wenig ausgeprägten, nicht sehr hochgradigen Mangel an Differenzierung hat *v. Hansemann* besonderen Wert gelegt. Er meinte, daß die Abnahme der funktionellen Strukturen einen solchen Grad erreiche, daß Zellen daraus hervorgingen, wie sie im normalen Körper nicht vorkommen. Er nannte sie in diesem Zustand anaplastisch, den dahin führenden Vorgang *Anaplasie*. Andere haben ähnliche Anschauungen in eine andere Formel gebracht. Doch kommt es hier auf deren genaue Wiedergabe nicht weiter an. Es genügt, wenn wir zusammenfassend hervorheben, daß es nicht gelungen ist, die Genese der Tumoren mit diesen Vorstellungen allein verständlich zu machen: Es ist vor allem wieder das Wachstum außerhalb der Organisation, was bei diesen und den sonstigen von primären Zellenveränderungen ausgehenden Auffassungen unbegreiflich bleibt. Auch andere Versuche haben uns nicht weiter geführt. Man hat (z. B. *Borst*) daran gedacht, daß die Zellen, die geschwulstmäßig

wuchern, von Hause aus irgendwie *mißbildet* sein könnten und deshalb in die schrankenlose Wucherung gerieten. Aber mißbildete Zellen sind *abnorme* Zellen und daher unter allen Umständen *weniger wucherungsfähig* als normale. Auch der mißbildete Mensch leistet stets weniger als der regelmäßig gebaute, und es ist willkürlich, für die Zellen das umgekehrte Verhältnis anzunehmen.

Sehen wir nun zu, wie *Boveri* sich die Zellenveränderungen denkt. Er sieht die Grundlage der Geschwulstwucherungen in Abweichungen der Zellen, bei denen diesen etwas fehle, was ihnen in der Norm zukomme. Dieses Vorhandensein eines Defektes veranlasse die unbegrenzte Proliferation. Aber die Veränderung, die unreparierbar sein müsse, da sie nur dann auf alle folgenden Zellen überginge, könne nicht das Protoplasma betreffen. Denn dieses würde die Anomalie regenerativ sehr bald wieder ausgleichen. Es könne sich nur um Störungen im *Kern* handeln. In ihm sei die Möglichkeit eines Defektes dadurch gegeben, daß bei einer irgendwie abnormen Teilung *ungleiche Chromosomenbestände* in die einzelnen Tochterkerne hineinkämen, so daß dem einen etwas mangle, was in dem anderen vorhanden sei. Eine derartige theoretisch denkbare ungleiche Verteilung der Kernbestandteile läßt sich durch direkte Beobachtung feststellen. *Boveri* erinnert an *v. Hansemann's* Mitteilungen über asymmetrische Kernteilungen und beruft sich vor allem auf experimentelle Erfahrungen am Seeigellei. Bei pluripolaren Mitosen erleide der gleichmäßige Übergang der Kernsubstanz auf die einzelnen Tochterkerne sehr leicht eine Störung. Daraus würden sich zwar dann keine Folgen ergeben, wenn die Chromosomen unter sich gleichartig wären. Denn dann würde das Fehlende sich schnell durch Regeneration wiederherstellen. In Wirklichkeit aber haben wir ja eine Ungleichheit der Chromosomen anzunehmen und daraus ergibt sich, daß, wenn irgend ein Teil fehlt, ein Wiederersatz nicht möglich ist. Und nun kommt der Schluß, der dem ganzen Gedankengebäude zugrunde liegt, der aber nicht als berechtigt angesehen werden kann und mit dessen Ablehnung der Bau zusammenbricht, der Schluß nämlich, daß die unreparierbare Anomalie des Kernes, mit anderen Worten, ein abnormer Chromosomenbestand ein schrankenloses Wachstum zur Folge haben müsse. *Boveri* selbst muß zugeben, daß diese Annahme *durchaus hypothetisch* sei. Sie müsse aber ad hoc gemacht werden und es scheine ihm manches zu ihren Gunsten zu sprechen. Er macht sich auch Gedanken darüber, wie denn der Chromosomendefekt etwa wirken könne. Es sei z. B. möglich, daß den Kernen etwas fehle, was in der Norm eine Hemmung des Wachstums mit sich bringe. Aber das schwebt doch alles in der Luft. Die Hauptsache bleibt, daß keinerlei Grundlage für die Annahme gegeben ist, es könne ein mangelhafter Chromosomenbestand dauernde Zellwucherung zur Folge haben. Es muß auch hier in ähnlicher Weise, wie es oben

schon mit Bezug auf die Zellmißbildung geschah, hervorgehoben werden, daß ein *Defekt im Kern der Zelle lediglich schädigt*, weniger lebenskräftig macht, daß er sie dagegen nicht zur Entfaltung größerer Lebensenergie bringen kann.

Aber selbst, wenn wir einmal annehmen wollten, die Kernanomalie führe wirklich zur Wucherung, so ist auch damit nicht geholfen. Schrankenloses Wachstum ist noch keine Geschwulstbildung und insbesondere bedeutet es keinen malignen Tumor. Es überschreitet als solches die Grenzen der Organisation nicht, sondern führt zu lokalen Hypertrophien bzw. Hyperplasien. Wie denn z. B. auch die lebhaftesten und umfangreichsten entzündlichen Wucherungen nicht wie die Neubildungsprozesse der Tumoren selbständig, unabhängig sind, sondern mit den umgebenden Geweben organisch zusammenhängen. Was vor allem erklärt werden muß, das ist das *für sich selbständige* die anderen Gewebe durchsetzende Wachstum und dafür würde ein Kerndefekt auch dann keine Grundlage bieten, wenn er die dauernde Zellvermehrung verständlich machen könnte. Hier hilft uns nur die Vorstellung, daß bei dem Eindringen der Zellen in die angrenzenden Gewebe deren Veränderungen (wie bei dem Hautkarzinom s. o.) eine wesentliche Rolle spielen, oder daß eine Keimausschaltung vorausgegangen ist, die, günstige Bedingungen vorausgesetzt, ein selbständiges Wachstum der Zellen ohne weiteres und ebenso mit sich bringt, wie es dann der Fall ist, wenn normale, besonders embryonale Zellen aus dem Körper isoliert und im Plasma gezüchtet werden. Bei ihnen ist von einer Defektbildung im Kern nicht die Rede und doch wachsen sie unbegrenzt und machen so die Bedeutung einer Keimausschaltung begreiflich. Wie sie im Plasma sich vermehren, so tun sie es auch bei der Tumorentwicklung im Körper. Die Geschwulstbildung kann man danach ansehen als Wachstum außerhalb der Organisation aber im Organismus.

Nach diesen Auseinandersetzungen dürfte es klar sein, daß die Anschauungen *Boveri's*, so interessant sie sind und so bestechend sie für manchen auf den ersten Blick sein werden, zu einem Verständnis maligner Tumoren nicht ausreichen. Aber *Boveri* begnügt sich nicht mit einer Darlegung seiner Meinungen über das Verhalten des Kernes, sondern sucht ihnen eine etwas bessere Begründung dadurch zu geben, daß er darauf hinweist, wie leicht sich zahlreiche anatomische und biologische Eigentümlichkeiten der Tumoren aus seinen Überlegungen ableiten, mit ihnen in Übereinstimmung bringen lassen. Das ist ja aber bei der völlig hypothetischen Form, in der er Kernanomalien bei der Geschwulstbildung wirksam sein läßt, gar nicht überraschend. Jede andere Vorstellung von der geschwulstbildenden Bedeutung irgendwelcher besonderer Zelleigenschaften würde in gleicher Weise zu allen Vorgängen in den Tumoren passen. Aber auf

ein paar Punkte soll hingewiesen werden, zumal sich daran die Berichtigung einiger Irrtümer anknüpfen läßt.

Boveri meint, aus dem Umstande, daß die Zellen einer jungen gerade nachweisbaren Geschwulst einen gleichartigen Typus hätten, müsse geschlossen werden, daß sie alle aus einer einzigen Zelle hervorgegangen seien. Jede Geschwulsttheorie müsse dementsprechend mit einem *unizellulären* Ursprung rechnen. Da nun die bösartigen Tumoren meist durch chronische Reize hervorgerufen würden, diese aber nicht das ganze Gewebe in Wucherung versetzten, so müsse in Berücksichtigung der unizellulären Genese angenommen werden, daß der Reiz indirekt, und zwar dadurch wirke, daß er nur in einer Zelle die Chromosomenanomalie bedinge. Diese (übrigens etwas unklaren) Überlegungen sind nicht zwingend. Warum nicht in einem in sich völlig gleichartigen normalen Gewebe mehrere Zellen auf einmal in Wucherung geraten sollten, ist nicht einzusehen und die uns bekannten histogenetischen Tatsachen sprechen dagegen, daß eine unizelluläre Genese die Regel ist. Die abgesprengten Keime, von denen wir wissen, daß sie zur Geschwulstbildung führen können (wie z. B. die der Chondrome des Skelettes), sind multizellulär angelegt. Das gilt vor allem auch für das Karzinom. Jeder beginnende Krebs zeigt aufs deutlichste die Beteiligung zahlreicher Zellen¹). Nur bei den einem Embryo gleichwertigen Teratomen sind wir von der Entstehung aus einer den Blastomeren entsprechenden Zelle überzeugt.

Boveri ist weiter der Ansicht, daß aus dem gleichen Gewebe differente maligne Tumoren hervorgehen könnten und daß sich diese Erscheinung unter der Annahme einer in den Ausgangszellen verschiedenen Chromosomenanomalie am besten verstehen lasse. Ich weiß nicht, woran *Boveri* denkt, aber im allgemeinen sind die pathologischen Histologen der Meinung, daß aus einer Gewebsart immer nur eine Art von Tumor hervorgeht und daß dieser nur je nach dem Grade seines Verlustes an Differenzierung Variationen zeigt, die aber durchaus nicht aus der Annahme eines in seinen Einzelheiten variierenden Kerndefektes gedeutet werden müssen, sondern aus den ungünstigen, eine funktionelle Ausbildung der Zellen nicht zulassenden Existenzbedingungen der Tumorzellen leicht abgeleitet werden können. Wenn aber *Boveri* etwa im Auge haben sollte, daß z. B. aus dem embryonalen Schleimgewebe sowohl Lipome wie Sarkome und Myxome hervorgehen können, so handelt es sich dabei doch nur um Entwicklungszustände desselben Ausgangsgewebes, die auch im normalen Körper vorkommen und von einem wechselnden Chromosomenverlust nicht abhängig sind. Wenn er aber daran denken sollte, daß auf zylinderepithelbedeckten Flächen zuweilen Plattenepithelkrebs entstehen,

¹) S. mein Buch „Das Karzinom des Menschen“.

dann ist auch das durch seine Auffassung nicht verständlich zu machen. Denn er ist doch auch selbst nicht der Ansicht, daß durch Chromosomen-defekte aus Zylinder — Plattenepithel werden könnte.

Von Interesse ist weiterhin die Anschauung, daß die Wirkung etwaiger *Parasiten* darin zu suchen sei, daß sie die abnorme mitotische Teilung herbeiführten. Nun kann man ja zugeben, daß intrazelluläre oder extrazelluläre Parasiten, soweit bei ihrer Gegenwart noch eine Zellteilung eintritt, die Kernteilung stören müssen, aber wir können uns doch kaum vorstellen, daß sie immer eine gleichartige, und zwar gerade die Chromosomenanomalie bewirkten, die im Sinne *Boveris* die Wachstumssteigerung herbeiführen soll. Wir können es uns um so weniger denken, als sehr verschiedenartige, pflanzliche und tierische Parasiten in Betracht kommen sollen. Auch läßt es sich mit der angenommenen Bedeutung der Parasiten nicht vereinigen, daß da, wo wir wirklich Neubildungsvorgänge mit voller Berechtigung auf sie zurückführen, niemals *primär* Geschwülste auftreten. Es handelt sich dann vielmehr stets um entzündliche, mit der Umgebung organisch zusammenhängende Prozesse. Nur sekundär sehen wir zuweilen an sie (auch an Entzündungen durch tierische Parasiten) Tumoren sich anschließen, aber in diesen Fällen spielen lediglich dieselben Bedingungen eine Rolle, die bei den chronischen Reizen überhaupt gegeben sind und in erster Linie bei dem Karzinom wirksam werden. In allen diesen Fällen können spezifische Einwirkungen auf die sich teilenden Kerne nicht in Betracht kommen.

Boveri ist allerdings anderer Meinung. Er schreibt allen chronischen Reizen den besonderen Einfluß auf die Mitosen zu und gelangt dabei zu einer Modifikation seiner Auffassung. Wenn er nämlich anfangs, wie wir sahen, das Protoplasma nicht berücksichtigt hatte, so meint er jetzt, daß es durch die Reize zunächst leiden und sekundär die Kernteilung schädigen könne. Und auf diese Weise sei es möglich, daß zahlreiche Zellen in größeren Gebieten zugleich verändert würden. So könnte z. B. die Entstehung der über einen ganzen Magen ausgebreiteten Karzinome gedeutet werden. Was dann freilich einen Widerspruch gegen die Annahme einer unizellulären Genese der Tumoren einschließt.

Mit diesen Beispielen wollen wir uns begnügen. Was *Boveri* sonst noch über Erbllichkeit, Metastasenbildung, Transplantation, Infektiosität der Tumoren u. a. auseinandersetzt und in seinem Sinne verwertet, ist auch nicht geeignet, uns die Hypothese von der Bedeutung des Chromosomenverlustes, die uns schon aus ganz anderen Gründen unannehmbar geworden war, irgendwie näher zu bringen. Es handelt sich überall um lediglich hypothetische Betrachtungen, die nichts Zwingendes haben. Und so kommen wir zu dem Ergebnis, daß wieder einmal ein Versuch, die Bedingungen

der Geschwulstbildung ausschließlich in den Zellen zu suchen, sich als unzulänglich erwiesen hat.

Intelligenz- und Demenzprüfungen.

Von Prof. K. Heilbronner, Utrecht (Holland).

Die Gesichtspunkte, unter denen ganz allgemein der Versuch einer Intelligenzprüfung gemacht wird, können grundsätzlich von zweierlei Art sein: sie kann sich zum Ziele stellen, eine größere Anzahl voraussichtlich mit normaler Intelligenz ausgestatteter Menschen nach dem *Grade ihrer Intelligenz* zu ordnen, eventuell auch, soweit solche anerkannt werden, qualitative Differenzen ihrer Intelligenz festzustellen; sie kann sich aber auch mit der Lösung der bescheideneren Aufgabe begnügen, zu entscheiden, ob ein Individuum oder eine Vielzahl von solchen tatsächlich noch über eine *normale Intelligenz* verfügt. Die erstere Fragestellung wird in erster Linie den Psychologen, vor allem den Vertreter der angewandten Psychologie interessieren, die letztere vor allem den Psychiater und wegen der praktischen Konsequenzen den Richter; gleich bedeutsam werden beide Fragestellungen für den Pädagogen oder nach neuerer Terminologie Pädologen sein.

Unter dem zweiten Gesichtspunkte seien einige grundsätzliche einschlägige Fragen hier behandelt. Wie die *Ziele*, werden auch die *Methoden* für die beiden Fälle verschieden sein müssen; die gegenteilige Annahme liegt wohl nahe, daß die Methodik der Intelligenzprüfung im allgemeinen mit der speziell auf Feststellung einer Intelligenzschwäche gerichteten Untersuchung, die richtiger als *Demenzprüfung* zu bezeichnen wäre, zusammenfallen müßte; diese Annahme würde aber selbst dann nur teilweise zutreffen, wenn eine auf ihre Richtigkeit noch zu prüfende Voraussetzung unbedingt zuträfe, daß sich nämlich alle Menschen, beginnend vom tiefststehenden Idioten über die leicht Schwachsinnigen, Normalen, Gutbegabten bis hinauf zu den glänzend Veranlagten in eine einfache Reihe ordnen ließen, und daß diese Ordnung auf Grund der hier zu besprechenden Prüfungsmethoden möglich wäre. Ersichtlich hätte die Demenzprüfung für ihre Zwecke auch dann noch die Prüfung von *Minimalleistungen* vorzusehen, die bei der Intelligenzprüfung i. e. S. überhaupt nicht in Betracht kommen; die letztere hätte umgekehrt die Möglichkeit von *Maximalleistungen* vorzusehen, deren Prüfung bei der Untersuchung auf Demenz zwecklos wäre. Die Intelligenzprüfung wird weiter sich einer *mehr abgestuften Untersuchungs-methodik* zu bedienen haben, wenn sie wirklich eine Gliederung der Untersuchten nach Maßgabe des gefundenen Intelligenzgrades ermöglichen soll; die Demenzprüfung würde eventuell mit der

Konstatierung einiger weniger Minderleistungen die Scheidung der Dementen von den Normalen treffen können. Ganz allgemein wird ja das „vergleichende“ Examen, bei dem das Maß der Leistungen in mehr oder weniger minutiös berechneten Zensuren ausgedrückt wird, eine andere Methodik verlangen als dasjenige, bei dem es sich nur um Bestehen oder Nichtbestehen handelt. Es wird zu erörtern sein, daß die oben gemachte Voraussetzung nicht zutrifft, und daraus ergibt sich der wesentliche Unterschied in der Methodik der Intelligenz- und der Demenzprüfung: es gibt Funktionen (wie etwa das, was gewöhnlich als „mechanisches Auswendiglernen“ bezeichnet wird), deren selbst extreme Entwicklung den Besitzer nicht „intelligent“ macht (vgl. die Idioten, die sich gleichwohl als Gedächtniskünstler produzieren könnten); ihre Prüfung könnte bei der *Intelligenzprüfung* also unterbleiben; dieselben Funktionen können aber nicht ausfallen, ohne das Individuum schwer zu schädigen (ob speziell im Sinne des „Dementwerdens“, ist allerdings strittig); ihre Untersuchung wird bei der Demenzprüfung also nicht unterlassen werden dürfen.

In vielen Beziehungen werden gleichwohl die Methoden der Intelligenzprüfung denen der Demenzprüfung parallel gehen, und so wird sich auch, gewissermaßen mit negativem Vorzeichen eine grundsätzliche Schwierigkeit, die sich der Intelligenzprüfung entgegenstellt, auch bei der Untersuchung auf Demenz ergeben müssen. Gleichviel wie man die schwierige Frage der Definition oder Umschreibung der Intelligenz oder Demenz zu lösen versucht, darüber dürfte kaum eine Meinungsdivergenz entstehen, daß die Intelligenz im engeren Sinne eine *Anlage*, eine *Leistungsfähigkeit* oder *Leistungsbereitschaft* darstellt; diese Anlage selbst aber ist nicht anders untersuchbar oder, soweit man davon sprechen will, meßbar, als durch eine Prüfung dessen, was tatsächlich *geleistet ist*, so etwa wie der Laie, der den eigentlichen Gang einer Maschine nicht versteht, ihre Leistungsfähigkeit nur nach den Produkten beurteilen würde, die er sie zutage fördern sieht. Ein Schluß aus dem *Geleisteten* auf die virtuelle *Leistungsfähigkeit* wäre aber nur dann möglich, wenn stets Art und Menge des zur Verarbeitung dargebotenen Materiales genau bekannt wäre, und ein Vergleich mehrerer Individuen nach dem Maße ihrer „Leistungen“ würde nur dann einen Schluß auf das Verhältnis ihrer Intelligenz (resp. auf Defekte derselben) zulassen, wenn das Material in den zu vergleichenden Fällen das gleiche wäre; ein ganz elementares Beispiel kann das illustrieren: ein Individuum, das nicht imstande gewesen ist, das Verständnis der Sprache zu gewinnen, wird, die genügende Funktion der perzipierenden Organe vorausgesetzt, als defekt erachtet werden dürfen; aber dieser Schluß erscheint nur berechtigt, weil unter den Verhältnissen der menschlichen Gesellschaft allgemein angenommen werden darf, daß das Ma-

terial für dieses Erlernen für niemanden fehlt. Der Schluß würde nicht mehr zutreffen gegenüber einem Individuum, das wirklich außerhalb aller menschlichen Gemeinschaft aufgewachsen, die Gelegenheit entbehrt hätte, andere sprechen zu hören.

Die ganze Frage wird nun weiter kompliziert, wenn man das Folgende erwägt: es besteht hinreichender Grund zur Annahme, daß psychische Arbeit, zum mindesten gewisse Formen psychischer Arbeit, nicht nur ein gewisses *Produkt* in Form vermehrten Wissens schaffen, sondern auch die *Funktion* selbst fördern; mangelnde Funktion wird also nicht nur ein Defizit des *Wissens* zur Folge haben resp. ein bereits erworbenes Wissen zugrunde gehen lassen können oder dem Nachweis entziehen, sondern auch die *Entfaltung* virtuell vorhandener Anlagen verhindern oder die bereits entfalteten zum mindesten wieder latent werden lassen können. Es ergeben sich aus dieser Wechselwirkung Schwierigkeiten, die zurzeit noch nicht aus dem Wege zu räumen sind — weder für die Feststellung der angeborenen Demenz, noch weniger für die der erworbenen Defektzustände.

Die trotz alledem bestehende grundsätzliche Differenz der beiden besprochenen Leistungen konnte natürlich auch einer oberflächlichen Betrachtung nicht entgehen und sie ist auch — *theoretisch* — immer wieder betont worden; es ist aber doch immerhin bemerkenswert, wie lange es gedauert hat, bis die Scheidung wirklich in ihrer Bedeutung für die Geisteszustandsuntersuchung erkannt und namentlich auch in der *Praxis* dieser Untersuchung durchgeführt wurde. Es ist noch nicht sehr lange her, daß auch in den guten einschlägigen Arbeiten sich die Anleitung zu dieser Untersuchung im wesentlichen in einer Aufzählung von „*Wissens*“-Fragen erschöpfte, und die Nachwirkungen dieser Auffassung sind noch heute namentlich in der forensen Begutachtung zu bemerken: die Erklärung ist sicher nicht zum wenigsten darin zu suchen, daß man glaubte, gerade derartige Untersuchungen an der Hand eines vorher aufgestellten mehr oder weniger allgemein gültigen Schemas mit besonderer Exaktheit anstellen zu können.

Der Umschwung, der vor nicht allzu langer Zeit stattgefunden hat, hat zwei Ursachen: zunächst mußte eine allmählich sich geltend machende vertiefte psychologische Auffassung die Bedeutung dieser reinen *Defektprüfungen* für die Beurteilung des *Intelligenzniveaus* resp. Intelligenzdefektes schon *theoretisch* geringer erscheinen lassen; zum anderen aber haben Untersuchungen an größerem Material ergeben, daß praktisch die Schwierigkeiten, ein Maß allgemein gültiger Anforderungen aufzustellen, viel größer sind, als man gedacht hatte. Vor ca. 9 Jahren hat *Rodenwaldt* auf meine Veranlassung einschlägige Untersuchungen an Rekruten unternommen: er fand auch auf Gebieten, wo man ein

Wissen als einigermaßen selbstverständlich vorausgesetzt hatte, grobe Defekte in einer Ausdehnung, daß man an Untersuchungsfehler denken zu müssen glaubte. Nachuntersuchungen haben gleichwohl die Resultate im wesentlichen bestätigt. Denkbar wäre ja, wie später *Rodenwaldt* entgegengehalten wurde, daß man zu brauchbareren Ergebnissen käme, wenn man statt allgemein vorauszusetzender (Schul-, sozialer, religiöser) Kenntnisse spezielle (Fach-, Berufs-) Kenntnisse zur Grundlage der Prüfung machen würde; gelegentliche Fragen *Rodenwaldts* haben auch auf diesem Gebiete unerwartete Lücken ergeben; aber auch wenn dem im allgemeinen *nicht* so wäre, ergäben sich für die praktische Verwertung kaum zu überwindende Schwierigkeiten; daß man auf ein allgemein brauchbares Schema und damit auf die Möglichkeit von größeren Reihenuntersuchungen mit vergleichbarem Resultate verzichten müßte, wäre noch nicht das schwerste Bedenken; viel schwieriger wäre die Frage zu beantworten, *wem* diese Prüfungen zu übertragen wären: dem Psychiater, der im übrigen ja zunächst als berufen gilt, die Diagnose des Schwachsinn zu stellen, sicher nicht; für des „höheren“ Berufe (des Juristen, Philologen, Physikers usw.) ist das ohne weiteres deutlich: auch ein halbverblödeter Philologe wird dem Durchschnitt der Mediziner noch an grammatischen Kenntnissen „über“ sein, ebenso wie auch ein verblödeter Arzt noch den meisten, auch gebildeten Nichtärzten mit seinen medizinischen Kenntnissen imponieren können. Wer aber jemals in der Lage war, einen einfachen Bauernknecht, Fabrikarbeiter oder selbst — Landstreicher und Vagabunden auf sein „Berufswissen“ zu untersuchen, weiß, daß hier mutatis mutandis das Gleiche gilt; man wird immer wieder in die Lage kommen, durch Umfrage bei Leuten gleicher Herkunft usw. die Richtigkeit der Antworten und die Zulässigkeit der Anforderungen festzustellen; es ist bekannt, welche Schätzung die „Intelligenz“ des akademisch Gebildeten seitens der Landbevölkerung erfährt, die naiv die oben betonte Scheidung nicht macht und aus dem Nichtwissen des Gebildeten auf ihrem Wissensgebiete die entsprechenden Schlüsse zieht. Die Gefahr, daß der Prüfende Leuten aus ganz anderem Milieu gegenüber in den gleichen Fehler verfällt, ist nicht nur theoretisch erdacht und sie wird um so größer angesichts einer besonderen Wertschätzung bestimmter psychischer Leistungen, die auf unseren höheren Schulen besonders begünstigt werden und hier die wesentliche Grundlage von Erfolgen bilden. Der Versuch, für alle Berufe, Lebensalter usw. gewissermaßen Tabellen des zu fordernden speziellen Minimalwissens aufzustellen, erscheint mir praktisch aussichtslos, gerade im Hinblick auf noch zu besprechende einschlägige Erfahrungen auf beschränktem Gebiete; man müßte also im Einzelfalle immer wieder auf das Urteil der Be-

rufsgenossen usw. rekurrieren und käme so auf einem Umwege doch zu einer Grundlage der Beurteilung, der Verwertung der Vorgeschichte des zu Beurteilenden, die weiterhin zu besprechen sein wird.

Man hat nun im Gegensatz zu diesen früher meist angewandten Untersuchungsmethoden andere auszubilden versucht, die in möglichster Unabhängigkeit vom *Wissen* die einzelnen *psychischen Funktionen*, wie sie sich nach psychologischer Betrachtung ergaben, zu prüfen geeignet sein sollten. Am konsequentesten hat wohl *Ziehen* die Methodik der Intelligenzprüfung auf dieser Grundlage auszugestalten versucht. Es ist klar, daß in der Gestaltung und Bewertung der einzelnen Methoden sich die psychologischen Grundanschauungen der Autoren widerspiegeln müssen. Die Zahl der mehr oder weniger subtil ausgearbeiteten Methoden ist sehr groß. Man kann ohne wesentliche Übertreibung sagen, daß gelegentlich *alle* Methoden, die zu experimentell psychologischen Zwecken ausgebildet waren, gelegentlich auch zu Zwecken der Intelligenz- resp. Demenzprüfung Dienst tun sollten (*Stern*): Messungen von Reaktionszeiten, Bestimmungen von *Unterschiedsschwellen*, mit besonderer Vorliebe *Assoziationsversuche* u. ä.; daneben wurden spezielle Aufgaben gestellt: die Angabe von Unterschieden zwischen zwei Begriffen, *Definitionen* (*Wernicke*), *rückläufige Assoziationen* (*Ziehen*), angewandte *Rechenaufgaben*, *Bildung von Sätzen* aus einigen vorgelegten Worten (*Masselon*). Zeitweise sollte die *Aufmerksamkeit* ein Maß der Intelligenz darstellen, die man bald mit dem Ästhesiometer prüfte, bald nach *Bourdon*, indem man in vorgelegten Texten z. B. alle „n“ austreichen ließ; eine besonders ansprechende, viel angewandte Methode, die einen sehr integrierenden Teil der Intelligenz, die „*Kombinationsfähigkeit*“ zu prüfen bestimmt war, hat *Ebbinghaus* vorgeschlagen: er stellte die Aufgabe, in fortlaufenden Texten absichtlich ausgelassene Silben zu ergänzen. Auch eine von mir ursprünglich zu ganz anderen Zwecken angegebene Bildchenmethode (den zu Prüfenden werden Serien von Bildern vorgelegt, die von Blatt zu Blatt deutlicher den gleichen Gegenstand darstellen) wurde gelegentlich bei der Intelligenzprüfung verwertet. Mit mannigfachen Modifikationen wurde das Verhalten gegenüber Bildern überhaupt geprüft, am systematischsten im Sinne der von *Stern* eingeführten Aussageforschung. Man hat weiterhin die Fähigkeit zur Wiedergabe von Erzählungen, zur Auffassung von Witzen, bis zum Verhalten gegenüber Vexierfragen bei der Intelligenzprüfung verwertet. *Jaspers* hat sich der Mühe unterzogen, die einschlägigen Mitteilungen und ihre Resultate zu sammeln. Die Ergebnisse sind nicht sehr reichlich, und man wird *Stern* zustimmen können, wenn er meint, daß mit den Experimentaluntersuchungen trotz mancher interessanter Ergebnisse „viel Kraft ziemlich un-

nütz vertan“ ist, und in einem Teil der Untersuchungen geradezu ein „blindes Herumtappen“ sieht.

Die Gründe liegen auf der Hand; zunächst wird man bei sehr vielen der vorgeschlagenen Methoden, die doch gegenüber der landläufigen und laienmäßigen Schätzung gerade den Vorzug der Exaktheit haben sollen, zweifeln müssen, was sie eigentlich prüfen, von *welchen* „Fähigkeiten“ der gute Ausfall abhängt, welchen Defekten der ungenügende zur Last zu legen ist. Für so komplizierte Aufgaben, wie etwa das Wiedergeben von Erzählungen, die Witzmethoden u. ä. ist das ohne weiteres deutlich. Aber auch die speziell zur Prüfung bestimmter Funktionen ausgedachten sind in ihrem Ausfall zumeist von der Intaktheit anderer Funktionen in viel höherem Maße abhängig, als aus der Darstellung der Resultate vielfach abzuleiten ist; um nur eines herauszugreifen: Der Ausfall fast aller Prüfungen ist zum mindesten mit abhängig von dem schwer zu definierenden, noch schwerer zu erklärenden aber darum doch nicht zu vernachlässigenden Faktor der *Aufmerksamkeit*; auch angenommen, daß derselbe beim *Normalversuch* im Laboratorium vor allem bei gebildeten und am Ausfall des Versuches interessierten Versuchspersonen als konstant resp. maximal angenommen werden darf — wo es sich um Prüfungen an ungebildeten, uninteressierten und vor allem abnormen Individuen handelt, können allein schon Schwankungen dieses *einen* Faktors die Resultate verschlechtern und evtl. die Schlüsse fälschen.

Die Methoden erfüllen aber auch keineswegs die grundsätzliche Forderung, im vorhin umschriebenen Sinne, die Funktionen unabhängig vom erworbenen Material zu prüfen: Abgesehen von allem sonstigen geistigen Erwerb und Besitz als Voraussetzung eines befriedigenden Ausfalles verlangen die allermeisten Prüfungen die Verfügung über ein Maß *sprachlicher Gewandtheit*, das die meisten Prüflinge nicht erworben haben, weil es ihnen an der Gelegenheit oder an der Notwendigkeit der Erwerbung gefehlt hat; gerade in der Überschätzung dieses einen Faktors sowohl in positiver Richtung für die Schätzung der Leistungsfähigkeit als auch in negativer für die Annahme eines Defektes dokumentiert sich in besonders krasser Weise die oben erwähnte einseitige „Einstellung“, die unser Schulbetrieb zur Folge hat.

Die Methoden scheinen aber weiterhin noch aus einem anderen Grunde wenig geeignet, wirklich ein Maß der Intelligenz resp. des Defektes zu liefern. Selbst angenommen, daß sie wirklich, was noch zu besprechen sein wird, einzeln oder kombiniert als Ausdruck oder Index dafür brauchbar wären, eignen sich die allermeisten nicht für eine *quantitative Bewertung*: Allerdings lassen sich die Resultate unter den mannigfachsten Gesichtspunkten rechnerisch verwerten; bei der Würdigung der so gewonnenen

Zahlen sollte aber die Frage nicht versäumt werden, ob ihre *Gewinnung* mit derselben Exaktheit geschehen ist und geschehen konnte wie die *Verrechnung* und welcher der Gesichtspunkte, unter denen die Berechnung geschehen kann und die evtl. zu gerade konträren Resultaten führen können, zuletzt als maßgebend erachtet werden soll; es genüge an das Beispiel der Assoziationsversuche zu erinnern, deren Ergebnisse sich unter den verschiedensten Gesichtspunkten verrechnen lassen und tatsächlich auch verrechnet worden sind: Art der Assoziationen (wieder mit den verschiedensten Einteilungsprinzipien), grammatikale Form, Neigung zum wiederholten Gebrauch dergleichen Reaktionsworte, Fehlreaktionen, Assoziationszeiten — ohne, daß es zu einer Einigung darüber gekommen wäre, was als maßgebend für die Beurteilung zu gelten hat, und ohne daß jeder Autor, der *eine* Seite als wesentlich ansah, darum jedesmal auch die anderen gewürdigt hätte.

Damit hängt es wohl auch in erster Linie zusammen, daß es an einer Grundlage der Beurteilung fehlt und fehlen muß, von der aus angeblich messend vorgehende Methoden erst mit Erfolg anzuwenden wären, an *Standardwerten*, in denen, um nur bei der Demenzprüfung zu bleiben, wenigstens die normalerweise zu erwartenden und demnach auch zu fordernden Mindestleistungen ausgedrückt wären. Wo immer man für einzelne Prüfungen derartige Werte festzustellen versucht, ergibt sich u. a. eine nicht zu eliminierende Schwierigkeit: Macht man die Anforderungen *sehr* gering, dann wird auch ein Teil der Demenzen ihnen zu genügen imstande sein, macht man sie höher, dann wird man auch bei Normalen noch auf „Versager“ gefaßt sein müssen. Immer bleibt ein breites Zwischengebiet, innerhalb dessen doch wieder die subjektive Schätzung in ihr Recht tritt. Nicht zu bestreiten ist, daß auch mit derartigen Methoden arbeitende Untersucher und desto mehr, je mehr sie sich mit einer derselben speziell vertraut gemacht haben, zu brauchbaren Resultaten gekommen sind und immer wieder kommen werden, diese Resultate sind aber nicht spezifische Ergebnisse der Methoden und sie dürfen, auch wo sie zahlenmäßig formuliert sind, *nicht* den Anspruch zahlenmäßiger Exaktheit erheben.

Geradezu wie eine Reaktion auf die im vorigen skizzierten Richtungen mutet nun eine Methode an, die erst jüngeren Datums, nach einer kurzen Latenzperiode neuerdings Psychologen, Pädagogen und Psychiater gleich lebhaft beschäftigt, die „*Testmethode*“ von *Binet-Simon*.

Binet, dem wohl das Hauptverdienst an der Gestaltung der Methode zukommt, ging, vor die praktische Aufgabe von Intelligenzprüfungen in großem Maße gestellt, von dem Grundsatz aus, daß erstens *eine* oder einige wenige Leistungen nicht den Maßstab der Intelligenz abgeben

dürfen, und daß zum zweiten der Anwendung jeder Methode die Feststellung gewisser Standardwerte vorherzugehen habe. So entstanden die Testserien, wie sie allerdings nur für das Kindesalter von *Binet* ausgebildet, seitdem (in Deutschland namentlich von *Bobertag*) mannigfach modifiziert wurden. Für jedes Alter sind eine Reihe zunächst recht heterogen aussehender Aufgaben festgestellt, deren Lösung erfahrungsgemäß in diesem Alter erwartet werden darf. Dabei wird natürlich mit der Möglichkeit individueller Schwankungen und namentlich von Kompensationen (etwa durch Lösung von Tests, die erst einem späteren Alter zugehören) gerechnet; auf die Details der Berechnungen ist hier nicht einzugehen. Die Methode ist vielfach und, was hier speziell interessiert, gerade auch von psychiatrischer Seite zur Prüfung auf Schwachsinn verwendet worden, im allgemeinen zur Befriedigung der Autoren; man wird auch durchaus anzuerkennen haben, daß sie eine ausgezeichnete Handhabung gibt, wenn es gilt, rasch festzustellen, ob ein Kind in seinen *Leistungen* etwa hinter seinen Altersgenossen zurückbleibt; gleichwohl lassen sich gewisse kritische Einwände *nicht* unterdrücken. Trotzdem die Methode berechtigterweise und mit Absicht so viel als möglich vermeidet, das *schulmäßig* Erlernte in den Kreis der Prüfung zu ziehen, wird doch die eingangs formulierte Forderung, daß die *Funktion* unabhängig vom *Erwerb* geprüft werden solle, von einem großen Teil der Tests *nicht* erfüllt; schon der erste *Binetsche* Test für die unterste Stufe (des dreijährigen Kindes) beweist dies; die da gestellte Aufgabe: Mund, Auge, Nase zu zeigen, wird allerdings von einem erheblich schwachsinnigen Kinde in diesem Alter *nicht* gelöst werden; ob sie aber tatsächlich gelöst wird, wird davon abhängen, ob jemand sich der Mühe unterzogen hat, dem Kinde gerade diese „Leistung“ beizubringen; daß *Binet-Simon* die Aufgabe aufgenommen haben, läßt bei der Sorgfalt, mit der die Auswahl erfolgt ist, allerdings den Schluß zu, daß damit im allgemeinen gerechnet werden darf; diese Majoritätserfahrung schließt aber die Möglichkeit von Ausnahmen nicht aus, und sie kann vor allem den theoretischen Einwand *nicht* entkräften, der gegenüber einer großen Reihe der Testfragen zu erheben wäre; tatsächlich ist auch der Methode von psychologischer Seite der Vorwurf gemacht worden, daß auch sie eine *Kenntnisprüfung*, keine *Intelligenzprüfung* darstelle; trifft dieser Vorwurf zu, dann würde eine zahlenmäßige Bewertung auf Grund ihrer Ergebnisse prinzipiell nicht anders aufzufassen sein, als die übliche Placierung der Kinder auf Grund ihrer Schulleistungen. Für den Psychiater erhöhe sich dann jeweils wieder die Frage, ob er mittels der Methode gefundene Defekte ohne weiteres als Ausdruck einer Intelligenzschwäche betrachten darf, oder ob er ebenso wie gegenüber mangelhaften Schulleistungen erst den *Grund des ent-*

standenen Defizits zu suchen hat. Jedenfalls sind die Testaufgaben trotz aller Bemühungen und Modifikationen in dieser Beziehung nicht gleichwertig und dadurch wird zweifellos die *rechnerische Verwertbarkeit der Resultate* beeinträchtigt; ganz besonders unter Berücksichtigung der oben schon erwähnten „Kompensationen“. Zum mindesten wird man sich vor einer Überschätzung der in den Ziffern scheinbar sich offenbarenden Exaktheit zu hüten haben. Auch die *Einzelresultate* sind übrigens nicht so ohne weiteres ziffernmäßig zu werten, wie es im Interesse einwandfreier rechnerischer Verwertung erwünscht wäre; bei einigen Aufgaben ist es allerdings leicht, richtige und falsche Lösungen zu scheiden (auch dann wäre übrigens noch auf den Unterschied zwischen „ausbleibenden“ und falschen Resultaten und manche andere Details zu achten, die sich einer zahlenmäßigen Darstellung entziehen, für die Beurteilung des geistigen Habitus der Untersuchten darum aber nicht minder wertvoll sein mögen); bei anderen Aufgaben aber: Definitionen, Erklärung vorgelegter Bilder, Angabe von Unterschieden, den Antworten auf die sog. Verstandesfragen müssen sich Abstufungen der Leistungen ergeben, deren Vernachlässigung in der Verrechnung die Resultate objektiv unrichtig werden lassen muß, deren Berücksichtigung (etwa durch Einführung von Zensuren), notwendigerweise ein Element subjektiver Willkür in die Bewertung einführen würde; wenn auch jeder einzelne Untersucher sich zum eigenen Gebrauche für diese Schätzung einen einigermaßen verlässlichen Maßstab angewöhnen mag, so würde sie damit eben doch ihren angeblichen Hauptvorteil einbüßen: An die Stelle allgemein vergleichbarer, bis zu einem gewissen Grade *objektiver Werte* würde wieder die *subjektive Schätzung* treten. Jedenfalls ist die Anwendung der Methode keineswegs so einfach, wie sie grundsätzlich erscheinen mag und — manchen offenbar erschienen ist. Man kann es verstehen, wenn *Jaspers* der Einführung der Testmethoden von vornherein „recht skeptisch gegenüberstehen“ zu müssen glaubte, und man wird begreifen, wie *Bobertag*, der der Methode an sich sympathisch gegenübersteht und sich um ihre Vertiefung bemüht, ein Referat über eine Flut einschlägiger Arbeiten, die in der Mehrzahl „auf einem ziemlich niedrigen Niveau“ stehen, mit dem resignierten Satze schließt: Die „mental tests“ haben bereits einmal sozusagen Bankrott gemacht; es scheint, daß ihnen dieses Schicksal noch ein zweites Mal bereitet werden soll.

Auch angenommen, daß es gelingt, durch die Gestaltung der Tests und ihrer Anordnung, die, wie das Obige lehrt, nicht nur theoretischen Bedenken zu zerstreuen, wäre ihre Anwendung zunächst auf das *jugendliche* Alter (13, höchstens 15 Jahre) beschränkt; unter Berücksichtigung der eben erörterten Schwierigkeiten wird man die Hoffnung, auch für den *Erwachsenen* zu be-

friedigenden Resultaten zu gelangen, nicht allzu hoch zu schrauben geneigt sein; darauf mußte oben schon hingewiesen werden.

(Schluß folgt.)

Die Faraday-Society und ihre Bestrebungen.

Von Prof. Dr. H. Großmann, Berlin.

Das stetig zunehmende Interesse an der Verbreitung chemischer Kenntnisse in allen Kulturländern hat schon frühzeitig zu der Bildung von Gesellschaften geführt, deren hauptsächlichster Zweck die Förderung dieser Kenntnisse durch Vorträge und wissenschaftliche Publikationen ist. England, Frankreich, Deutschland und die Vereinigten Staaten stehen auch auf diesem Gebiet weitaus an der Spitze, und die Veröffentlichungen der Chemical Society of London (1841), der Société Chimique de France (1864), der Deutschen Chemischen Gesellschaft (1867) und der American Chemical Society (1879) enthalten wohl die wichtigsten Ergebnisse der chemisch-wissenschaftlichen Forschung in den letzten 50 Jahren.

Die Entwicklung der physikalischen Chemie und der Elektrochemie seit dem Jahre 1887 aber, wo das erste Heft der Zeitschrift für physikalische Chemie erschien, führte zuerst in Deutschland zu einer Sezession der physikalischen Chemiker, von denen ein Teil sich bereits im Jahre 1894 zu der Deutschen Bunsengesellschaft für angewandte und physikalische Chemie zusammenschloß, ohne dabei natürlich den Zusammenhang mit der Deutschen Chemischen Gesellschaft völlig aufzugeben. Das Organ dieser Vereinigung ist die „Zeitschrift für Elektrochemie“, und die Tätigkeit der Bunsengesellschaft, in welcher ebenfalls die Vertreter der reinen Wissenschaft die der Praktiker an Zahl erheblich übertreffen, besteht fernerhin noch in der jährlichen Veranstaltung einer dreitägigen Hauptversammlung, auf der, abgesehen von einigen zusammenfassenden Vorträgen über ein allgemein interessantes Hauptthema, in zahlreichen Einzelvorträgen über neuere Ergebnisse einzelner Forscher berichtet wird. Die Tagungen der Bunsengesellschaft stehen in wissenschaftlicher Hinsicht ohne Zweifel auf einem sehr hohen Niveau, doch erscheint die Organisation dieses Kongresses der physikalischen Chemiker Deutschlands insofern nicht sehr glücklich, als die Tagesordnung mit ihren überaus zahlreichen Vorträgen über ganz heterogene Gebiete der allgemeinen Chemie an die geistige Aufnahmefähigkeit der Hörer meist allzu große Anforderungen stellt.

Im Gegensatz zu diesen Versammlungen bevorzugt man in England ein weit rationelleres System, dessen Zweckmäßigkeit der Verfasser dieser Zeilen bei einer Tagung der Faraday-Society im

März 1914 als Gast der Gesellschaft kennen und schätzen lernte. Da diese englische Vereinigung der physikalischen Chemiker, welche in ihren Zielen der deutschen Bunsengesellschaft im wesentlichen entspricht, in Deutschland bisher nur sehr wenig bekannt ist¹⁾, so sei im folgenden einiges über ihre Begründung und ihre wissenschaftlich sehr bedeutungsvolle Tätigkeit mitgeteilt.

Trotzdem auch in England das Studium der physikalischen Chemie und der Elektrochemie frühzeitig Eingang gefunden hat, und obwohl zahlreiche Zweige der elektrochemischen Industrie, wie die Herstellung elektrolytischer Ätzalkali- und Bleichlaugen, die elektrolytische Abscheidung und Reinigung des Kupfers, die Gewinnung des Aluminiums, des Elektrostahls, die Fabrikation von Akkumulatoren u. ä. in England frühzeitig zu großer Bedeutung entwickelt worden sind, hat es doch recht lange gedauert, bis sich eine wissenschaftliche Gesellschaft zur Förderung dieses wichtigen Zweiges bilden konnte.

Auf Veranlassung des praktischen Elektrochemikers *Sherard Cowper-Coles* wurde im Jahre 1902 der Plan zur Begründung einer Gesellschaft der englischen Elektrochemiker gefaßt, und im folgenden Jahre kam es zur Gründung der Faraday-Society, als deren Ziel die Förderung der Studien auf dem Gebiet der Elektrochemie, Elektrometallurgie, physikalischen Chemie, Metallographie u. ä. in den Gründungsstatuten angegeben wurde. Die Veröffentlichungen der Gesellschaft geschahen zuerst monatlich in der Zeitschrift *The Electrochemist and Metallurgist*; seit 1905 aber gibt die Gesellschaft besondere *Transactions* und monatlich erscheinende *Proceedings* heraus, in denen Vorträge und Abhandlungen zur Veröffentlichung gelangen. Im allgemeinen findet in der Zeit von November bis Juni monatlich in London eine Versammlung statt, wobei zur Förderung einer lebendigen Diskussion *alle Veröffentlichungen vorher gedruckt werden und zur Versendung an die Mitglieder gelangen, so daß bei der Tagung selbst nur ein kurzer Auszug zum Vortrag gelangt*²⁾. Auch steht es jedem Mitglied frei, seine Bemerkungen zu dem Vortrag entweder mündlich vorzubringen oder schriftlich einzusenden, so daß in der Sitzung davon Kenntnis genommen werden kann. Auch spätere Bemerkungen können in den Verhandlungen zum Abdruck gelangen. Auf diese Weise wird unter allen Umständen vermieden, daß, wie es in Deutschland leider fast allgemein der Fall ist, die Hörer gänzlich unvorbereitet vor neue Tatsachen und Theorien gestellt werden und eine fruchtbare Diskussion dadurch fast unmöglich gemacht wird.

¹⁾ Es werden sogar nicht einmal die in den *Transactions* niedergelegten Arbeiten regelmäßig im Chemischen Zentralblatt referiert, so daß die große Menge der Chemiker davon nichts erfährt.

²⁾ Vergleiche auch *H. Großmann*, Das Problem internationaler Kongresse auf dem Gebiete der Naturwissenschaften im Heft 32 (1913) der *Naturwissenschaften*, S. 771—773.

Besonders sorgfältig vorbereitet werden aber sog. allgemeine Diskussionen über Themen von allgemeinem Interesse, für die nur ein Verhandlungstag freisteht. Hierbei wird die Diskussion stets mit dem Vortrag eines Fachgenossen eröffnet, der auf dem betreffenden Spezialgebiet sich besondere Verdienste erworben hat, und auch hier bemüht man sich in geradezu vorbildlicher Weise, durch Heranziehung einheimischer und auswärtiger Gelehrter die Diskussion zu einem die Wissenschaft besonders fördernden Ergebnis zu bringen. An diesen allgemeinen Diskussionen haben sich auch vielfach auf Einladung der Gesellschaft Gelehrte aller Länder mündlich oder schriftlich beteiligt, und es bedarf wohl keiner besonderen Hervorhebung, daß dieses Bestreben, international zu wirken, ganz besonders zu begrüßen ist. Allerdings ist die Verhandlungssprache bei diesen Versammlungen stets die englische, aber es ist niemand gezwungen, seinen Vortrag oder seine Bemerkungen in englischer Sprache einzusenden, da die Übersetzung dieser Beiträge in London besorgt wird. Seit dem Jahre 1907 haben folgende allgemeine Diskussionen stattgefunden:

Januar 1907 über osmotischen Druck,
Juni 1907 über Hydrate in Lösung,
April 1910 über die Konstitution des Wassers,
Oktober 1911 über die Elektrometallurgie des Eisens und des Stahls,
April 1912 über die magnetischen Eigenschaften der Legierungen,
März 1913 über Kolloide und ihre Viskosität,
April 1913 über das Rosten des Eisens und des Stahls,
Oktober 1913 über die Passivität von Metallen,
März 1914 über das optische Drehungsvermögen.

Im Jahre 1914 sollen noch weitere allgemeine Diskussionen über die Härtung von Ölen und Fetten, über die physikalische Chemie der photographischen Platte folgen, und im Jahre 1915 ist eine Diskussion über die physikalische Chemie von Seifenlösungen vorgesehen. Außerdem finden in der Faraday-Gesellschaft auch zusammenfassende Einzelvorträge besonders hervorragender Chemiker statt, und in diesem Jahre steht der Vortrag von Prof. Alfred Werner aus Zürich über die optisch aktiven Metallverbindungen in Aussicht.

Die Faraday-Society steht übrigens mit der American Electrochemical Society in Beziehung, insofern als die Verhandlungen der letztgenannten Gesellschaft den Mitgliedern der Faraday-Society kostenlos zugehen. Auf diese Weise findet ein wechselseitiger Austausch zwischen den Veröffentlichungen der englischen und der amerikanischen Gesellschaft statt, der durch die gleiche Sprache allerdings besonders erleichtert wird. Der Mit-

gliedsbeitrag erscheint für deutsche Verhältnisse etwas hoch, da er 2 £ pro Jahr beträgt, wozu noch für die meisten Mitglieder ein Aufnahmebeitrag von 1 £ kommt, von dem nur die Mitglieder der Chemical Society, des Institute of Metals, Institute of Electrical Engineers, des Iron and Steel-Institute und der Physical Society befreit sind. In Deutschland ist die Zahl der Mitglieder der Faraday-Society begreiflicherweise bisher ziemlich gering, aber das Prinzip, welches die Gesellschaft bei ihren Vorträgen und Publikationen befolgt, sollte auch in Deutschland Beachtung und Nachahmung finden, da es ein geradezu mustergültiges System für die Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse darstellt.

Zuschriften an die Herausgeber.

Über ein neues langlebiges Glied der Wismutplejade.

Durch die Untersuchungen von Richards und Lom-
bert, Hönigsmid und Horovitz und Maurice Curie
ist es bewiesen, daß entsprechend den Folgerungen von
Fajans und von Soddy das Blei aus Uranmineralien
mit dem gewöhnlichen Blei nicht identisch, sondern
isotopisch ist. Die Verschiedenheit der Atomgewichte
dieser zwei Bleisorten fordert einen Unterschied in der
Lebensdauer, woraus sich mit großer Wahrscheinlichkeit
ergibt, daß das Radiumblei (Ra G) einer weiteren
Umwandlung unterliegt. Mehrere Gründe sprechen dafür,
daß es sich dabei wohl um eine β -Umwandlung
handelt, deren Produkt (Ra II) also ein Glied der Wismut-
plejade mit dem Atomgewicht ca. 206 sein muß.
Das ständige Vorkommen von Wismut in Uranmineralien
stützt diese Ansicht aufs beste. Nun wird aus
dem oben für Blei angeführten Grunde dieses Isotop
des Wismuts kein vollkommen stabiles Element sein.
Wäre es ein β -Strahler, so müßte sein Umwandlungs-
produkt in die Poloniumplejade gehören, ein entsprechen-
des Element scheint indessen in Uranmineralien
nicht vorzukommen. Handelt es sich indessen beim
Ra H um eine α -Strahlenumwandlung, so muß sein Um-
wandlungsprodukt isotopisch mit Thallium sein, dessen
Vorhandensein in der Pechblende in der Tat spektro-
skopisch nachgewiesen wurde. Die Richtigkeit dieser
Überlegungen suchten wir durch die Untersuchung zu
prüfen, ob das Wismut der Pechblende α -Strahlen auf-
weist, und es ist uns gelungen, dieselben zu finden.

Als Ausgangsmaterial für die entsprechenden Ver-
suche diente uns ein Metallschlamm, der aus mehrere
Jahre alten Rückständen der Radiumgewinnung (Joachimsthaler Pechblende) abgeschieden wurde. Durch
eine große Reihe von chemischen Operationen isolierten
wir daraus das in einer Menge von ca. 1 % vorhandene
Wismut. Sein Oxyd zeigte eine α -Strahlenaktivität,
die mehrere mal größer als die des gleichen Ge-
wichtes von Uranoxyd ist. Während einer Woche
konnten wir keine Abnahme der Aktivität bemerken.
Es war nun zu entscheiden, ob diese Aktivität dem
Wismut zukommt oder einer Beimengung eines der be-
kannten Radioelemente zuzuschreiben ist. Als ein sol-
ches kam nur das Polonium in Betracht, das bekannt-
lich dem Wismut chemisch nahe steht. In diesem Falle
müßte sich aber die Aktivität mit Hilfe der von March-

wald angegebenen Methode — der Ausfällung des Poloniums durch Zinnchlorür zusammen mit met. Tellur — von Wismut abtrennen lassen. Entsprechende Versuche ergaben aber ein negatives Resultat: die Aktivität blieb beim Wismut. Auch durch andere Operationen, u. a. durch fraktionierte Fällung des Oxynitrates, gelang es nicht, die Aktivität von Wismut zu trennen oder anzureichern, woraus sich ergibt, daß die Aktivität von einem Glied der Wismutplejade herrühren muß, und zwar von einem neuen, da die bekannten kurzlebig sind.

Die Untersuchung der Absorption der Strahlung bestätigte diesen Schluß vollkommen. Das Wismutpräparat emittiert α -Strahlen, deren Reichweite in vorläufigen Versuchen ungefähr zu 3,0 cm sich ergab. Sollte das neue Element der Uran-Radiumreihe gehören, so würde sich daraus und der Geigerschen Beziehung eine Halbwertszeit von ca. 10^5 bis 10^6 Jahren ergeben. Auf Grund der angegebenen Aktivität des Präparates läßt sich folgendes über die Halbwertszeit sagen: Berücksichtigt man die Möglichkeit, daß unser Präparat eine Beimengung von gewöhnlichem Wismut enthält, so ergibt sich für die Halbwertszeit des neuen Elementes als obere Grenze etwa 10^8 Jahre.

Es entsteht nun die Frage, ob das von uns untersuchte Präparat reines aktives Wismut ist oder eine beträchtliche Beimengung von gewöhnlichem Wismut enthält. Durch eine nähere Untersuchung der Aktivität von Wismut aus verschiedenen Uranmineralien hoffen wir diese Frage bald beantworten zu können. Es wird sich dann beurteilen lassen, ob eine Atomgewichtsbestimmung an diesem Wismut Aussicht bietet, einen Unterschied gegen das gewöhnliche Wismut zu erhalten.

Es sei betont, daß das bisher vorliegende Material nicht genügt, um als Beweis der am Eingange gegebenen Überlegungen zu dienen¹⁾. Wir fassen deshalb unsere experimentellen Resultate in dem Satz zusammen, daß im Wismut aus Joachimsthaler Pechblende ein neues α -Strahlen emittierendes Glied der Wismutplejade gefunden wurde.

Karlsruhe i. B., Institut für physikalische Chemie,
27. Juni 1914.

Kasimir Fajans,
Helene Towara.

Besprechungen.

Kapitän Scott, Letzte Fahrt. 2 Bde. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1913. X, 360 und VIII, 384 S. mit zahlreichen Abbildungen und Tafeln. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 20,—.

Wie allgemein bekannt, begann um die verflossene Jahrhundertwende eine neue, außerordentlich erfolgreiche Epoche antarktischer Forschung. An diesem erfreulichen Wettstreit beteiligten sich fast alle größeren europäischen Kulturnationen auf Grund eines international festgesetzten Planes. England fiel dabei die Erforschung des sogen. Victoria-Quadranten um das Königin-Victoria-Land (im Süden von Australien und Neuseeland) zu. In den Jahren 1901—1904 war dort die *National-Antarctic-Expedition* unter Kapitän Scotts Führung mit gutem Erfolg tätig (zu derselben Zeit, als v. Drygalski mit der „Gauß“ im Enderby-Quadranten innerhalb der internationalen

Kooperation für Deutschland erfolgreich tätig war). Im Jahre 1907—1909 folgte die denkwürdige Expedition des derzeitigen Begleiters des Kapitän Scott, E. H. Shackleton, welcher am 9. I. 1909 88° 23' (also nur 180½ km Entfernung bis zum Südpol!) erreichte und als erster feststellte, daß die Umgebung des Südpols ein über 2500 m hohes vereistes Plateau darstelle. Es gelang Shackleton auf dieser Reise auch die randlich bereits bekannte gebirgige Küstenzone des antarktischen Kontinentes zu übersteigen und damit den Weg zu ebnen für die Erfolge der gleich nach seiner Rückkehr begonnenen zweiten englischen Expedition unter Kapitän Scott (in den Jahren 1910—1913). Über diese dritte große englische Unternehmung im Bereich des Victoria-Quadranten der Antarktis berichtet das vorliegende Werk.

Bd. I desselben gibt einen Abdruck von R. J. Scotts während der Expedition bis zum letzten Augenblick seines tragischen Unterganges geführten Tagebücher. Wir erfahren daraus, daß das Expeditionsschiff *Terra nova* am 1. Juli 1910 London verließ, um am 29. November mit Proviant für drei Jahre, mit 19 sibirischen Ponys, 34 Hunden und drei Motorschlitten von Neuseeland aus gen Süden zu fahren. Nach einer unheilvollen Seefahrt, bei welcher infolge Versagens der Pumpen das schwer belastete Expeditionsschiff in größte Gefahr gebracht worden war, gelang es, am 4. Januar 1911 auf der von dem tätigen Vulkan des Mount Erebus (4070 m) überragten Roßinsel am Kap Evans einen geeigneten Platz für das Winterquartier zu finden und zu landen. Nach Errichtung des Winterhauses (vgl. dessen Plan auf S. 55) wurde noch in demselben Monat, Ende Januar 1911, ein erster Vorstoß nach Süden gemacht, um Vorräte an Nahrungsmitteln und Brennmaterial für die spätere Polwanderung niederzulegen. Das größte Depot, das eine Tonne Vorräte enthielt, gelang es, auf der Roßeisbarriere bis rund 79½° südl. Breite vorzuschieben.

In der Zwischenzeit hatte die *Terra nova* am Rande der großen Eisbarriere gen Osten segelnd das König-Eduard-VII.-Land angelaufen, um dort eine Nebenstation zur Erforschung dieses östlichen Landes zu errichten. Da man dort aber in der Walfischbucht bereits die Winterstation des Norwegers Amundsen vorfand, welche derselbe hier im Januar 1911 errichtet hatte, ließ sich der Führer dieser Ost-Abteilung, V. Campbell, mit seinen 5 Begleitern von der Terra nova wieder zurückbringen und weit nördlich der Hauptstation, am Kap Adare, an Land setzen. Die Erlebnisse dieser nunmehrigen Nord-Abteilung mit ihren geradezu unmenschlichen Entbehrungen schildert der Führer Campbell im 2. Bd. auf den Seiten 185—270 in schlichter und erschütternder Weise.

Unterdessen hatte auf der Hauptstation auf der Roßinsel die Überwinterung begonnen, während welcher in stiller, relativ behaglicher Arbeit die Vorbereitungen für die Unternehmungen des kommenden Sommers und vor allem für den großen geplanten Vorstoß zum Südpol getroffen wurden. Bd. I, Kap. 10—24, gibt über alles dieses nähere Auskunft.

Am 1. November 1911 begann der Aufbruch der von Scott geführten Pol-Abteilung, anfangs unter mancherlei Mißgeschick mit Ponys und Motorschlitten, welche sich beide verhältnismäßig schlecht bewährt zu haben scheinen. Am sogen. Schlachthauslager des 9. Dezember 1911 mußten sämtliche, vollkommen erschöpften Ponys erschossen werden. Sie hatten immerhin die Expedition über die Roßeisbarriere bis an den Fuß der Gebirgskette gebracht. Hier am Ende des Beard-

¹⁾ Diese wurden von dem einen von uns bei der Einreihung der Radioelemente in das periodische System vor anderthalb Jahren entwickelt.

more-Gletschers begann nun der Aufstieg über die vereisten Randgebirge. Am 22. Dezember wurde das sogen. obere Gletscherdepot in 2170 m errichtet. Hier wurde die Expedition durch *Scott* in zwei Teile geteilt. *Atkinson*, *Right*, *Cherry-Gorrand* und *Kreohane* kehrten auf direktem Wege zur Winterstation zurück und erreichten dieselbe noch früh genug, um der Terra nova vor ihrer Abreise nach Neuseeland die letzten Nachrichten von der Südpolabteilung zu überbringen. Die eigentliche Polabteilung war damit auf zwei Schlitten reduziert. Den ersten Schlitten führte *Scott* und zu seiner Abteilung gehörten Dr. E. A. Wilson (Zoologe; Chef des wissenschaftlichen Stabes), der Dragoner-Rittmeister *Oates* und der Deckoffizier *Edg. Evans*. Die Mannschaft des zweiten Schlittens bestand aus Leutnant *Edw. Evans*, Leutnant *Bowers*, Deckoffizier *Crean* und Oberheizer *Lashly*. Am 4. Januar 1912 mußte auch diese zweite Abteilung auf Wunsch *Scotts* zurück (nur 280 km vom Ziel) mit Ausnahme von *Bowers*, welcher der ersten Abteilung *Scotts* zugeteilt wurde. Die endgültige Polabteilung bestand also aus 5 Mann und erreichte in nahezu 3000 m Höhe am 18. Januar 1912 den Südpol, freilich mit der niederschmetternden Erfahrung, daß der Norweger *Amundsen*¹⁾ der erste am Pol gewesen und den Engländern zuvorgekommen war. Kapitel 35 gibt die kurze, aber erschütternde Darstellung des Eindrucks der Auffindung von *Amundsens* Zelt und damit die Erklärung für die seelische Depression, welche sich nunmehr für die ganze, durch Wetterunbill schwer gefährdete Rückwanderung der Polabteilung bemächtigt zu haben scheint.

Am 8. Februar 1912 hatte man auf diesem Rückweg glücklich den Rand des Polplateaus erreicht. Den gewaltigen Anstrengungen erlag aber als erster am 17. Februar Deckoffizier *Evans*. Durch freiwilligen Opfertod folgte ihm am 17. März im Toben eines antarktischen Orkans der schwerleidende Rittmeister *Oates* und die drei letzten Überlebenden, *Scott*, Dr. *Wilson* und *Bowers* erfroren Ende März, nachdem sie eine Woche lang einem wütenden antarktischen Orkan auf der Eisbarriere getrotzt hatten, in ihrem Zelt, nur 20 km entfernt von dem 1-Tonnen-Depot, welches ihnen Rettung hätte bringen können. Die ereignisreichen Abschiedsbriefe *Scotts* an seine und seiner Kameraden Hinterbliebenen und Freunde füllen das 42. Kapitel des ersten Bandes. In einer das 43. Kapitel füllenden Botschaft an die Öffentlichkeit hat der Sterbende in voller geistiger Klarheit und in heldenhafter Beherrschung der schaurigen Situation die Gründe des Fehlschlagens seiner Expedition erörtert. Er will sie nicht auf fehlerhafte Organisation, sondern auf Unglücksfälle zurückgeführt sehen. Als solche Gründe gibt er wörtlich an:

1. „Der Verlust der Ponys im März 1911 zwang mich, später aufzubrechen, als ich beabsichtigt hatte und die Menge des mitzunehmenden Proviantes einzuschränken.

2. Das schlechte Wetter auf dem ganzen Marsch zum Pol und besonders der langanhaltende Sturm auf dem 83. Grad hemmten uns.

3. Der weiche Schnee in den unteren Regionen des Beardmore-Gletschers verlangsamte ebenfalls das Marschtempo.“ Weiterhin schreibt er: „Und doch hätten wir alles trotz des entsetzlichen Wetters über-

standen, wenn sich nicht in unseren Depots ein mir unerklärlicher Fehlbetrag an Petroleum herausgestellt hätte.“

Die Erklärung dieses verhängnisvollen Fehlbetrages gibt im 2. Bd. *Ed. Atkinson* im 9. Kapitel der Schilderung der Auffindung der Verunglückten. Er sagt über die Ursache dieses Fehlbetrages (Bd. 2 S. 184), daß die Petroleumkannen in den Depots außergewöhnlicher Hitze und Kälte ausgesetzt waren (denn die Behälter wurden regelmäßig, der bequemen Zugänglichkeit wegen, oben auf den Schneehügeln untergebracht), und daß sich infolgedessen das Petroleum besonders leicht durch Verdampfung verflüchtigte und durch die Stöpsel entwich, auch ohne daß die Behälter irgendwie beschädigt waren. Es wurde dieser Prozeß noch dadurch sehr beschleunigt, daß die ledernen Dichtungsringe um die Stöpsel durch die Kälte verdorben waren.

Infolge dieses tragischen Mißgeschicks der Polabteilung und des Mißlingens eines sofortigen Rettungsversuches mußte von den Hinterbliebenen am Kap Evans auf der Roßinsel ein zweiter Winter zugebracht werden, und erst Ende Oktober 1912 konnte die erneute Suche beginnen. Am 12. November 1912 wurden auf 79° 50' die Leichen der drei Verunglückten gefunden und unter einem Eishügel gemeinsam bestattet. Bei den Toten fanden sich die bis zum letzten Augenblick geführten Tagebücher *Scotts*, welche über den schon erwähnten tragischen Verlauf der Expedition näheren Aufschluß geben (vgl. Bd. 2, S. 170—184).

Am 19. Januar 1913 verließ die mittlerweile zurückgekehrte Terra nova mit den an Bord genommenen überlebenden Mitgliedern der Expedition Kap Evans. Am 25. Januar wurde die Abteilung *Campbells* aus ihrer jammervollen Behausung an der Terra nova-Bucht befreit und am 10. Februar 1913 wurde die Südsinsel von Neuseeland angelaufen.

Dies ist der einfache Hergang der Tatsachen dieser ewig denkwürdigen Südpolarreise. Über die Einzelheiten der Hauptexpedition, wie der Erlebnisse der West- und Nordabteilung, der unglaublich kühnen Winterreise Dr. *Wilson*s nach Kap Crozier, der Besteigung des Mount Erebus während eines vulkanischen Ausbruches möge der Leser das Originalwerk selber vergleichen. Die wissenschaftlichen Resultate werden bei der ausgezeichneten Ausrüstung, bei der großen antarktischen Erfahrung der Teilnehmer und der sorgsamsten Art ihrer Beobachtung zweifellos hervorragende sein. Was bisher darüber in dem Schlußkapitel des zweiten Bandes auf den Seiten 317—374 mitgeteilt wird, bezieht sich auf

1. die Roßeisbarriere;

2. Physiographie, Glazialgeologie und geologische Geschichte des Süd-Victoria-Landes;

3. biologische, meteorologische und physikalische Studien an Bord des Expeditionsschiffes und auf den einzelnen Beobachtungsstationen.

Von ganz besonderer Schönheit und oft geradezu überwältigender Großartigkeit sind die dem Werke in reicher Zahl beigegebenen Landschaftsbilder, unter ihnen eine Reihe ausgezeichnete Aquarelle des mituntergegangenen Dr. *Wilson*. Von den beigegebenen Karten gibt die eine eine Übersichtskarte des gesamten Expeditionsgebietes in 1 : 7 500 000, die andere eine Spezialdarstellung des Forschungsgebietes der Westabteilung in 1 : 750 000.

Max Friederichsen, Greifswald.

¹⁾ Vgl. mein Referat über *Amundsen*, die Eroberung des Südpols, Die Naturwissenschaften, 1. Jahrg., Heft 8, S. 192—194.

Wolff, F. von, Der Vulkanismus. I. Band. Allgemeiner Teil. 2. Hälfte: Die vulkanischen Erscheinungen der Oberfläche. Lunarer und kosmischer Vulkanismus. Geschichte der Vulkanologie. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1914. XVI u. S. 301—711 und 141 Textabbildungen. Preis M. 13,40.

Den hochgespannten Erwartungen, welche die erste Hälfte des Bandes erweckt hat, ist auch diese zweite Hälfte gerecht geworden. Waren in dem ersten Halbbande die allgemeinen Betrachtungen über das Magma und seinen Gestaltungsvorgang, über die vulkanischen Erscheinungen in der Erdkruste und unter dem Meere gegeben worden, so wendet sich der vorliegende zweite Halbband in erster Linie den vulkanischen Erscheinungen zu, die sich an der festen Erdoberfläche in freier Atmosphäre abspielen und betrachtet zunächst die Beziehungen der Oberflächeneruptionen zu den vulkanischen Erscheinungen der Tiefe (Kap. VIII. S. 301 bis 343). Der Verfasser kommt dabei zu dem Schluß, daß die vulkanischen Essen sich an bestimmten Stellen nur vorübergehend öffnen und daß man deshalb auch erschöpfliche Magmaherde annehmen dürfe. Die Summe der vulkanischen Eruptionsercheinungen gruppiert er in die 3 Klassen der Areal-, Linear- und Zentraleruptionen, je nachdem die Magmaherde der Tiefe sich flächenhaft bis zur Oberfläche durchzusetzen vermochten, oder aber einen linienhaften oder punktförmigen Verbindungsweg benutzten. Im ersteren Fall, der freilich in der Gegenwart nicht mehr beobachtet worden ist und auch für die geologische Vergangenheit nicht mit voller Sicherheit nachgewiesen werden konnte, dürfte nur flüssiges Magma geliefert worden sein; im zweiten überwiegt dieses zumeist noch das geförderte Lockermaterial, im dritten Falle aber übertrifft die Menge des Lockermaterials gewöhnlich die der geförderten flüssigen Lava bedeutend. Bei den Areal- und den meisten Lineareruptionen werden daher ausgedehnte Lavaüberflutungen bewirkt, während die Zentraleruptionen neben negativen Bodenformen (Maaren) vorzugsweise Vulkanberge schaffen; v. Wolff nimmt dabei (S. 306) an, daß bei den Zentraleruptionen, bei denen die Förderung der juvenilen magmatischen Gase die Hauptsache sei, der Ausfuhrweg stets durch explosive Vorgänge geschaffen werde.

Areal-, Linear- und Zentraleruptionen bedeuten 3 verschiedene Intensitätsgrade; die letzteren als die schwächsten Äußerungen des Vulkanismus sind im Tertiär und in der Gegenwart am häufigsten aufgetreten.

Durch Betrachtung einer Reihe von Einzelfällen, wo vulkanische Gebilde der Erdoberfläche einer verschieden starken Abtragung unterworfen gewesen waren, gelang es v. Wolff die Beziehung der oberflächlichen Bauten zu den Intrusivkörpern klarzulegen und für einzelne Gebiete zu zeigen, daß spätere Intrusionen gern frühere Bahnen benutzen. Er unterscheidet neben einem Oberbau einen hypoabyssischen Untergrund und endlich den vulkanischen Herd. Für die Erklärung des Verhältnisses der beiden Hawaii-Vulkane Mauna Loa und Kilauea schließt er sich (S. 335 ff.) *Dalys* Substratum-Injektionshypothese an, wonach anzunehmen wäre, daß sich vom Hauptförderkanal des Mauna Loa aus eine Nebenintrusion (satellitische Injektion) abgezweigt habe, die (nach Aufhören der Verbindung) dem Nebenschlot eine unabhängige Tätigkeit neben dem Hauptschlot ermögliche. Die Injektionsvorgänge im großen Maßstab werden als Folgeerscheinungen tektonischer Umwälzungen der Erdrinde betrachtet. Das Durchbohren der Erdkruste

von den Vulkanherden aus durch magmatische Gase wird nach *Daly* (S. 338 ff.) erklärt und die Ansicht geäußert, daß „die Verteilung der Vulkane auf der Oberfläche weniger von der tektonischen Beschaffenheit der sedimentären Unterlage als von der Gestalt und Lage der speisenden Intrusivkörper abhängig“ sei (S. 340).

Das folgende Kapitel behandelt den physikalischen Vorgang der Oberflächeneruption, speziell der Zentraleruption (S. 344—362). Ausgehend von der Betrachtung der Stübel'schen Theorie wird hervorgehoben, daß die vulkanische Energie allerdings bei der Erkaltung des Magmaherdes erworben werde, aber nicht plötzlich durch Volumenvermehrung, wie *Stübel* meinte, sondern allmählich während des Verlaufs der magmatischen Gasreaktionen; die Gase können sowohl eine Sprengwirkung vermöge ihrer plötzlichen Ausdehnung, als auch eine Schmelzwirkung vermöge chemischer Wärmeentwicklung ausüben und spielen zudem gemäß *Dalys* Anschauungen die Hauptrolle als Wärmetransporteur. Den vulkanischen Gasen fällt also in erster Linie die erstmalige Ausbohrung der Essen, die Aufrechterhaltung der vulkanischen Tätigkeit, und nach vorübergehendem Erlöschen die Wiedereröffnung der Essen zu. Die Zirkulationserscheinungen im tätigen Lavasee des Kilauea werden nach *Dalys* sog. „Zweiphasenkonvektion“ erklärt (S. 357), leider aber sind *F. A. Perrets* ergänzende Beobachtungen (im *American Journal of Science* 1913) noch nicht mitverwertet.

Das X. Kapitel bespricht (S. 363—408) die Produkte des Vulkanismus der Oberfläche: Lava und die verschiedenen lockeren Auswürflinge der vulkanischen Explosionsausbrüche, ferner den Mechanismus der Fließbewegung und der explosiven Eruptionsarten, und die dadurch erzeugten Kleinformen, Absätze und Gesteinsarten. Das XI. Kapitel (S. 409—442) handelt von den Linear- und Arealeruptionen, das XII. (S. 445 bis 516) von den Zentraleruptionen und jeweils von den von ihnen hervorgerufenen Gebilden und Vulkanbauten, das XIII. (S. 518—548) von den Ausbruchserscheinungen der Zentralvulkane. Die Darlegungen sind durchaus sorgfältig und übersichtlich, aber der Wunsch nach einer etwas ausführlicheren Schilderung der Ausbruchserscheinungen einzelner Linear- und Zentraleruptionen, insbesondere aber der Entstehung neuer Vulkane, wird wohl den meisten Lesern des schönen Werkes aufsteigen und eine eingehendere Berücksichtigung mancher besonderer Ausbruchsmifikationen (deren Beschreibung offenbar dem 2. Band vorbehalten ist) wäre ebenfalls schon hier wünschenswert gewesen (so z. B. Ausbrüche unter Eis, oder unter Kraterseebedeckung mit ihren Folgeerscheinungen).

v. Wolff unterscheidet vor allem effusive und explosive Ausbrüche. Bei ersteren werden wieder Gipfeleruptionen von Flankeneruptionen und exzentrischen Eruptionen (jeweils mit Unterabteilungen) unterschieden. Als Beispiel eines Vulkans mit Vorwiegen des letzteren Typus wird der Ätna mit seinen zahlreichen Parasiten genannt. Bei den explosiven Ausbrüchen unterscheidet v. Wolff, größtenteils im Anschluß an *Mercalli* zunächst 1. Hawaiianische Tätigkeit mit ihrem Aufspritzen von Lavafontänen und 2. Strombolianische Tätigkeit mit häufig (aber am Stromboli tatsächlich meist nicht in regelmäßigen Zeiträumen sich einstellenden) Explosionen und Auswurf feinverteilter flüssiger Lava. Während in beiden genannten Fällen nur neues flüssiges Material gefördert werde, wird bei den sogenannten (3.) gemischten Explosionen

neues und altes Material gleichzeitig gefördert — so selbst beim Stromboli bei stärkeren Explosionen. 4. Bei vulkanianischer Tätigkeit wird nur neues Material, dies aber in festem Zustand, ausgeschleudert, indem bei zähflüssigeren Magmen dieselben sich im Krater alsbald mit einer Erstarrungskruste bedecken und die zurückfallenden Materialien keine Einsmelzung erfahren. Die Ausbruchswolken haben eine aufsteigende Tendenz, im Gegensatz zu dem verwandten 5. Typus der peleanischen Tätigkeit, deren Produkte als eine Art Emulsion von Gas mit festen Produkten lawinengleich unter ihrer eigenen Schwere in die Tiefe sinken. Beim 6. Typus, der plinianischen Tätigkeit (ungewöhnlich heftigen Explosionen), wird anfänglich altes zerriebenes Material, später neues Lockermaterial, gleichfalls in festem Zustand gefördert. Als (7.) indirekte Eruptionen bezeichnet *v. Wolff* die von *Dana* als halb-vulkanisch, von *Mercalli* als ultravulkanianisch benannten Explosionen, bei denen nur altes und festes Material bewegt wird, wie solches beim Bandaisan (15. Juni 1888) und Azamasan (Mai und Juni 1893) der Fall gewesen war. In gewissem Sinn sind diesem Typus nahe verwandt die von *v. Wolff* nicht aufgeführten, gelegentlichen, nahe der Oberfläche auftretenden Explosionen, bei denen Grundwasser (erhitzt oder z. T. in Dampf umgewandelt), Schlamm oder zerstäubtes, zeretztes Eruptionsmaterial gefördert wird, wie dies als Einleitung zu typischen Ausbrüchen (z. B. am Fuß des Lemongan auf Java am 4. Februar 1898) oder auch für sich allein vorkommt (z. B. am Lokon auf Celebes 1893, oder an der Soufrière von Guadeloupe 1838, am Mont Pelé 1851 und auf Dominica 1880); es stellt das gewissermaßen einen Übergang zu der gewöhnlichen Schlammvulkantätigkeit dar.

Da *Brun* die nahe Beziehung der explosiven Ausbrüche zu bestimmten Temperaturen wahrscheinlich zu machen gesucht hat, hat *v. Wolff* (sehr übersichtlich auf der Tabelle S. 547) versucht, die den einzelnen Explosivausbruchstypen nach seiner Ansicht entsprechenden Temperaturen anzugeben. Er nennt für Typus 1: 1200°—1300°, 2: 1150°—1200°, 3: 1150°, 4 und 5: ca. 1100°, 6: ca. 1050° und 7: ca. 1000°. Es ist freilich die Frage, ob es beim jetzigen Stand unseres Wissens schon angeht, derartige Bestimmungen zu wagen. Tatsächlich haben auch die von *Day* und *Shepherd* im Jahre 1912 gemachten Temperaturbestimmungen des Kilauea-Lavasees selbst im Maximum (1185°, 6. Juli) die untere Temperaturgrenze *v. Wolffs* nicht erreicht und entfernten sich im Minimum (1070° am 13. Juni) weit davon.

Die mittlere jährliche Magmaförderung der Vulkane der Erde wird auf etwa 5 cbkm geschätzt, was mir entschieden zu hoch zu sein scheint. Ebenso kann man in manchen Einzelfragen, z. B. der Stübel-schen Erklärung der Gifelpyramiden ekuatorianischer Vulkane (S. 492) einen anderen Standpunkt für richtiger halten; aber immer muß man die große Sorgfalt der Darstellung und Durcharbeitung des vorhandenen Materials durchaus anerkennen.

Das XIV. Kapitel bespricht zunächst die vulkanischen Exhalationen (S. 549—598) und die verschiedenen Gesetzmäßigkeiten, die sich dabei nach den Untersuchungen *Deville's*, *Brun's* u. a. ergeben haben; es sind auch bereits die neuesten Untersuchungen von *Day* und *Shepherd* am Kilauea — freilich erst im Nachtrag (S. 699) im ganzen Umfang — verwertet worden (S. 567), womit die bedeutsamen Einwürfe gegen *Brun's* Anschauungen wenigstens noch andeutungsweise zu Wort kamen. (Eine frühere Kenntnis dieser

wichtigen Untersuchungen der beiden amerikanischen Forscher hätte wohl für einzelne Abschnitte des Werkes nicht unwesentliche Modifikationen gebracht.) Sehr dankenswert sind die Übersichtstabellen der Zusammensetzung und der Temperaturen von vulkanischen Exhalationen (S. 554—560) und des Existenzgebiets der wichtigsten Exhalationen (S. 581), sowie die eingehende Aufzählung und Beschreibung der unmittelbaren und mittelbaren Sublimationsprodukte (S. 585—599). In Anschluß daran werden die postvulkanischen Erscheinungen (S. 599—635) besprochen, d. h. Solfataren, Geyser, Thermen, Mineralquellen, Schlamm-sprudel usf., wobei nicht nur die Theorie, sondern auch die geographische Verbreitung (wenigstens der Geyser) beschrieben werden. Die wichtige Rolle, die das Grundwasser bei der Entstehung der Geyser spielt, wird ins richtige Licht gestellt, aber darauf hingewiesen, daß es nicht gelingt, den Nachweis der Beteiligung juvenilen Wassers zu führen. Manche Thermen der mitteleuropäischen Thermalzone sind nach *v. Wolff* als postorogenetische, nicht als postvulkanische Erscheinungen aufzufassen (entstanden infolge der bei den tektonischen Vorgängen entwickelten mechanischen Wärme u. a. Einflüsse. Da es sich hier aber um recht alte tektonische Störungen handelt, scheint mir dem geistreichen Erklärungsversuch doch keine große Überzeugungskraft eigen zu sein).

Das vorletzte Kapitel behandelt (S. 639—679) in sehr interessanten Ausführungen die schwierigen Fragen des lunaren und kosmischen Vulkanismus. Ausgehend von den astronomischen und physischen Verhältnissen des Mondes, insbesondere von dem geringen Betrag der Schwerkraft, von der mäßigen Dichte des Mondes, dem Fehlen einer Atmosphäre und des Wassers, von den gewaltigen Temperaturschwankungen auf dem Monde, dem optischen Verhalten der Mondoberfläche und dem Studium der sichtbaren Mondgebilde kommt *v. Wolff* unter Berücksichtigung der wichtigsten bisher aufgestellten Theorien zu einem lehrreichen Vergleich zwischen terrestrischem und lunarem Vulkanismus: Einige der wichtigsten Unterschiede zwischen beiden Himmelskörpern sind ihm: die der geringeren Schwere entsprechende langsamere Zunahme des Belastungsdrucks mit zunehmender Tiefe und das Fehlen einer Kompressionsschale auf dem Mond, woraus sich ergibt, daß die vulkanischen Vorgänge auf dem Mond viel leichter vor sich gehen konnten als auf der Erde; weiter findet er, daß auf dem Mond ein großer Zentralherd tätig war — und zwar nur einmal — und daß die vulkanischen Formen allenthalben über die Mondoberfläche verbreitet sind, während auf der Erde periphere Herde angenommen werden müssen, vulkanische Gebilde nur an tektonisch begünstigten Stellen sich zeigen und die vulkanische Tätigkeit entsprechend größerer oder geringerer tektonischer Beweglichkeit der Erdkruste auch Maxima und Minima im Lauf der Erdgeschichte aufweist. Dementsprechend waren die vulkanischen Äußerungen des nunmehr erloschenen Mondes auch viel intensiver, als die trotz der Schwankungen der Intensität deutlich zur Abnahme neigenden vulkanischen Vorgänge der Erde. Daß die Mondgebilde im Durchschnitt durch wesentlich steilere Böschungen vor den irdischen ausgezeichnet sind, erklärt *v. Wolff* durch das Vorwiegen saurer Silikatsteine, durch die geringere Schwere sowie durch das Fehlen von Luft und Wasser und die daraus sich ergebende viel langsamere Zerstörung der Urformen.

Die Mondmeere werden als gewaltige Senkungs-

becken angesehen, die durch Areal- oder Lineareruptionen mit Lavafluten übergossen worden sind. Die Ringgebilde werden samt ihren Zentralmassiven als Lavabaue gedeutet — also den irdischen Lavavulkanen trotz weitgehender Unterschiede am nächsten stehend. — Das Vorkommen von Stratovulkanen wird bestritten oder nur als Seltenheit zugestanden. Sehr instruktiv sind die Abbildungen, besonders S. 670 die Gegenüberstellung einer Mondlandschaft und eines Bildes der phlegräischen Felder; freilich hätte hier erst die Angabe der beiderseitigen Maßstäbe oder noch besser eine Reduktion auf gleichen Maßstab das volle Maß des Vergleichs ermöglicht. Die Rillen werden als klaffende Risse in der Mondoberfläche gedeutet usw. Natürlich haften den Deutungen noch viel Hypothetisches an; am wenigsten hat mich die Erklärung der Strahlensysteme (als Aschengebilde) zu befriedigen vermocht.

Kurz ist schließlich noch des kosmischen Vulkanismus im Anschluß an die Anschauungen von *Süß* und *Tschermak* u. a. gedacht.

Das letzte Kapitel des Werkes bringt eine — leider sehr knappe — Geschichte der Vulkanologie vom Altertum an bis in die jüngste Zeit. —

Wenngleich im einzelnen da und dort Wünsche offen bleiben, auch in wenigen Fällen der Widerspruch des Lesers herausgefordert wird, so ist doch meines Erachtens dieser erste Band des „Vulkanismus“ von *F. v. Wolff* die beste, bis auf die jüngste Gegenwart fortgeführte Darstellung der allgemeinen Fragen des Vulkanismus, die wir bisher besitzen; sie ist reich an neuen Ideen, ist klar und übersichtlich geschrieben und durch gute Abbildungen ausreichend erläutert, so daß dem Werke ein großer äußerer Erfolg und weite Verbreitung zu wünschen ist.

K. Sapper, Straßburg.

Brauns, Reinhard, Vulkane und Erdbeben. Naturwissenschaftliche Bibliothek für Jugend und Volk, herausgegeben von *K. Höller* und *Dr. G. Ulmer*. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913, VI, 169 S., 74 Abbildungen und 6 Tafeln. Preis M. 1,80.

Vulkanische Ausbrüche und Erdbeben haben in den letzten Jahrzehnten auf der ganzen Erde außerordentlich an Häufigkeit zugenommen. Damit ist auch das Interesse weiter Kreise für diese unheimlichen und verheerenden Naturerscheinungen gestiegen. In jedem einzelnen Falle bringen ja die Tageszeitungen ausführliche Berichte, die freilich mehr die angerichteten Verheerungen als die Erscheinungen selbst betreffen. Um so mehr ist das Bedürfnis nach einer zusammenfassenden, leicht verständlichen Übersicht von fachmännischer Seite auf diesem Gebiete vorhanden. Diesem Bedürfnis trägt das Buch Rechnung. Es ist „für den gebildeten Laien geschrieben und soll ihn mit dem Wesen der Vulkane und Erdbeben bekannt machen“, wie der Verfasser selbst sagt.

Dementsprechend ist hauptsächlich auf eine übersichtliche Beschreibung der vulkanischen Ereignisse und der Erdbeben Wert gelegt. Nur kurz ist auf die Ansichten über ihre Ursachen eingegangen, schon deshalb, weil sich hier die Wissenschaft noch in ihren Anfangsstadien befindet. Den breitesten Raum nehmen die Vulkane ein. Die vulkanischen Ausbrüche werden in vier Hauptformen gruppiert: 1. Explosive Gasausbrüche, Gasvulkane (z. B. Mont Pelé auf Martinique, Krakatau); 2. stille Magmaausbrüche, Lavavulkane (Kilauea auf Hawaii); 3. explosive Magmaausbrüche, Tuff- und Schlackenvulkane (Maare, Stromboli, Vulcano u. a.); 4. explosive Magmaausbrüche

verbunden mit der Förderung von Lava (der bekannteste Typus, z. B. Vesuv, Ätna usw.). Es wird dann des weiteren auf die geographische Verbreitung der tätigen Vulkane, dann auf die sogenannten erloschenen Vulkane sowie auf die Vulkane früherer geologischer Erdperioden in Deutschland und anderen Ländern eingegangen. Im Anschluß an die eigentlichen Vulkane erfolgt die Beschreibung der Geysire oder Dampfvulkane. Nur kurz ist, wie gesagt, auf die Ursache der vulkanischen Erscheinungen eingegangen. Hierbei werden u. a. die chemische Beschaffenheit der glutflüssigen Magmen, die Beschaffenheit des Erdinnern, die Beziehungen zwischen Gebirgsbewegungen und Vulkanismus und das Vorkommen begrenzter Magmenherde in der festen Erdrinde behandelt. Der Abschnitt „Erdbeben“ bringt außer der Beschreibung und Einteilung der Erdbeben namentlich auch deren Registrierung durch Seismometer.

Die textliche Darstellung ist überall klar und fesselnd und wird durch zahlreiche vorzügliche Abbildungen ergänzt, was in Anbetracht des niedrigen Preises des Bändchens ganz besonders hervorzuheben ist. So dürfte das Buch seinen Zweck, den gebildeten Laien mit dem Wesen der Vulkane und Erdbeben bekannt zu machen, in ausgezeichneter Weise erfüllen.

J. Uhlig, Bonn.

Storz, Max, Die neue Periode des Vesuv. (Geologische Rundschau V, S. 88—94, Taf. I.)

Angesichts der von *Mercalli* festgestellten Tatsache, daß der Vesuv seit 1700 12 in einem Paroxysmus kulminierende Tätigkeitsperioden gehabt hat, die jeweils wieder durch einen Zeitraum von völliger Untätigkeit bzw. nur solfatarischer Lebensäußerung geschieden waren, hat der treifliche Vulkanologe *F. A. Perret* (im *American Journal of Science* XXVIII, Nov. 1909) darauf hingewiesen, wie wichtig es sei, in dieser Zeit scheinbarer Ruhe den Vulkan zu beobachten, um die Phänomene kennen zu lernen, die als Anzeichen künftiger Tätigkeit dienen können. Demgemäß hat *Perret* selbst 1908/09 u. a. etliche Fumarolen kontrolliert und (trotz mancher Schwankungen) im allgemeinen ein Ansteigen der Temperatur feststellen können. Später haben der jüngst verstorbene Direktor des Vesuvobservatoriums, Professor *Mercalli*, und sein Assistent *Malladra* die Beobachtungen fortgesetzt¹⁾ und ihnen gelang es, die ersten Anzeichen der neuerwachenden Tätigkeit des Vulkans nachzuweisen. Ein Abstieg *Malladras* in den Krater am 14. Mai 1912 und ein zweimaliger, mit großem Geschick ausgeführter Abstieg der Herren *Max Storz* und *P. Jacobi* am 7. und 8. September 1913, (denen sich beim zweiten Male *Malladra* angeschlossen hatte) ermöglichten eine genauere Präzisierung der stattgehabten Vorgänge.

In dem weithin fast ebenen Kraterboden des Vesuv hatte sich schon am 21. Januar 1912 im südwestlichen Teile eine erhebliche Vertiefung gebildet, die sich aber im Lauf einiger Monate wieder auffüllte. Anfang 1913 stellten sich von Zeit zu Zeit Erderschütterungen ein, deren Zahl sich gegen April noch vermehrte. In der Nacht vom 9. zum 10. Mai wurde neben etlichen leichteren eine stärkere, von dumpfem Rollen begleitete Erschütterung beobachtet, und am folgenden Morgen sah man, daß sich etwa in der Gegend des früheren Trichters eine Vertiefung ohne sichtbare Öffnung gebildet

¹⁾ Aber auch *Immanuel Friedländer* hat sich dieser Aufgabe unterzogen, vgl. Naturwissenschaftliche Wochenschrift 1911 (N. F. X, Nr. 29) und 1913 (N. F. XII, S. 389 ff.).

hat, der weiße Dämpfe (darunter HCl) entstiegen. Am 5. Juli stiegen aus diesem „neuen Krater“ stärkere Rauchmassen auf; um 12 Uhr 10 Min p. m. ertönte aus der Tiefe ein Rollen, und bald darauf sah man am Grund des Trichters ein Loch von mehreren Metern Durchmesser, dem viel Rauch entströmte. Derselbe wurde bei Nacht von unten her beleuchtet und am 7. Juli nachts glaubte *Mercalli* das leuchtende Magma in kurzen Intervallen sich heben und senken zu sehen. Der von vielen erhobene Zweifel, ob wirklich Lava bis zu dieser Bocca aufgestiegen sei, ist durch *M. Storz'* Beobachtung zahlreicher Lavaschlacken und -Stalaktiten in derselben und in deren Nähe endgültig behoben worden. Ihre Beschaffenheit zeigte auch mit Bestimmtheit, daß die Lava sehr dünnflüssig und hoch temperiert gewesen war. *Storz* gelang es ferner, den „neuen Krater“ genauer zu untersuchen: Er war elliptisch, in NNW-Richtung gestreckt und maß 170 zu 100—110 m bei ca. 50 m Tiefe. Die Hänge des Kraters zeigten an der Ostseite ca. 35° und wurden gegen die Bocca hin nahezu senkrecht. Einige Meter südlich vom tiefsten Punkt des Kraters (850—855 m ü. M.) lag die Bocca vom 5. Juli, von der (in ihrer nachträglich erweiterten Gestalt) Tafel I in 2 prächtigen Abbildungen eine gute Vorstellung gibt. Leider war *Storz* nicht hinreichend ausgerüstet, um Gase aufzufangen und genauere Temperaturmessungen anzustellen. Immerhin gelang es ihm, die Aushauchung von HCl, SO₂ und Fe₂Cl₆ sehr wahrscheinlich zu machen und zu zeigen, daß die Lava Anfang September 1913 wohl 80—100 m unter dem Boccarand stand, und daß in ca. 10 m Tiefe in der Bocca schon über 334°, in 15 m über 433°, in 54 m über 632° herrschten.

Storz macht darauf aufmerksam, daß diese Vorgänge im Vesuvkrater denen von 1875 im ganzen gleichen, daß aber nach dem Maßstab der Phänomene und dem raschen Sinken der Lava an ein baldiges Wiedererwachen der Tätigkeit noch nicht zu denken wäre, wenn nicht die Temperatur der „gelben Fumareole“ im Kraterinnern ständiges Steigen zeigte: September 1911: 128°, Mai 1912: 295°, September 1913: 330°C.

K. Sapper, Straßburg.

Lindemann, B., Die Erde. Eine allgemeinverständliche Geologie. Band II. Geologie der deutschen Landschaften. Stuttgart, Kosmos, Frankhsche Verlagsbuchhandlung, 1914. VIII, 368 S., 4 Farbdrucktafeln, 20 Schwarztafeln und 317 Abbildungen. Preis geb. M. 9,—.

Vielleicht die rührigste und erfolgreichste der verschiedenen auf Popularisierung der Naturwissenschaften hinzielenden Vereinigungen ist der Kosmos. Wenn man auch mit manchen der von ihm herausgegebenen Schriften wohl nicht ganz einverstanden sein mag und namentlich bisweilen den stark monistischen Zug (*Bölsche!*) ungern an einem Unternehmen bemerkt, dessen Ziel wohl viel eher die Vermittlung tatsächlicher wissenschaftlicher Ergebnisse, die Anregung und Unterstützung zu eigenen Studien sein sollte als die Verbreitung von naturwissenschaftlich Unbewiesenem und Unbeweisbarem mit der prunkenden Überschrift: „Die Wissenschaft lehrt uns“ — und dies um so mehr an je breitere und mithin zu eigener Kritik weniger geneigte und fähige Leserkreise man sich wendet —, wenn man also wohl nicht ganz mit allen Veröffentlichungen des Kosmos in gleichem Maße zufrieden sein kann, so ist das hier zu besprechende Buch ein außerordentlich lobens- und empfehlenswertes.

Als zweiter Teil der vor einiger Zeit erschienenen

Allgemeinen Geologie: „Geologische Kräfte“ liegt nun die Geologie der deutschen Landschaften vor. Im Verhältnis zu dem niederen Preise, wie ihn eben nur die sehr große Auflage ermöglicht, ist das Gebotene ungewöhnlich reichhaltig. Der Text ist leicht lesbar und ziemlich eingehend. Vorzüglich ist die Ausstattung mit Bildern, namentlich soweit sie nach Photographien (bes. v. d. Trappen!) gemacht sind, während die Fossilzeichnungen, von denen hinten 14 Tafeln angehängt sind, nicht ganz auf derselben Höhe stehen. —

Europa zeichnet sich vor andern Erdteilen durch eine ganz besonders bunte geologische Vergangenheit aus und im Herzen des Kontinentes zeigt Deutschland einen besonderen Wechsel und außerordentlichen Reichtum an geologisch merkwürdigen und wichtigen Zeugnissen dieser Vergangenheit. Diese werden nach Landschaften zusammengefaßt und in der folgenden, sehr glücklich zu nennenden Reihenfolge besprochen: Norddeutsche Tiefebene — die großen süddeutschen Ebenen, Alpenvorland und Oberrheinische Tiefebene — die oberrheinischen Bergländer — das Rheinische Schiefergebirge und seine Umgebung — die herzynischen Gebirge — die sudetischen Gebirge.

Eine reiche Fülle von Material ist in dem Buche verarbeitet und verhältnismäßig selten scheinen einige Irrtümer mit untergelaufen zu sein, die sich vielleicht bei einer künftigen 2. Auflage verbessern lassen werden. Vielleicht wird es sich dann auch, um ein rein Äußerliches anzufügen, empfehlen, lateinische oder griechische Fossilnamen, auch wo sie eingedeutscht sind, wieder mit c zu schreiben. Zephalopoden, Zeriten, Kosmozeras oder gar Makrokephalen, sehen doch gar zu komisch aus. Man schreibt doch auch nicht Zizero und Zäsar! Oder dann konsequent Füllozeras statt Phylloceras und Lüttozeras statt Lytoceras! Noch eines bei dieser Gelegenheit! Gerade bei einem Buch, das dem Laien in die Hand gegeben wird, sollte die Anwendung der Nomenklatur auch sprachlich ebenso einwandfrei sein, wie sie es z. B. in öffentlichen Sammlungen sein sollte, also bitte nicht: Psiloceras planorbis! und Sutneria platynotus! Endlich wäre noch das Literaturverzeichnis wohl auszubauen: daß *Johannes Walther's* Lehrbuch der Geologie Deutschlands nicht angeführt wird, ist wohl kein Zufall, wenn es schon in manchem vorbildlich gewesen sein mag. Aber auch sonst ist die angeführte Literatur ziemlich ungleich. Ein Hinweis auf den sehr wertvollen Literaturkatalog des Antiquariats *Max Wey*, auf die in Betracht kommenden Zeitschriften sowie auf die Publikationen der geologischen Landesanstalten wäre wohl sehr am Platze und für manchen Leser wertvoll gewesen. —

So mag im einzelnen wohl manches noch auszugestalten sein, manche Lücke auszufüllen, Fehler zu verbessern, die man um so weniger gerne bemerkt, je besser das Ganze ist. Aber dieses ist gut, ja, die Abbildungen sind fast allein schon den Preis des Buches wert.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Pompeckj, J. F., Die Bedeutung des Schwäbischen Jura für die Erdgeschichte. Akademische Antrittsvorlesung. Durch Erläuterungen und Zusätze ergänzter Abdruck. Stuttgart, E. Schweizerbarthsche Verlagsbuchhandlung, 1914. 64 S. Preis geh. M. 1.80.

Die Antrittsvorlesung des neuen Ordinarius der Geologie und Paläontologie an der Universität Tübingen, des Nachfolgers großer Vorgänger, enthält zugleich ein Stück Geschichte seiner Wissenschaft, wie

ein Programm und ein Glaubensbekenntnis in mancherlei Fragen.

Vielleicht in keinem anderen Lande ist die Geologie im weiteren Sinne so allgemein beliebt wie gerade in Schwaben. Nirgends auch ist das Interesse vielfach so sehr auf eine Formation, gerade auf den Jura, beschränkt, wie eben dort. Und auch in der Geschichte der Erforschung des Jura spielt gerade dieses Land, soweit ein einzelnes Gebiet dies überhaupt kann, eine ganz besonders hervorragende Rolle. So ist denn die Berufung unseres heute hervorragendsten Juraforschers an die Landesuniversität lebhaft begrüßt worden und kann seine Antrittsrede wohl als ein Maßstab für das gelten, was bei einer der best erforschten Formationen der geologischen Vergangenheit heute als erreicht, was als zu erstrebendes Ziel bezeichnet werden muß.

Aus den tastenden, unsicheren Anfängen einer Vergleichung und Altersbestimmung der Schichten heraus hat *F. A. Quenstedt* zum erstenmal im Schwäbischen Jura jene sorgfältige, ins einzelne gehende, auf Leitfossilien gestützte, feinere Gliederung einer Formation durchzuführen vermocht, die für die ganze Entwicklung der historischen Geologie vorbildlich geworden ist. Sein Schüler *A. Oppel* hat diese Gliederung noch schärfer fassend über weitere Gebiete, zunächst ganz Mitteleuropa durchzuführen vermocht. Dessen Schüler *M. Neumayr* hat den ursprünglich etwas starren Bau dieses empirisch gefundenen Systems mit dem Gedankenleben der deszendenztheoretischen Vorstellungen belebt, ihm erwachsen die Probleme, die sich aus der erdumspannenden Verfolgung der jurassischen Ablagerungen ergaben, die Probleme der verschiedenen Faunen der jurassischen Meeresreiche und ihrer Ursachen. Er fand ihre Lösung in der Annahme klimatischer Zonendifferenzierung. Die weiter fortschreitende Forschung hat seine Gedanken mehrfach sehr in Frage gestellt, zwingt mindestens zu mancherlei Modifikationen des ursprünglich so klar erscheinenden Bildes. Neben dem Einfluß klimatischer Differenzierung treten immer deutlicher diejenigen von Strömungen und von den sie bedingenden räumlichen Gliederungen der alten Meere in den Vordergrund. Die fortschreitende Kenntnis unserer gegenwärtigen Meere und ihrer Bildungen läßt uns heute schon selbst da Fragen stellen und Antworten ahnen, wo frühere Forscher als an etwas unerklärlich Gegebenem vorläufig Halt machen mußten. So wird auch hier die immer erneut einsetzende Untersuchung derselben Naturvorkommnisse mit dem Fortschreiten der Fragestellung wie der Mittel zur Lösung der Fragen stets erneute wertvolle Resultate ergeben können. Derartige Untersuchungen werden, so hoffen wir mit dem Verfasser, in absehbarer Zeit auch neues Licht über den Schwäbischen Jura verbreiten und ihn aufs neue zu einem Ausgangspunkt werden lassen für die geologische Erforschung auch fernere Gebiete.

In dieser Richtung quasi vorauszuleuchten, wie auch manches im historischen Teile nur angedeutete weiter auszuführen ist der Zweck der der eigentlichen Rede folgenden Zusätze und Erläuterungen. Die Wiedergabe ihrer Titel mag einen Überblick über die Fülle der hier behandelten Probleme und Gesichtspunkte geben: Vindelizisches Gebirge — Ardenneninsel — Lebensweise der Flugsaurier — Dauer geologischer Zeitabschnitte — Gleichartige und gleichaltrige Faunen — Formationen — *William Smith* — *Oppels* Jura-zonen, Anwendung der Zonen in der historischen Geologie — *Oppels* Stellung zur Bedeutung der Fazies — *Cuviers* Kataklysmentheorie — Einzug des Deszendenz-

gedankens in die Paläontologie und historische Geologie — Sedimentation und Zonen im mitteleuropäischen und im alpin-mediterranen Jura — Sporadisch auftretende Typen im Jura Mitteleuropas — Die Rhät-transpression — Meeresstraßen und Wanderwege im Jura — Einflüsse von Temperatur und Klima im Jura — Klimatische oder geographische Juraprovinzen? — Zonengrenzen und Faziesänderungen im Schwäbischen Jura — Einwirkung tektonischer Vorgänge auf die mitteleuropäischen Meere und Faunen des Jura — Schwäbisches Jurameer und germanisches Muschelkalkmeer.
Ernst Fischer, Halle a. S.

Witting, R., 1. Finländische Hydrographisch-Biologische Untersuchungen Nr. 7 u. 12. 2. Die Zeiten der Ostsee und des Finnischen Meerbusens. 3. Die Hydrographie der Ostsee. 1. u. 2. in Helsingfors, 1911, 1912 u. 1913; 3. Sonderabdruck aus der Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1912.

Die vorliegende Reihe von Untersuchungen des Finländers *Rolf Witting* befaßt sich mit den ungemein verwickelten hydrographischen Verhältnissen der Ostsee. Die Ostsee erhält durch die in sie einmündenden Flüsse eine *Süßwasserzufuhr*, welche die Verdunstung weit übersteigt und damit eine stetige Wasserabgabe nach der Nordsee notwendig macht, andererseits bedingt der große Konzentrationsunterschied zwischen der Nord- und Ostsee eine ständige Einströmung schweren *salzigen Wassers* dem Boden entlang. Dazu kommen noch die Wassertransporte unter dem Einfluß starker Winde, so daß die Analyse der Pegelbeobachtungen eine schwierige Aufgabe ist. Außerdem scheinen noch Eigenschwingungen (Seiches) der einzelnen Becken vorhanden zu sein; sie treten an die Stelle der Ebbe und Flut, welche gegenüber den anderen Bewegungen der Wassermassen in der Ostsee wenig Bedeutung haben.

Von großem Interesse sind die Messungen der *Temperatur* in verschiedenen Tiefen sowie der *Salzgehalte*, aus denen die Profilierung der einzelnen Meeresströme entnommen werden kann. Anhaltspunkte geben auch die Untersuchungen der *Farbe* des Wassers. Eine besondere Bedeutung beanspruchen die *kartographischen* Darstellungen, welche als eigenes Heft der Studie Nr. 7 beigegeben sind. Neben den drei bereits genannten Größen finden wir dort auch die Einträge über den *Sauerstoffgehalt des Wassers* sowie über die *Strömungsverhältnisse*.

Die *Übereisung* der Ostsee beginnt jeweils im nördlichsten Teile des Bottnischen Busens und breitet sich von dort an der Küste Finlands nach Süden fortschreitend aus. Je nach der Strenge des Winters bemißt sich der Grad der Eisbildung: Wir wissen aus alten Aufzeichnungen, daß gelegentlich auch der südliche Teil der Ostsee noch zugefroren ist.

A. Schmauß, München.

Wilke, A., Die Elektrizität, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe. 6. Auflage. Unter Mitwirkung mehrerer Fachgenossen, bearbeitet und herausgegeben von *W. Hechler*. Leipzig, O. Spamer, 1914. VIII, 476 S., 629 Textabbildungen und 2 Tafeln. Preis geb. M. 10,—.

Das Bestreben, das Interesse weiterer Kreise an den Resultaten der in ständiger Fortentwicklung befindlichen Wissenschaft und Technik durch gute populäre Darstellungen zu wecken, und für ihre Verbreitung zu sorgen, ist mit Freude zu begrüßen. Nur muß man

sich dabei vor einem Zuviel hüten und nicht in den Fehler verfallen, auf einem verhältnismäßig kleinen Raume alles bringen zu wollen. Das muß notgedrungen zu einer gewissen Oberflächlichkeit führen, welche an Äußerlichkeiten haften bleibt und nicht in den Kern der Sache eindringt. Derartige, sogenannte populäre Darstellungen vermitteln dem nicht fachmännischen Leser nur ein Scheinwissen und sind dadurch unter Umständen gefährlich.

Von dieser Klippe hat sich die in der neuen Auflage von *Hechler* herausgegebene Wilkesche Elektrizität nicht immer frei gehalten. Der Nicht-Fachmann wird sich z. B. aus den gegebenen kurzen Erklärungen oder Erwähnungen der Kalibrierung eines Brückendrahtes, des Kaskadenumformers, der Dampfturbine, des Aronzählers, der Herstellung des künstlichen Salpeters, des Glockenverfahrens und der elektrolytischen Bleiche kaum eine klare und richtige Vorstellung bilden können. Wenn ferner für die radioaktiven Substanzen wirklich nicht mehr Raum zur Verfügung stand, wie eine knappe Seite, so wäre es besser gewesen, sie ganz fort zu lassen. Auch in pädagogischer Hinsicht ist mancherlei auszusetzen. So treten plötzlich Begriffe auf, die entweder gar nicht erklärt werden (wie Trägheitsmoment, chemisch äquivalent) oder deren Erklärung (ohne jeden Hinweis darauf) erst mehrere oder hundert Seiten später erfolgt, wie das Ohmsche Gesetz, Drehstrom, Sternschaltung, Asynchronmotor, Schlüpfung usw. Namentlich das einleitende Kapitel über die physikalischen Grundlagen und noch mehr der Abschnitt über elektrische Wellen müßte einer gründlichen Umarbeitung unterzogen werden. Im Anschluß daran sei darauf aufmerksam gemacht, daß die α -Strahlen der radioaktiven Substanzen keine Wasserstoff-, sondern Heliumatome sind. Während auf Beschreibung von Äußerlichkeiten ein großes Gewicht gelegt ist (wie z. B. daß am Telephonapparat ein Schild mit der Nummer des Teilnehmers angebracht wird, oder über den Eigentümer und die Frequenz irgend einer elektrischen Bahnlinie), sucht man andere wichtige Angaben, wie über Wirtschaftlichkeit und Wirkungsgrad, meist vergebens.

Nach diesen Aussetzungen, welche notwendig waren, um das Buch zu charakterisieren, kurz die Angabe der einzelnen Kapitel: Physikalische Grundlagen, absolutes Maßsystem, elektrische Meßmethoden und Meßinstrumente, Dynamomaschine, Umformung der elektrischen Energie, das elektrische Licht, die elektrischen Beleuchtungsanlagen, die Elektrizitätswerke, die Elektromotoren und ihre Anwendung, die elektrischen Bahnen, Elektrochemie, elektrische Heizung, Telegraphie, die Fernsprechanlagen, elektromagnetische Schwingungen und drahtlose Telegraphie, Elektrizitätsdurchgang durch Gase und Radioaktivität.

G. Berndt, Friedenau.

Busch, Hans, Stabilität, Labilität und Pendelungen in der Elektrotechnik. Leipzig, S. Hirzel, 1913. VIII, 246 S. und 69 Figuren. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Der Verfasser untersucht in systematischer Weise auf sehr breit angelegter Grundlage die Eigentümlichkeiten und die Entstehungsbedingungen instabiler Betriebszustände von elektrischen Apparaten und Maschinen. Vornehmlich in den Fällen, in denen irgend ein elektromagnetischer oder elektrodynamischer Vorgang eine Wirkung zeitigt, deren Stärke ihrer Ursache nicht proportional ist, sondern wo eine geschwächte Ursache verstärkte Wirkung hervorbringt, sind instabile Zustände möglich.

Sie können sich je nach dem besonderen Problem in verschiedenartigster Weise äußern: elektrische Glühlampen können durchbrennen, Lichtbögen können verlöschen oder in dauernde Zuckungen geraten, Drehstrommotoren können außer Tritt fallen, Gleichstrommotoren können ins Pendeln geraten oder gar durchgehen, kurzum es treten die unliebsamsten Betriebsstörungen ein, wenn nicht von vornherein Vorbeugungsmaßregeln ergriffen werden.

Die Mittel hierzu werden in dem vorliegenden Buche an die Hand gegeben, in dem eine sehr große Zahl von Einzelfällen mit tiefer wissenschaftlicher Durchdringung behandelt ist. Von allen behandelten Erscheinungen wird nicht nur eine möglichst vollständige mathematische Theorie gegeben, sondern es werden, was für den Leser fast noch wichtiger ist, eine große Zahl von Schlußfolgerungen aus den quantitativen Untersuchungen gezogen, so daß der Praktiker sich auch ohne gar zu tiefes Eindringen in die Theorie nach den hier gewonnenen Lehren richten kann.

Das Buch hat daher nicht nur akademischen Wert, sondern kann Wissenschaftlern wie Praktikern der Elektrotechnik gleich warm zum Studium empfohlen werden.

R. Rüdenberg, Berlin-Westend.

Ruhmer, Ernst, Konstruktion, Bau und Betrieb von Funkeninduktoren und deren Anwendung mit besonderer Berücksichtigung der Röntgenstrahlentechnik. II. Teil. Röntgenstrahlentechnik. Zweite, neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Nikolassee, Administration der Fachzeitschrift „Der Mechaniker“, 1914. IV und S. 377—444. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Der erste Teil dieses Buches ist an dieser Stelle bereits besprochen. In ihm war der Bau der Funkeninduktoren und die zu ihrem Betriebe nötigen Nebengeräte, wie Unterbrecher usw. behandelt. Der zweite enthält als Hauptteil eine ausführliche Beschreibung der verschiedenen Formen der Röntgenröhren. Daran schließen sich Abschnitte über Vorrichtungen zur Unterdrückung der Schließungsinduktion und über die Röntgenstrahlen-Meßtechnik, so daß dieser Teil im wesentlichen alle die Einrichtungen behandelt, die im Hochspannungskreis des Röntgeninstrumentarismus liegen. Den Schluß bilden ausführliche Beschreibungen der für die Röntgenaufnahme nötigen Hilfsapparate, der Blendenvorrichtungen, der Fluoreszenzschirme, der Stative, photographischen Platten usw.

Der Verfasser ist während der Drucklegung dieses Teiles gestorben. An seiner Stelle haben eine Anzahl von Firmen auf Wunsch des Verlegers einige Ergänzungen über ihre neuesten Konstruktionen angefügt.

Auch bei diesem Bande fällt der Fleiß in die Augen, mit dem der weitverzweigte Stoff zusammengetragen ist; aber auch hier kommt wieder das Katalogmäßige zum Vorschein. Jedenfalls wird allen denen, die auf diesem Gebiet weiter arbeiten wollen, das Ruhmersche Buch ein wichtiges Nachschlagewerk sein.

P. Ludewig, Freiberg i. S.

Dieckmann, M., Leitfaden der drahtlosen Telegraphie für die Luftfahrt. München und Berlin, R. Oldenbourg, 1913. X, 214 S. und 150 Abbild. Preis geb. M. 8,—.

Die Anwendung der drahtlosen Telegraphie in der Luftfahrt ist in der letzten Zeit eine überaus vielseitige geworden. Motorballon, Freiballon und Flugzeug haben sie in ihren Dienst gestellt. Bei den Motorballonen ist sie bereits zum ständigen Begleiter geworden. Zeppelin- und Parsevalluftschiffe sind mit Apparaten

für drahtlose Telegraphie ausgerüstet, und zwar mit Empfangs- und Sendeapparaten. Bei ihnen macht auch das Senden keine Schwierigkeiten, da in der starken Maschinenanlage die zum Senden nötige Energie vorhanden ist. Bei den Freiballonen, bei denen diese Energie schwierig zu beschaffen ist, hat man sich bisher auf den Empfang beschränkt. Erst neuerdings sind auch Versuche über die Möglichkeit des Sendens im Freiballon im Gange. Auch mit dem Flugzeug sind mit gutem Erfolg Versuche gemacht. Beim Senden stört hier bis zu einem gewissen Grade das Motor- und Propellergeräusch. Die Energie zum Senden wird dem Flugzeugmotor entnommen. Der Zweck des Einbaues von drahtlosen Stationen in den Luftfahrzeugen war bei den Motorballonen in erster Linie die Sicherung der Fahrt. Für alle Luftfahrzeuge ist aber eine drahtlose meteorologische Beratung von Wichtigkeit, die bereits seit geraumer Zeit in Betrieb ist und deren weitere Ausdehnung unmittelbar bevorsteht. Daneben kommt noch die Orientierung bei unsichtigem Wetter in Frage, die durch Verwendung von einigen festen Stationen mit gerichteten Sendeapparaten oder mit einer großen Anzahl über das ganze Fahrtgebiet verteilter kleiner fester Sendestationen möglich ist. Das Anwendungsgebiet der drahtlosen Telegraphie in der Luftfahrt ist demnach ein sehr mannigfaches, und es ist daher mit besonderer Freude zu begrüßen, daß die Wissenschaftliche Gesellschaft für Flugtechnik, die sich die Förderung der gesamten Flugtechnik zum Ziele gesetzt hat, in der letzten Zeit einen besonderen Ausschuß für drahtlose Telegraphie und ihre Anwendung in der Luftfahrt gegründet hat, der berufen sein soll, sämtliche diesbezügliche Fragen organisatorischen und wissenschaftlichen Charakters ihrer Lösung entgegenzuführen.

Bei dieser Sachlage ist das Erscheinen eines Leitfadens der drahtlosen Telegraphie für die Luftfahrt von besonderem Interesse. Allerdings ist der Zeitpunkt dafür ein wenig früh gewählt. Das ganze Gebiet steckt eigentlich noch in den Kinderschuhen. Dazu kommt für den Verfasser eines derartigen Buches noch eine zweite Schwierigkeit. Die besonderen Gesichtspunkte, die die Anwendung auf die Luftschiffahrt in die drahtlose Telegraphie hineinbringt, sind *rein wissenschaftlich* nur relativ wenige. Es ist nämlich möglich, die in der gewöhnlichen drahtlosen Telegraphie gebräuchlichen Sende- und Empfangseinrichtungen — abgesehen von dem konstruktiven Zusammenbau — ohne weiteres in das Luftfahrzeug zu übernehmen. Das einzig Neue liegt in der Gestaltung des zum Aussenden und Empfangen nötigen Luftleitergebildes am Luftfahrzeug. Die in der Literatur vorhandenen wichtigen Arbeiten über die drahtlose Telegraphie in der Luftfahrt beschäftigen sich daher auch nur mit diesem Problem. Daneben stehen natürlich die organisatorisch sehr wichtigen Fragen der Sicherung des Luftschiffes und des meteorologischen Warnungsdienstes, die aber in dem Rahmen eines Leitfadens der drahtlosen Telegraphie für die Luftfahrt naturgemäß mehr in den Hintergrund treten. Man kann daher für ein derartiges Buch entweder die Kenntnisse der drahtlosen Telegraphie als bekannt voraussetzen, dann werden die nötigen Ausführungen auf eine geringe Seitenzahl zusammenschrumpfen, oder man setzt keine Kenntnisse voraus und gibt eine vollständige Darstellung der Wissenschaft der drahtlosen Telegraphie und fügt in einigen Schlußkapiteln die speziellen Gesichtspunkte, die die Luftfahrt in das Gebiet hineinbringt, hinzu.

Dieser letztere Weg, den der Verfasser gegangen ist, bietet eine neue Unannehmlichkeit insofern, als das so angelegte Buch einen Vergleich mit dem allseitig bekannten und anerkannten Lehrbuch der drahtlosen Telegraphie von *Zenneck* herausfordert.

Dieckmann setzt in seinem Leitfaden keinerlei besondere Kenntnisse voraus. Er beginnt also mit den einfachsten physikalischen Erscheinungen, den Grundbegriffen der Elektrizitätslehre, den Elementen der Lehre vom Gleichstrom (Ohmschen Gesetz usw.) und Wechselstrom. Die beim Wechselstrom auftretenden Erscheinungen leiten über zu den Vorgängen im Schwingungskreis und damit zu dem speziellen Problem der drahtlosen Telegraphie, das eingehend besprochen wird. Dieser erste 160 Seiten umfassende Teil des Buches enthält also im wesentlichen nichts anderes, als andere Einführungen in die drahtlose Telegraphie. Der zweite 50 Seiten umfassende Teil bietet die Anwendungen auf die Luftfahrt, und zwar werden zunächst die verschiedenen drahtlos telegraphischen Systeme (*Marcconi, Braun, Wien, Poulson*) besprochen. Dann folgt ein sehr lesenswertes Kapitel über die bei dem Betrieb einer Funkenstation im Ballon auftretenden Zündungsgefahren und ein Kapitel über die Bordstationen, in welchem die verschiedenen Antennenformen sowie Sender und Empfänger behandelt werden. Die beiden Schlußkapitel bieten Ausführungen über die Orientierung mittels drahtloser Telegraphie, den meteorologischen Beratungsdienst und die für den praktischen Verkehr in Betracht kommenden Dienstvorschriften.

Das Buch will demnach allen denen, die als Laien mit der Anwendung der drahtlosen Telegraphie in der Luftfahrt zu tun haben, eine Einführung in dieses Gebiet geben und erfüllt diesen Zweck in hohem Maße. Es bildet demnach ein wichtiges Glied in der Kette der von *E. P. Neumann* herausgegebenen, unter der Bezeichnung „Luftfahrzeugbau und Führung“ erscheinenden Hand- und Lehrbücher des Gesamtgebietes der Luftfahrt, wenn auch, was nicht unerwähnt bleiben kann, ein großer Teil der Abbildungen nicht der in dieser Sammlung üblichen Sorgfalt entspricht.

P. Ludewig, Freiberg i. S.

Wigand, A., und G. Lutze, Physikalische Untersuchungen im Freiballon. Abhandlung der Naturforschenden Gesellschaft zu Halle a. d. S., Neue Folge Nr. 2. Halle, im Selbstverlag der Gesellschaft, 1913. 39 S. und 4 Tafeln. Preis M. 1,80.

Auf einer Empfangsstation für drahtlose Telegraphie machen sich oft Störungen unangenehm bemerkbar, die in einem Knacken, Brodeln, Zischen und Rauschen bestehen und oft die aufzunehmenden Signale weit übertönen und damit unleserlich machen. Die Herkunft dieser Störungen ist schon häufig Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen, und zwar von *K. E. F. Schmidt, Esau, Dieckmann, Erskin, Murray, Eccles* und *Airey*. Es ergibt sich aus diesen Untersuchungen, daß die Störungen sich in durch Stärke und Charakter verschiedene Klassen einteilen lassen, daß sie eine doppelte tägliche Periode haben, mit einem Minimum um Sonnenauf- und -untergang und einem Maximum um Mittag und Mitternacht, daß ferner auch eine jährliche Periode, und zwar im Juni und August ein Maximum und im Juli ein Minimum vorhanden ist; daß die Störungen zunehmen bei wachsender Durchsichtigkeit der Luft, bei abnehmender relativer Feuchtigkeit, bei wachsender Windgeschwindigkeit und bei Neigung zu Gewitterbildung; daß sie dagegen abnehmen, wenn die Bewölkung zunimmt, die

Atmosphäre dunstiger wird oder Nebelbildung eintritt.

Diese Störungen stammen zum größten Teile von mehr oder weniger entfernt niedergehenden Blitzschlägen, deren oszillatorische Entladung die Antenne zum Mitschwingen erregt. Es können diese Gewitter sehr weit entfernt liegen. Da zum Beispiel *Eccles* und *Airey* zeigten, daß auf zwei 500 km voneinander entfernt liegenden drahtlosen Empfangsstationen 80 % aller Störungen gleichzeitig auftreten, so kommen sie zu dem Schluß, daß tropische Gewitter die Ursache der Störungen sind.

Neben dieser Erklärung sind noch andere aufgetaucht. So nimmt *Dieckmann* an, daß lokale Schwankungen des Potentialgefälles in der Atmosphäre durch Influenzwirkungen die Antenne in Schwingungen versetzen können, oder daß durch Änderung der Verteilung der elektrischen Ladungen der Atmosphäre Elektrizitätsmengen zum Übertreten auf die Antenne veranlaßt werden. Oder es ist auch möglich, daß der durch den Einfluß der Entladung sich in der Atmosphäre ausbildende „Vertikalstrom“ durch irgendeine Ursache sich ändert und dadurch auch den Antennenstrom ändert usw.

Da sich bei allen diesen Messungen herausstellte, daß die meteorologischen Verhältnisse hier eine große Rolle spielen, unternahmen es die Verfasser, gleichzeitige Beobachtungen auf einem Ballon und einer Landstation für drahtlose Telegraphie vorzunehmen. Es liegen zunächst die Berichte von zwei Ballonfahrten vom 24. bis 25. September 1912 und vom 27. Oktober 1912 vor.

Bei der Ballonstation wurde eine Empfangsantenne nach der von *Ludewig* vorgeschlagenen Form benutzt, und zwar wurden in Abständen von ca. 2 m drei Ringe aus 1-mm-Gummiaderdraht um den Ballon geschlungen und ihr Verbindungsdraht in den Korb geführt. Der untere Antennenteil bestand aus einem nach unten hängenden Draht von 50 resp. 70 m.

Als feste Landstation wurde die in Halle-Cröllwitz liegende Versuchsstation für drahtlose Telegraphie benutzt. Es dient hier als Antenne ein 18,5 m hoch und 22 m lang horizontal ausgespannter Kupferdraht mit der Erde als Gegengewicht.

Auf beiden Stationen wurden die im Empfangstelephon gehörten Geräusche registriert. Das geschah in der Weise, daß die Geräusche ihrer Intensität nach in einer fünfteiligen Skala gewertet wurden und die in je drei Minuten auftretende Anzahl von Störungen als Maß für die Disposition der Atmosphäre zu Störungserscheinungen angesehen wurde. Auf beiden Stationen waren die Detektoren direkt in die Antenne eingeschaltet.

Außer diesen Messungen wurde noch zur Untersuchung der meteorologischen und luftelektrischen Eigenschaften der Atmosphäre im Ballon gemessen: Temperatur und Feuchtigkeit mit Hilfe eines Abmannschen Aspirationspsychrometers, der Luftdruck, die elektrische Leitfähigkeit der Atmosphäre und die Anzahl von Kondensationskernen pro cm³ Luft mit Hilfe eines (abgeänderten) Aitkenschen Staubzählers.

Die erste Fahrt begann am 24. September abends 6 Uhr und führte von Halle bis in die Nähe von Diedenhofen, wo die Landung mittags am 25. September erfolgte. Die zahlreichen Beobachtungen sind in Diagrammen aufgetragen, aus denen sich ergibt, daß die im Ballon und auf der Landstation gemessenen Störungen im großen und ganzen parallelen Verlauf nehmen, daß auch hier die früher beobachtete doppelte

Periode auftritt, daß aber, im einzelnen betrachtet, die Zahl der Störungen auf den beiden Stationen wesentlich voneinander abweichen kann. So sind auch die meteorologischen Verhältnisse auf den beiden Stationen in gleicher Zeit wesentlich verschieden, z. B. gehen gegen Schluß der Beobachtungen über die Hallenser Station starke Regengüsse nieder, während der Ballon über einer Gegend schwebte, die nur von einer dünnen unterbrochenen Strato-Cumulus-Decke überzogen war.

Die zweite Fahrt fand am 27. Oktober morgens um 7 Uhr von Halle aus statt und führte bis nach Mecklenburg hinein. An diesem Tage kam Mitteldeutschland in den Bereich eines von Westen heranziehenden starken Tiefdruckgebietes, das die Fahrt wesentlich beeinflusste. Es zeigt sich bei dieser Fahrt in der zeitlichen Änderung der Störungszahlen kein Parallelismus in den Beobachtungen im Ballon und auf dem Lande.

Speziell die Beobachtungen in Halle scheinen durch starke lokale Einflüsse, wie Landregen usw., wesentlich modifiziert zu sein. Bei der Ballonstation andererseits scheinen Schichtungen in der Atmosphäre Einfluß gehabt zu haben. Inmitten einer Wolkenschicht erreichen die Störungszahlen z. B. ein Maximum, nahezu proportional dem Abfall der Temperatur und Feuchtigkeit gehen sie beim Heraustreten des Ballons aus den Wolken zurück.

Die Verfasser folgern aus ihren Versuchen:

„Durch gleichzeitige Beobachtungen im Freiballon und auf einer Landstation wird eine Übereinstimmung des täglichen Ganges der luftelektrischen Empfangsstörungen an beiden Orten, wie er sich ausprägt in der doppelten Periode, festgestellt. Die tägliche Periode steht in engem Zusammenhange mit dem Stand der Sonne.

Die einzelnen Störungsgeräusche werden bei größeren Entfernungen zwischen beiden Stationen nicht zeitlich übereinstimmend gefunden.

Verschiedenheiten in den Störungszahlen auf den beiden Beobachtungsstationen lassen sich auf lokale meteorologische Einflüsse zurückführen.

Die Häufigkeit der Störungen ändert sich mit dem Wechsel der vom Ballon durchfahrenen Luftschicht.

Eine derartige Übereinstimmung des Ganges der luftelektrischen Empfangsstörungen mit den gleichzeitigen Änderungen der nach der Zerstreuungsmethode gemessenen luftelektrischen Leitfähigkeit der Kondensationskernzahl läßt sich aus den Beobachtungen nicht entnehmen.“

Die Versuche sollen fortgesetzt werden.

P. Ludewig, Freiberg i. S.

Kleine Mitteilungen.

Über „Schadenverhütendes Wirken in der deutschen Arbeiterversicherung“ handelt eine sehr bemerkenswerte Studie des Vorsitzenden des Reichsversicherungsamtes, Dr. iur. et med. h. c. *Paul Kaufmann* (Berlin 1913, Verlag von Franz Vahlen). Selbst in führenden Kreisen herrsche „eine oft erstaunliche Teilnahmslosigkeit und Unwissenheit über Natur und Zweck dieses großen Gesetzgebungswerkes“. Die umfangreiche Literatur erreiche nicht einmal den Kreis der Gebildeten, geschweige denn die große Masse des Volkes. Dadurch erkläre sich die Beachtung und Zustimmung, die unbegründete und schiefe Vorwürfe gegen die Arbeiterversicherung in den letzten Jahren mehrfach gefunden hätten. Es drohe infolgedessen an die Stelle freudiger

Begeisterung soziale Müdigkeit zu treten und man gefalle sich darin, in „nicht immer absichtsloser Schwarzmalerei“ die „Mängel, die der Arbeiterversicherung wie jedem Menschenwerk anhaften, ungebührlich zu verallgemeinern und zu übertreiben“. Demgegenüber ist sachgemäße und vorurteilsfreie Aufklärung erforderlich.

Gegenüber der die Anfänge der sozialen Versicherung beherrschenden Anschauung, die Entschädigung sei der wichtigste Versicherungszweck, hat sich immer mehr der Gedanke durchgesetzt, daß „der Schutz gegen Arbeitsunfähigkeit wichtiger ist als die Sorge für die Arbeitsunfähigen und daß jedes vorbeugend erhaltene Arbeiterleben ein nationales Guthaben bedeutet“. Die Arbeit in dieser Richtung hat den deutschen Einrichtungen ihr eigenartiges Gepräge verliehen.

Unter ausgiebiger Bezugnahme auf die Literatur erörtert der Verfasser die bisherigen Leistungen der einzelnen Versicherungsträger auf dem Gebiete der Schadenverhütung und die Fortschritte, welche durch die neuen Bestimmungen der Reichsversicherungsordnung ermöglicht werden. Nach Besprechung der *Krankenversicherung*, unter deren durch die Reichsversicherungsordnung vorgesehenen Mehrleistungen besonders die Verbesserung der Wochenhilfe, die Möglichkeit der Gewährung von Stillgeldern usw. Beachtung verdient, werden die außerordentlichen Leistungen der Berufsgenossenschaften auf dem Gebiete der *Unfallverhütung* eingehend dargelegt. Wie wichtig diese Bestrebungen sind, geht wohl am klarsten aus der ungeheuren Zahl der tödlichen Unfälle hervor, die seit 1886 114 450 betrug! Die Berufsgenossenschaften haben die Betriebsgefahren „viel umfassender und schärfer bekämpft, als es behördliche Anordnungen je gewagt hätten“. Die Unfallverhütung ist die „Seele der Unfallversicherung“ geworden. Ein Erfolg dieser Bestrebungen ist unverkennbar, wie aus dem Rückgang der Zahl der Unfälle im Verhältnis zur Zahl der Arbeiter hervorgeht (z. B. von 1897 bis 1902 auf 100 Vollarbeiter 0,8 schwere Unfälle, 1910 und 1911 0,64 bzw. 0,68). Zur Herbeiführung weiterer Fortschritte auf diesem Gebiete, auf dem noch manches zu tun bleibt, ergeben sich zahlreiche Angriffspunkte, auf die der Verfasser im einzelnen hinweist.

Weitere Abschnitte beschäftigen sich mit der durch die Berufsgenossenschaften oft gemeinsam mit dem Roten Kreuz herbeigeführten Besserung der *ersten Hilfe* bei Betriebsunfällen und mit der außerordentlich wichtigen Frage des berufsgenossenschaftlichen *Heilverfahrens in der Wartezeit*. Die wirksame und schnell abgeschlossene Frühbehandlung ist von größter Bedeutung für die Bekämpfung der Rentensucht und Simulation, sie hat aber auch den großen Vorteil für sich, daß der Verletzte sie wesentlich besser unterstützt als die erst spät eingeleitete Nachbehandlung durch die Berufsgenossenschaft, die er oft als Plage, wenn nicht gar nur als Mittel zur Herabsetzung der Unfallentschädigung, empfindet. Welche Bedeutung in volkswirtschaftlicher Hinsicht die frühzeitige Übernahme des Heilverfahrens hat, lehrt z. B. eine Statistik über die Heilungsdauer von Unterschenkelbrüchen: 3,6 oder 3,9 Monate bei berufsgenossenschaftlicher Frühbehandlung, über 10 Monate ohne diese! Die ursprünglichen gesetzlichen Bestimmungen ließen bezüglich des Heilverfahrens in der Wartezeit sehr zu wünschen, eine gewisse Besserung wurde aber bereits durch das Eingreifen des Reichsversicherungsamts erzielt. Die Reichsversicherungsordnung ermöglicht auch hier außerordentliche Fortschritte, ebenso auf dem Gebiete der

Arbeitsvermittlung, welches bisher nur hier und da von den Berufsgenossenschaften bearbeitet wurde. Die Genossenschaften haben jetzt die gesetzliche Befugnis zur „Beschaffung von Arbeitsgelegenheit für Unfallverletzte“ erhalten.

Die letzten Abschnitte beschäftigen sich mit den Leistungen der *Invalidenversicherung*, deren Tätigkeit bezüglich der *Tuberkulosebekämpfung*, der *Wohnungsfürsorge*, der *Förderung anderer Wohlfahrtsbestrebungen* usw. erörtert wird. Aus dem reichen Inhalte sei nur erwähnt, daß bis zum Schlusse des Jahres 1912 zur Förderung der allgemeinen Wohlfahrtspflege über 517 Millionen Mark ausgegeben wurden!

Im Schlußabschnitt weist der Verfasser unter anderem auf die Beachtung hin, welche England und Amerika der Schadenverhütung in der deutschen Arbeiterversicherung widmen, in der richtigen Erkenntnis, daß „alle Ausgaben für planmäßige Schadenverhütung wertende sind und sich durch Verringerung der Lasten bezahlt machen“. Weiterer Ausbau der bestehenden Einrichtungen ist erforderlich, allerdings nach einer angemessenen Ruhepause in der Gesetzgebung, die besonders auch deshalb notwendig ist, um die Wirkung der Angestelltenversicherung abzuwarten.

Jedem, der sich über die ungeheure Bedeutung der deutschen Arbeiterversicherung als „Eck- und Grundstein der sozialen Gesundheitspflege“ unterrichten will, kann die vorliegende Schrift des verdienstvollen Verfassers dringend empfohlen werden. S.

Keimversuche mit heuriger (1913) Gerste. Da eine gute Keimkraft der Gerste die erste Bedingung ist, wenn sie zur Malzerzeugung verwendet werden soll, so werden im Herbste von der geernteten Gerste Keimversuche angestellt, um sich von deren Keimkraft ein Bild zu machen. Obwohl man erfahrungsgemäß weiß, daß beim Lagern der Gerste auf luftigen Böden die Keimkraft gegen den Winter zunimmt, so soll die frische Gerste doch schon im August–September mindestens gegen 85 % keimfähige Körner besitzen. Durch die ganz außergewöhnlich ungünstigen Witterungsverhältnisse, unter denen die letzte Gerste reifte, war sie oft mißfarbig, braunspeitzig geworden, besaß einen zugleich an Stroh und Erde erinnernden Geruch, hohen Wassergehalt und eine *ungewöhnlich geringe Keimfähigkeit* (50–60 %). Professor Weinbaum wählte vier mährische Gersten von mittlerer Qualität und führte mit denselben Keimversuche, welche am 29. August resp. 1. September begannen, durch:

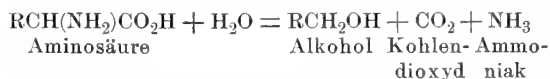
- a) Keimung im Aubryschen Keimkasten, d. i. zwischen feuchtem Filtrierpapier;
- b) Keimung im Glastrichter, und zwar:
 - α) ohne vorherige Behandlung der Gerste mit Kalkwasser,
 - β) nach vorheriger Behandlung der Gerste mit Kalkwasser (1 T. gesätt. Kalkwasser, 2 T. dest. Wasser).

Der Wassergehalt der vier Gersten betrug zur angegebenen Zeit 17,2 %, 15,7 %, 15,1 % und 14,5 %. Die Keimungsergebnisse von jenen Gersten, welche im *Trichter* keimten, sind durchwegs günstiger als jene, die durch Keimung der Gersten im Keimkasten erhalten wurden, d. h. die Gersten benötigten zu ihrer Keimung größere Mengen von Luft, welche ihnen zwischen dem feuchten Filtrierpapier im Keimkasten nicht zur Verfügung standen. Vergleicht man die Resultate der Versuche α) und β), so findet man, daß bei drei Ger-

sten durch das Einweichen in Kalkwasser eine Verschlechterung des Keimvermögens eingetreten war. Nun ist aus der Malzfabrikation bekannt, daß durch Anwendung von Kalkwasser zu Beginn der Malzkampagne die Keimkraft schlecht keimender Gerste wesentlich verbessert werden kann. Den Grund, weshalb die von *Weinwurm* untersuchten Gersten durch Kalkwasserbehandlung eine Einbuße des Keimvermögens erlitten, glaubt er in folgendem zu erblicken: In anderen Jahrgängen, welche schlecht keimende Gersten geliefert haben, war das bereits *gelbreife, ausgereifte* Korn unmittelbar vor oder während der Ernte von Regen getroffen worden. Im vergangenen Sommer dagegen hatten zur Zeit des Schnittes viele Gersten dieses Vegetationsstadium nicht erlangt, sondern kamen *notreif* zum Schnitt. Die geerntete Gerste hatte also den Vegetationsprozeß auf dem Feld nicht abgeschlossen. Da der Schnitt infolge der Ungunst des Wetters sich um 3—4 Wochen hinausschob, so wurde die Gerste um diese Zeitlänge später eingebracht, infolgedessen war zur Zeit der Versuchsanstellungen (Ende August, erste Tage des September) die Dauer der „Nachreife“ auf den Gerstenböden um diese Spanne Zeit kürzer als sonst. In Würdigung der beiden Momente, daß die Gerste ihre Vegetation auf dem Felde nicht abgeschlossen und dadurch den Ruhezustand reifer Samen nicht erlangt hatte, ferner, daß die „Nachreife“ zu kurz war, glaubt *Weinwurm* den Grund zu sehen, daß die letztgeerntete Gerste zur angegebenen Zeit eine Empfindlichkeit für das alkalisch reagierende Kalkwasser besaß. Mitte November v. J. wurden dieselben Gersten wieder untersucht. Bis dahin befanden sie sich in geöffneten, papierenen Mustersäcken im Laboratorium. Der Wassergehalt betrug jetzt 11,7 %, 11,7 %, 11,9 %, 11,9 %, dieselbe Reihenfolge der Gersten vorausgesetzt. Der Wassergehalt der Gersten war ohne jegliches Zutun innerhalb zehn Wochen auf jenen Prozentsatz gesunken, bei welchem erfahrungsgemäß frische Gerste nach einiger Lagerung eine gute Keimfähigkeit erhält. Was die im November in gleicher Weise angestellten Keimversuche betrifft, so zeigten sie, daß alle Gersten ein normales Keimvermögen erlangt hatten (98,0—99,5 %). Auffallend ist, daß zwei Gersten (I, IV) noch immer ein geringes Zurückbleiben der Keimungsenergie und auch der Keimfähigkeit (letztere betrug bei I = 98,0 % und bei II = 98,2 %) aufwiesen, sobald diese Gersten eine Kalkweiche erhielten, demnach eine gewisse Empfindlichkeit gegen diese alkalische Flüssigkeit besaßen. Es war die Frage zu entscheiden, wie sich die abgelagerten Gersten gegen starkes Kalkwasser verhalten werden. Diesbezüglich wurde zu gleicher Zeit (November) mit der Gerste I ein Versuch gemacht. Sie wurde durch sechs Stunden in gesättigtem Kalkwasser geweicht und, nachdem das Kalkwasser von ihr abgespült worden war, in den Keimkasten gegeben. Die Keimfähigkeit betrug 98,2 %; demnach zeigte auch die empfindlichste der vier Gersten durch starkes Kalkwasser keine Einbuße ihrer Keimfähigkeit. Im Keimkasten, ohne vorherige Kalkwasserbehandlung, keimten 98,7 %. Im November wurden Parallelversuche auch in zwei Malzfabriken mit Gersten, welche mit und ohne Kalkwasserzusatz geweicht worden waren, angestellt. Ein Einfluß des Kalkwassers auf die Keimfähigkeit konnte nicht konstatiert werden. Die Gersten hatten demnach durch das luftige Lagern im Laboratorium und durch eben solches Lagern auf den Gerstenböden in ihrem Reife-prozeß das nachgeholt, was sie durch die schlechte

Witterung auf dem Felde versäumt hatten. (Allg. Zeitschr. f. Bierbrauerei und Malzfabrikation XLII. Jahrg. 1914, S. 52.) W.

Prof. Dr. F. Ehrlich gibt in einem, in der *Zeitschrift für angew. Chemie* (8, 48, 1914) erschienenen Aufsatz, einen Überblick über seine wichtigen neueren Untersuchungen betreffend den **Eiweißstoffwechsel der Hefe und Schimmelpilze**. Der Eiweißstoffwechsel der Hefe fand erst in relativ später Zeit Beachtung, da der unter auffälligen Erscheinungen (Alkohol- und Kohlen-säurebildung) einhergehende Kohlehydratstoffwechsel im Vordergrund des Interesses stand. Und doch ist auch die Kenntnis der Vorgänge beim Eiweißstoffwechsel für den Gärungschemiker von Bedeutung, weil sich während der Gärung große Mengen von Eiweißkörpern aus den Rohmaterialien bilden. Die Betrachtungen über den Aufbau des Hefeeiweißes stehen im engsten Zusammenhange mit unseren Anschauungen über die Konstitution der Eiweißkörper. Die grundlegenden Arbeiten *E. Fischers* haben ergeben, daß alle Eiweiß-stoffe aus einfachen Bausteinen, den sogen. Amino-säuren, bestehen, von denen bis heute ungefähr 20 be-kannt sind. In diese Aminosäuren zerfällt das Eiweiß beim Behandeln mit Säuren, Laugen oder Enzymen, anderseits konnte *Fischer* durch Verkettung dieser Aminosäuren untereinander eiweißähnliche Körper, die Polypeptide, darstellen. Die Maischen der Brennereien und Brauereien, auf welchen sich die Hefe entwickeln muß, enthalten das Eiweiß in fast vollkommen aufge-spaltenem Zustande. Der Hefe stehen also für den Aufbau ihres Zelleiweißes nur Aminosäuren zur Ver-fügung. Es liegt der Gedanke nahe, daß die Bildung des Hefeeiweißes, analog den Fischerschen Polypeptid-synthesen durch Verknüpfung der Aminosäuren ge-schieht. In diesem Falle müßte je nach der Zusam-mensetzung der Maische die chemische Konstitution des Hefeeiweißes schwanken, während wir aus den Ar-beiten *Fischers* und *Abderhaldens* wissen, daß das Ei-weiß eines Organismus unter den verschiedensten Lebensbedingungen konstant zusammengesetzt ist. Prof. *Ehrlich* hat nun auf Grund der Ergebnisse seiner Versuche eine Theorie aufgestellt, nach welcher der Assimilation der Aminosäuren stets eine tiefgreifende Spaltung des Aminosäuremoleküls vorhergeht. Die Zelle verwendet von der Aminosäure nur einen stick-stoffhaltigen Kern zur Verarbeitung auf Hefeeiweiß. Die unverwertbaren stickstofffreien Aminosäurereste wandern aus dem Zellinnern wieder in die umgebende Gärflüssigkeit. Solche Abfallsprodukte des Eiweiß-stoffwechsels sind hauptsächlich höhere Alkohole, deren Gemisch man als Fuselöl bezeichnet, Säuren und Ester. Besonders gut studiert ist die Bildung der höheren Alkohole, die nach folgendem Schema vor sich geht:



Aus dieser Gleichung folgt, daß die Hefe von den bei der Spaltung der verschiedensten Aminosäuren entstehenden Reaktionsprodukten immer nur den gleichen stickstoffhaltigen Komplex, das Ammoniak assimiliert. Ein weiteres Eiweißwechselprodukt, das bei keiner Hefegärung fehlt, ist die Bernsteinsäure, welche sich aus Glutaminsäure bildet. Der Eiweißstoffwechsel der Schimmelpilze ist dem der Hefe ganz ähnlich, nur werden hier vorwiegend Säuren, und zwar Oxsäuren gebildet. Bemerkenswert ist, daß Hefe und Schimmelpilze imstande sind, giftige Substanzen zu entgiften

und für ihren Stoffwechsel zu verwerten. Die Hefen, Schimmelpilze und die Bakterien werden heute bereits zur Herstellung vieler chemischer Produkte, wie Alkohol, Essigsäure, Buttersäure, Zitronensäure, Glycerin herangezogen; nach den neueren Untersuchungen, welche die große Reaktionsfähigkeit der Mikroorganismen dargetan haben, ist es nicht unmöglich, daß wir in Zukunft noch eine große Anzahl chemisch kostbarer Substanzen mit Hilfe biologischer Prozesse erzeugen werden.

O. F.

Narkose und Sauerstoffverbrauch. Für die Entscheidung der Frage, ob die Narkose als eine besondere Form der Erstickung, als eine Lähmung durch Verlangsamung der Oxydationen angesehen werden kann, ist die quantitative Bestimmung des Sauerstoffverbrauchs der narkotisierten Zellen im Zustande der Unerregbarkeit erforderlich.

Loeb und Wasteneys (*Biochem. Zeitschr.* Bd. 56, 1913, S. 295—306) haben Untersuchungen über diese Frage in folgender Weise versucht: Die Embryonen des Fisches *Fundulus* führen, wenn sie etwa eine Woche alt sind, in normalem Zustande nur selten Bewegungen aus, geraten aber in sehr lebhaftes wilde Bewegungen, wenn sie in $m/25$ Salzsäure gebracht werden.

Diese Reaktion kann als Maß für die Tiefe einer Narkose gelten, ist sie aufgehoben, so können die Embryonen als völlig gelähmt gelten.

Man kann diese Lähmung einerseits dadurch erzielen, daß man die Tiere mit Cyankalium vergiftet, wodurch, wie bekannt, die Oxydationen gehemmt werden, andererseits durch die spezifischen Narkotica, wie Chloroform und Äther. Die Geschwindigkeit der Oxydationen muß durch Cyankalium auf weniger als $\frac{1}{9}$ der Norm herabgesetzt werden, damit Unerregbarkeit eintritt. Bei der Chloroformnarkose, die mit Konzentrationen von 0,08 % bis 0,14 % ausgeführt werden kann, ohne daß die Erholbarkeit verloren geht, tritt im Zustande tiefer, vollständiger Narkose nur eine ganz geringe Verminderung der Oxydationsgeschwindigkeit ein, die im höchsten Falle 27 % beträgt, in anderen aber nur 3—5 %. Bei der Äthernarkose sinkt der Sauerstoffverbrauch bis auf 49 % des normalen Wertes, doch zeigen die Versuche mit Chloroform, daß es sich hierbei um sekundäre Wirkungen handelt, da auch ohne eine solche Herabsetzung der Oxydationen Narkose eintreten kann.

An kleinen Medusen (*Gonionemus*) endlich haben die Autoren das Verhältnis der Größe des Sauerstoffverbrauchs bestimmt, den man erhält, wenn man einerseits durch Cyankalium, andererseits durch ein spezifisches Narkotikum (Äthylurethan) die Erregbarkeit völlig — aber reversibel — aufhebt. Es ergab sich bei diesen Versuchen, daß die Unterdrückung aller Reaktionen mittels direkter Hemmung der Oxydation durch Cyankalium eine 3—6mal stärkere Verminderung des Sauerstoffverbrauchs erfordert, als die Herbeiführung desselben Zustandes durch ein spezifisches Anästhetikum wie Äthylurethan.

Es ist aber bei diesen Versuchen als Einwand zu bedenken, daß das Cyankalium seine Wirkung auf alle Zellarten des Körpers entfaltet, während durch die Narkotika in den Konzentrationen, bei denen schon das Zentralnervensystem völlig gelähmt ist, der Sauerstoffverbrauch der übrigen Körperzellen, deren Masse die des Zentralnervensystems quantitativ weit überwiegt, noch gar nicht herabgesetzt zu sein braucht, ja daß er sogar gesteigert sein kann. Selbst ein vollständiges Aufhören der Oxydationen im Zentralnerven-

system würde in diesem Falle verdeckt werden können. Die Versuche mit spezifisch narkotischen Stoffen einerseits und Cyankalium andererseits sind also nicht unmittelbar vergleichbar, und als eine Beantwortung der Frage, ob Tiefe der Narkose und Herabsetzung des Sauerstoffverbrauchs einander parallel gehen, kann die Mitteilung von Loeb und Wasteneys, die diesen Einwand nicht berücksichtigen, daher kaum betrachtet werden.

P.

Harnsäuresynthese in der Mitteldarmdrüse von *Aplysia limacina*. Die Mitteldarmdrüse der marinen Nacktschnecke *Aplysia* ist reich an Harnsäure und es gelang Sulima (*Zeitschr. f. Biologie* Bd. 63, 1914, p. 223—244) nachzuweisen, daß im Brei des Organs unter Sauerstoffabschluß bei 39° im Laufe einiger Stunden die Menge der Harnsäure erheblich zunimmt. Um zu entscheiden, ob sich diese Zunahme durch Oxydation von Purinbasen oder durch eine Harnsäuresynthese erklärt, wie sie in der Leber der Reptilien und Vögel vorkommt, wurden einerseits Versuche unter Zusatz von Xanthin gemacht, andererseits dem Organbrei Asparagin, Glykokoll, Natriummalonat + Harnstoff zugesetzt, d. h. Stoffe, aus denen in der Leber der Sauropsiden Harnsäure synthetisch gebildet wird. Eine Oxydation des Xanthin zu Harnsäure fand nicht statt, wohl aber nahm bei Zusatz der zuletzt genannten Stoffe die Harnsäuremenge im Organbrei ganz beträchtlich zu, so daß der Schluß erlaubt ist, daß die Mitteldarmdrüse von *Aplysia* dieselbe Leistung vollbringt, wie die Leber der Reptilien und Vögel, nämlich eine *Harnsäuresynthese*. Die Harnsäure stellt ein Endprodukt des Stoffwechsels dar und findet sich dementsprechend auch in Menge im Nephridium der Schnecke. Die funktionelle Analogie zwischen der Mitteldarmdrüse von *Aplysia* und der Leber der Sauropsiden ist um so bemerkenswerter, als diese Organe morphologisch nichts miteinander zu tun haben.

P.

Der Druck in den kleinsten Blutgefäßen der menschlichen Haut. Zur Messung des Drucks der Haargefäße der Haut benutzte man bisher Apparate, die festzustellen erlaubten, bei welchem Druck, der auf die Haut ausgeübt wird, infolge der Kompression der kleinsten Gefäße ein Erblässen eintritt. Am vollkommensten gelingt die Beurteilung der Hautfarbe und damit die Feststellung einer eben merklichen Kompression der kleinsten Gefäße mit dem „Ochrometer“, das Basler (*Pflüg. Arch.* Bd. 147, 1912, p. 393 bis 402) beschrieben hat. Mit diesem Apparat wurde für die Hauptkapillaren ein Druck von etwa 7 mm Quecksilber gefunden. Jetzt hat Basler (*Pflüg. Arch.* Bd. 157, 1914, p. 345—370) einen Apparat konstruiert, der nicht die subjektive Feststellung eines eben merklichen Erblässens erfordert, die von der Beleuchtung und der Person des Beobachters stark abhängig ist, sondern objektiv den Druck anzeigt. Neu ist hierbei prinzipiell, daß der Druck der *eröffneten* Kapillaren gemessen wird, d. h. der Druck, unter dem Blut aus einem feinen, flachen Hautschnitt, durch den nur die kleinsten Gefäße eröffnet werden, ausfließt. Das „Hautmanometer“ (ein Kolbenmanometer) wird flüssigkeitsdicht auf die Haut geklebt, mit Kochsalzlösung gefüllt, und nun hebt das Blut, das aus der kleinen Wunde ausfließt, einen leicht beweglichen Kolben so lange, bis seinem Druck durch einen feinen Gummifaden, der von dem aufwärtssteigenden Kolben gespannt wird, das Gleichgewicht gehalten

wird. Die Auswertung des Druckes geschieht nach jedem Versuch von neuem, da sich die Elastizitätsverhältnisse des Gummifadens mit der Zeit ändern. Die Werte, die *Basler* an der Fingerbeere erhält, sind etwa eben so hoch, wie die, die er mit dem „Ochrometer“ bekam, d. h. sie betragen 90–120 mm Wasser oder 6,6–8,8 mm Quecksilber. Bis zu diesem Wert sinkt also der Blutdruck, der in der Aorta der Menschen etwa 180 mm Quecksilber beträgt, ab, auf dem Wege von der Aorta zu der Kapillaren der Hand, wenn diese etwas tiefer gehalten wird, als das Herz liegt. In den unteren Extremitäten ist der Kapillardruck natürlich wesentlich höher, beträgt doch beim aufrecht stehenden Menschen im Fuß selbst in den *Venen* der Druck noch über 1200 mm Wasser, d. h. 88 mm Quecksilber.

P.

Die Funktion der Flügeldecken der Käfer. In einer größeren anatomischen Studie über den Flugapparat der Blatthornkäfer hat *Stellweg* (Z. f. wiss. Zool. Bd. 108, 1914, S. 359–429) eine Reihe von Beobachtungen und Versuchen angestellt, die geeignet sind, uns eine Vorstellung über die flugtechnische Bedeutung der starren Flügeldecken (Elytren) der Käfer zu geben. Vor allem konnte die Ansicht widerlegt werden, daß diese Flächen als Tragflächen (Drachenflächen) in Betracht kommen. Schon die durch photographische Aufnahmen gesicherte Beobachtung, daß die Käfer (es wurden hauptsächlich Versuche am Maikäfer gemacht) beim Auffluge von einer horizontalen Fläche die Flugrichtung vertikal aufwärts oder sogar schräg *nach rückwärts* und aufwärts bevorzugen, schließt für das Auffliegen eine tragende Funktion der Flügeldecken aus. Weitgehende (stets symmetrisch ausgeführte) Verstümmelungen der Elytren machen die Käfer nicht unfähig zum Fliegen, ja nach ihrer völligen Entfernung wurde normaler Flug beobachtet, doch sind solche Tiere nur noch in *langsam* zu fliegen, wobei der Körper mit seiner Längsachse *fast senkrecht* steht. Normale Käfer können außer dieser Flughaltung noch eine andere einnehmen, bei der die *Fluggeschwindigkeit* wesentlich größer ist und die Längsachse des Körpers *horizontal* steht.

Da nach Entfernung der Elytren die Fähigkeit verloren geht, die horizontale Körperhaltung einzunehmen, so vermutet *Stellweg*, daß der Luftwiderstand der Flügeldecken bei raschem Fluge die Drehung des Körpers in die horizontale Lage bewirkt, wodurch der Gesamtwiderstand verringert wird. Er faßt die Elytren als *Stabilisierungsflächen* auf. Ein Versuch erläutert die Theorie: Wenn man einem in der Flugstellung präparierten Käfer eine Nadel durch die Flügelwurzeln quer durch den Körper stößt, so hängt er an dieser Achse zunächst vertikal. Erzeugt man nun einen Luftstrom von zunehmender Stärke, so dreht er sich in die horizontale Lage.

P.

Naturschutz und Mückenbekämpfung. Als wirksames Mittel der Mückenbekämpfung wird die Vernichtung der im Wasser lebenden Mückenlarven angewandt, die durch Übersichten der kleinen stehenden Gewässer, die die Larven beherbergen, mit Petroleum oder Sapol erreicht ist. Der II. Deutsche Vogelschutztag in Stuttgart (Mai 1911) hat in sehr scharfer Weise gegen diese Art der Mückenbekämpfung Stellung genommen, mit der Begründung, daß nicht nur die gesamte niedere Fauna und die Unterwasserflora der behandelten Gewässer vernichtet und den Amphibien die Laichplätze entzogen würden, sondern daß auch Säugetiere und Vögel, die nur ihre Zunge mit dem

Wasser benetzten, in kurzer Zeit unter schweren Qualen zugrunde gingen.

Diesen Behauptungen gegenüber weist nun *Schuberg* (*Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte* Bd. 47, 1914, S. 252–290) experimentell nach, daß die Übersichtung von Gewässern mit Petroleum nur für luftatmende Wasserbewohner tödlich wirkt, und auch für diese nur, wenn ihre Atemöffnungen so eng sind, daß sie durch das Petroleum verstopft werden, was außer bei den Mückenlarven z. B. noch für Wasservanzen zutrifft. Das Sapol übt in der Tat stärkere Giftwirkungen aus, so daß es zu vermeiden ist, wenn die Fauna eines Mückenbrutplatzes aus irgendwelchen Gründen, z. B. aus solchen des Naturschutzes, geschont werden soll.

Was aber die Schädigung von Vögeln anbelangt, so konnte *Schuberg* eine solche bei Enten, Hühnern, Amseln, Goldammern und Sperlingen, denen längere Zeit hindurch nur Wasser geboten wurde, das mit Sapol (in der üblichen oder sogar der doppelten üblichen Menge) überschichtet war, nicht nachweisen. Die Vögel tranken das Wasser und blieben gesund. Die Beobachtungen wurden zum Teil 31 Tage lang ausgedehnt. Für Säugetiere ist gleichfalls im Gesundheitsamt (durch *Rost*) der Nachweis der Unschädlichkeit von Petroleum und Sapol in Mengen, wie sie höchstens in Betracht kommen können, erbracht worden.

Auf Grund dieser experimentellen Erfahrungen weist *Schuberg* die Befürchtungen des Vogelschutztages, die in Form apodiktischer Behauptungen formuliert waren, als unbegründet zurück. Es liegt bei der sachgemäßen Anwendung des Petroleum- und Sapolverfahrens kein Grund zur Besorgnis vom Standpunkte des Naturschutzes vor.

P.

Trotzdem ein **Zusammenhang der Ernteerträge mit den Witterungsverhältnissen** selbstverständlich ist, ist es noch nicht gelungen, denselben ziffernmäßig festzulegen. Das Wachstum und Reifen der Feldfrüchte verteilen sich über einen längeren Zeitraum, so daß eine große Mannigfaltigkeit von Kombinationen der einzelnen meteorologischen Elemente zu berücksichtigen ist. Am deutlichsten ist noch der Zusammenhang mit den Niederschlägen, weil hier eindeutige Grenzen gegeben sind, die vollständige Dürre und die vollkommen verregnete Vegetationsperiode. In den *Studies on Climate and Crops* untersucht *Arctowski* den Zusammenhang des Kornertrages mit der Niederschlagsverteilung in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. (No. 4, *Corn Crops in the United States*, No. 5, *On some climatic changes recorded in New York City*. *Amer. Geogr. Soc.*, Vol. 44, 1912, S. 745–760, Vol. 45, 1913, S. 117–131.) Aus den beigegebenen Karten geht hervor, daß die Ernte dort gute oder schlechte Erträge aufweist, wo reichliche oder unbedeutende Niederschläge zur Verfügung stehen. Bei der gewaltigen Ausdehnung der Vereinigten Staaten ist es nicht zu verwundern, daß die *gleichzeitigen Ernteerträge* der einzelnen Gebiete *recht verschieden* ausfallen. Dabei zeigt sich ein Weiterwandern der fetten und mageren Jahre (im allgemeinen von West nach Ost), so daß Gebiete, welche in diesem Jahre einen schlechten Ernteertrag hatten, in einem der kommenden Jahre wieder gute Erfolge erzielen. Dieses Weiterwandern erfolgt mit der Verlagerung der Niederschlagszonen, die an die Wanderung der Depressionen erinnert, einer Erklärung aber große Schwierigkeiten bereitet. Vorerst steht nur die ausgleichende Gerechtigkeit des Mit-

tels fest. — Das Hauptergebnis der zweiten Arbeit kann dahin angegeben werden, daß (neben anderen Schwankungen) in den Temperaturverhältnissen von New York eine Periode von 25 Monaten existiert, die auch in den Beobachtungen anderer Orte der Vereinigten Staaten zum Ausdruck kommt. Die Maxima und Minima treten nicht gleichzeitig ein, nur die Perioden stimmen überein. Daraus folgt für die synoptische Darstellung ein Fortwandern eines Zustandes auf der Erdoberfläche, wie es sich in der ersten Mitteilung für ein anderes meteorologisches Element ergeben hat. S.

Daß unsere Bettwanze *Cimex lectularius* von Fledermausparasiten abstammt, ist nach O. M. Reuter (*Zeitschrift für wissenschaftliche Insektenbiologie* 1913) sehr wahrscheinlich. Von den bisher bekannten 19 Arten der Familie der Cimiciden, die alle einander sehr ähnlich sind, leben nicht weniger als 11 als Parasiten oder Halbparasiten bei Fledermäusen, wie auch alle Arten der verwandten Familie Polyctenidae. Alle diese Wanzen scheinen nach gelegentlichen Beobachtungen eine Ansiedlung bei einem andern Wirt nicht so zu scheuen wie die meisten andern Parasiten. Die Annahme liegt also nahe, daß sie von den Fledermäusen auf andere fliegende Tiere (Schwalben, Tauben usw.) übergegangen sind und bei den neuen Wirten neue Arten bildeten. Der Übergang auf den Menschen ist auch leicht verständlich, denn Schlafplätze der Fledermäuse befinden sich oft unter den Dächern menschlicher Wohnräume, besonders in den Tropen. Übrigens ist unsere Bettwanze auch zuweilen bei Fledermäusen gefunden worden, wie auch beim Menschen besonders in den Tropen nicht selten andere Arten der Familie schmarotzen. A. J.

Amöboide Bewegung bei Pigmentzellen. Zu der Frage, in welcher Weise die Ballung und Ausbreitung des Pigments in den Chromatophoren erfolgt, hat die Beobachtung isolierter lebender Pigmentzellen, die nach *Harrisons* Methode in Plasma explantiert waren, einen wichtigen Beitrag geliefert. Es werden zwei Ansichten über den Vorgang der Pigment-Expansion und -Kontraktion bis heute verfochten: nach der einen sollen die Pigmentzellen amöboide beweglich sein und die Ausbreitung des Pigments soll durch Ausstrecken von Pseudopodien, die Ballung durch deren Kontraktion zustande kommen. Demgegenüber lehrt die andere Richtung, daß die äußere Form der Pigmentzellen keine Veränderungen bei der Ausbreitung oder Ballung des Pigmentes erfahre, daß vielmehr die Pigmentkörnerchen in den Zellen fließen und sich dadurch bald um den Kern ballen, bald in alle Ausläufer der Zelle gelangen. Es ist *Holmes* (*University of California Publications in Zoology* Vol. 11, 1913, p. 143—150, Tafel 5 und 6) gelungen, Pigmentzellen aus der Haut älterer Embryonen und junger Larven von *Hyla regilla* im Explantat zu erhalten, die spontan aus den kleinen Gewebsfetzen auswanderten, in denen sie lagen, und nun völlig isoliert mit starken Systemen beobachtet werden konnten. Es zeigte sich dabei ganz zweifellos, daß die Zellen einer ausgiebigen amöboiden Bewegung fähig sind. Die Zellen lassen ein sehr durchsichtiges dünnes Ektoplasma und ein Endoplasma erkennen, das viel dünnflüssiger als das Ektoplasma ist. Nur in dem letzteren liegen die Pigmentkörnerchen. Ein Pseudopodium bildet sich zunächst aus Ektoplasma (also pigmentfrei), doch bald fließt das Endoplasma hinein, so daß man niemals Pseudopodien beobachtet, die auf

längere Strecken pigmentfrei sind. Das Pigment gibt also ein getreues Bild der jedesmaligen Zellkontur. Durch Belichtung oder schwache — nicht schädigende — Erwärmung konnten die isolierten Pigmentzellen nicht zur Kontraktion oder zu gerichteten Bewegungen veranlaßt werden.

Ist für dieses Objekt mit Sicherheit bewiesen, daß die Verschiebungen des Pigments durch amöboide Bewegungen der Chromatophoren zustande kommen, so ist damit freilich nicht ausgeschlossen, daß auch der andere Modus, der Körnerchenströmung bei konstanter Zellform vorkommt, doch wird man die diesbezüglichen Angaben mit noch größerer Kritik aufnehmen als bisher. P.

Die Epithelbewegung. Im Jahre 1912 hat *Oppel* Bewegungen an Epithelzellen von Säugetieren beschrieben, für die er einen eigenen Typus aufstellen zu müssen glaubt, der durchaus verschieden von dem Typus der Amöbenbewegung sein soll. *Oppel* stellte seine Beobachtungen an Schnittserien von kleinen Stücken Säugetierhaut an, die verschieden lange im Explantat — d. h. außerhalb des Körpers im Plasmotropfen auf dem Objektträger bei Körpertemperatur — gezüchtet worden waren, und kam zu dem Resultat, daß die ausgedehnten Ortsveränderungen, die die Epithelzellen ausführen, um Defekte zu überdecken, sich ohne die Bildung von Pseudopodien vollziehen.

An den Epithelzellen junger Amphibienlarven hat *Holmes* (*University of California Publications in Zoology* Vol. 11, 1913, p. 155—170, Taf. 7 u. 8) jetzt die Frage nach der Art der Bewegung isolierter Epidermiszellen wieder aufgenommen. Nach *Harrisons* Methode der Züchtung in der Deckglaskultur hat *Holmes* die Gewebestückchen monatelang am Leben erhalten. Zellvermehrung konnte fast nur in den ersten 2 bis höchstens 3 Tagen festgestellt werden, von da an blieb die Zahl der Zellen fast konstant. In solchen Präparaten konnten Beobachtungen über die Art der Bewegung von Epithelzellen gemacht werden, die in ganzen Zügen aus dem Gewebestück hinauswandern, und sich — infolge ihrer starken thigmotaktischen Reizbarkeit — an Oberflächen fester Körper, wie am Deckglas, an Baumwollfäden oder koagulierten Plasmotropfen ausbreiten. Es kommt hierbei zur Bildung ganz typischer Pseudopodien, die in kurzer Zeit starke Formveränderungen zeigen, die weder durch Zellwachstum noch Zellteilungen bewirkt sein können, sondern echte Formänderungen der einzelnen Zelle mit Vergrößerung der Oberfläche bei unverändertem Volumen sind, genau wie die Bewegungen der Amöben. Ganz besonders interessant ist das Verhalten isolierter Epithelzellen, die durch ihr amöboides Kriechen miteinander in Berührung kommen: solche Zellen bilden „sekundäre Membranen“ wie *Holmes* sagt, d. h. Membranen, die durch die Aneinanderlagerung vorher isolierter Zellen entstanden sind. Die Begrenzung der einzelnen Zellen in einer solchen „sekundären Membran“ ist meist hexagonal und ihr Aussehen ist ganz gleich dem eines Stückchens Epidermis eines erwachsenen Amphibiums.

Für die Amphibienhaut müssen wir also auf alle Fälle die Existenz echter amöboider Beweglichkeit der Epithelzellen annehmen, ob außerdem bei Säugetieren noch die besondere Art der Epithelbewegung ohne Oberflächenvergrößerung vorkommt, die *Oppel* annimmt, müssen weitere Versuche entscheiden. P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED
JUL 21 1914
U.S. Department of Agriculture

Heft 29.

17. Juli 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Leistungen der Vögel im Fluge. I. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 701.

Intelligenz- und Demenzprüfungen. (Schluß.) Von *Prof. Dr. K. Heilbronner, Utrecht.* S. 705.

Der angebliche Farbensinn der Insekten. Von *Prof. Dr. F. Doflein, Freiburg.* S. 708.

Bericht über die Tagung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig vom 22. bis 24. Mai 1914. Von *Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.* S. 710.

XIX. Tagung des Deutschen Geographentages zu

Straßburg i. Els. vom 2. bis 4. Juni. Von *Prof. A. Steinhauß, Marburg a. L.* S. 713.

Zuschriften an die Herausgeber:

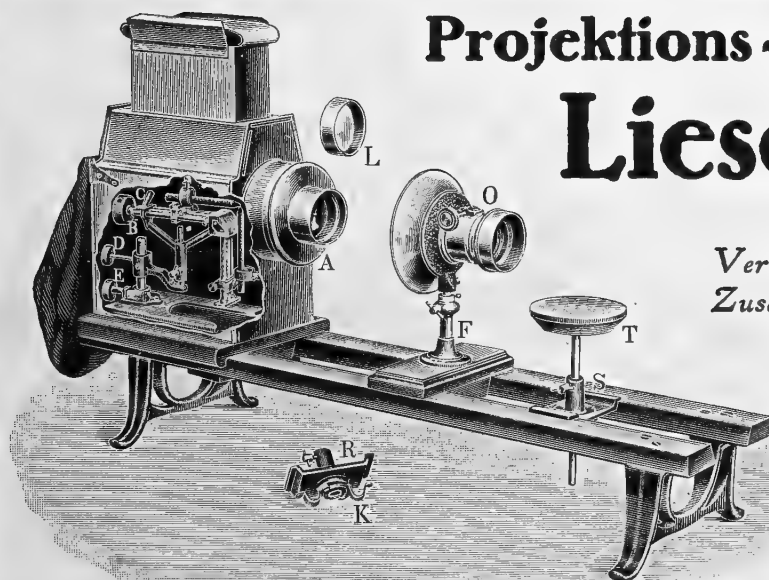
Das Gasrelais von Lieben und Reiss. Von *Lee de Forest, New York.* S. 716.

Erwiderung auf das Vorstehende. Von *Dr. Fritz Schulze, Berlin.* S. 716.

Zu dem „Nachtrag zu dem Aufsatz von Dr. K. Fajans: Die Radioelemente und das periodische System.“ Von *A. van den Broek, Gorsel.* S. 717.

Besprechungen. S. 718.

Physikalische Mitteilungen. S. 723.



Projektions-Apparate Liesegang

Verlangen Sie kostenlos
Zusendung eines Spezial-
Kataloges unter
Angabe, welchem
Zweck der ge-
wünschte Appa-
rat dienen soll.

★

Ed. Liesegang * Düsseldorf

Brieffach 124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Universalwiderstand mit zwei Schiebern und zwei Widerstandselementen, die in beliebiger Schaltung und auch unabhängig von einander verwendet werden können

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Soeben erschienen:

Die Diathermie

Von

Dr. Josef Kowarschik

Vorstand des Instituts für physikalische Therapie am Kaiser-Jubiläums-Spital der Stadt Wien

Zweite, verbesserte und vermehrte Auflage. — Mit 63 Textfiguren

Preis M. 5,60; in Leinwand gebunden M. 6,40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Bibliographisches Institut, Leipzig und Wien: Seite IV — Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite IV — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I — Siemens & Halske A.-G., Siemensstadt: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

17. Juli 1914.

Heft 29.

Die Leistungen der Vögel im Fluge. I.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Es liegt bei manchen Problemen ein ganz besonderer Reiz gerade darin, daß man von vorneherein weiß: eine wirklich exakte Lösung ist für sie zurzeit nicht zu geben. Man muß sich, wenn man den Lockungen derartiger Fragen folgt, den Vorwurf der Unexaktheit gefallen lassen, aber was schadet das schließlich, wenn man dafür den Gewinn eintauscht, auf Fragen, die von allgemeinem Interesse sind, eine — wenigstens vorläufig — befriedigende Antwort zu erhalten, die das Bild des Naturgeschehens um uns in einem wesentlichen Punkte vervollständigt.

Die Frage nach der Arbeitsleistung der Vögel oder überhaupt der Flugtiere beim Fluge ist oft gestellt und in verschiedenster Weise beantwortet worden.

Von der Auffassung an, der Vogel brauche eigentlich nur zum Aufliegen eine nennenswerte Arbeitsleistung, in der Luft bewege er sich ganz „müheles“, bis zu der anderen, die eine ganz unerhörte Leistung in der Flugbewegung sieht, kann man alle möglichen Anschauungen in der Lehre vom Tierflug vertreten finden, in der ja vielerlei krauses Zeug geschrieben worden ist.

Über die Arbeitsleistung des Menschen und einiger anderer Säugetiere beim Gehen, Steigen, Laufen, Radfahren usw. haben wir genaue Angaben, die durch die Zuntzsche Methode der Stoffwechseluntersuchung ermöglicht und in vielerlei Variationen durchgeführt sind. Es handelt sich hierbei stets darum, den Sauerstoffverbrauch und die Kohlensäureproduktion einerseits in der Ruhe, andererseits bei bestimmten Formen der Muskelarbeit zu bestimmen. Da wir den mittleren Nutzeffekt der Muskelmaschine kennen, läßt sich aus den Zahlen des Stoffwechselversuches berechnen, welche Arbeit geleistet worden ist.

Im Prinzip ist diese Methode natürlich ebenso gut auf die Flugleistung eines Vogels anzuwenden, wie auf die Marschleistung eines Soldaten, aber die technischen Schwierigkeiten haben es bisher verhindert, daß Untersuchungen mit ihr an Flugtieren ausgeführt worden sind. Wollen wir uns also nicht mit einem „ignoramus“ in bezug auf die Frage begnügen, die gerade heute, wo das Fliegen im Vordergrund des allgemeinen Interesses steht, häufig an uns gestellt wird, so müssen wir zu ihrer Beantwortung Wege einschlagen, die den „Exakten“ vielleicht zu unsicher erscheinen werden. In seiner vortrefflichen „Mechanik des Vogelfluges“

hat v. Parseval aus dem Weg des Druckmittelpunktes beim Flügelschlag die Flugleistung berechnet und diese Zahlen stellen auch heute noch die beste Lösung dar, die man dem Problem vom mechanischen Standpunkt aus geben kann.

Wir wollen hier versuchen, dem Gegenstande von der physiologischen Seite aus näher zu kommen.

Beginnen wir mit der Frage nach der Arbeitsleistung der Taube beim Fluge von verschiedener Geschwindigkeit, so können wir folgende Überlegung machen: Der physiologische Versuch hat ergeben, daß der Taubenmuskel seine Leistungsgrenze ungefähr erreicht, wenn er pro Kilogramm Gewicht ca. 6,0 kmg/sec leistet, d. h. die größte Leistung, die eine Taube von 350 g Gewicht, wovon 120 g Flugmuskulatur sind, vollbringen kann, beträgt 0,7 mkg/sec oder $\frac{1}{107}$ PS. Oder anders ausgedrückt: ein Kilogramm Taube kann als Maximalleistung 2 mkg/sec leisten. Diese Zahlen ergeben sich aus den Versuchen *Gildemeisters*¹⁾ an Flugmuskeln der Taube, die bei einer Belastung, die der angegebenen Leistungsgrenze entspricht, über 40 000 Zuckungen mit einer Frequenz von 8 Zuckungen pro Sekunde (also $1\frac{1}{2}$ Stunden lang) ausführen konnten, ohne merklich zu ermüden.

Welche Flugleistung kann nun eine Taube höchstens vollbringen? Die Beobachtung lehrt, daß Tauben gegen Wind von 15—18 m/sec eben noch aufkommen, und eine kritische Verarbeitung der Angaben, die über die Geschwindigkeit des Fluges der Brieftauben vorliegen, lehrt, daß die Grenze der Geschwindigkeit, mit der eine Taube einige Stunden zu fliegen vermag, bei ca. 20 m/sec liegt²⁾.

Mit dieser Geschwindigkeit können Strecken von 500 bis 600 km durchfliegen werden, Leistungen, wie sie bei großen Wettflügen von den Tauben vollbracht werden.

Wir haben also den Ansatz: bei maximaler für längere Zeit möglicher Muskelleistung, d. h. bei einer Leistung von 2 mkg/sec pro Kilogramm Körpergewicht, erreicht die Taube eine Geschwindigkeit von 20 m/sec. Hieraus läßt sich die Sekundenarbeit bei jeder anderen Geschwindigkeit berechnen, denn da der Luftwiderstand bei den Geschwindigkeiten, die hier in Frage kommen, dem Quadrat der Geschwindigkeit pro-

¹⁾ *Gildemeister*, Über den Einfluß des Rhythmus der Reize auf die Arbeitsleistung der Muskeln, speziell der Vogelmuskeln. *Pflügers Arch. f. die ges. Physiol.* Bd. 135 (1910), S. 366—384.

²⁾ *E. H. Ziegler*, Die Geschwindigkeit der Brieftauben. *Zool. Jahrbücher, Abt. f. Syst. und Biol.* Bd. 10 (1898).

portional ist, stehen die Leistungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten im Verhältnis der dritten Potenzen dieser Geschwindigkeiten, und wir erhalten als Leistung folgende Werte: bei einer Geschwindigkeit von:

		pro kg Körpergewicht
15 m/sec		0,84 mkg/sec
12 „		0,44 „
10 „		0,25 „
8,7 „		0,164 „

Die Geschwindigkeit von 8,7 m/sec wurde als letzte gewählt, weil sie die „Schwebegeschwindigkeit“ der Taube darstellt, wenn man annimmt, daß sie sich beim Fluge so einstellt, daß ihr Gesamt widerstand möglichst gering ist. Unter dieser Voraussetzung ist 8,7 m/sec die kleinste Geschwindigkeit, mit der eine Taube noch zu fliegen vermag, wenn sie nicht die Energie des Windes ausnutzt. Die Leistung, die der Flug mit dieser geringsten Geschwindigkeit erfordert, ist nur $\frac{1}{12}$ der höchsten Leistung, die für längere Zeit ohne Ermüdung möglich ist.

Aus diesen Zahlen ist zunächst nichts darüber zu entnehmen, welche Anstrengung ein Flug mit den angegebenen Geschwindigkeiten für die Taube bedeuten mag. Ein Vergleich mit den Leistungen des Menschen kann hier als vorläufige Grundlage dienen.

Wenn der Mensch gar keine Muskelarbeit mit Ausnahme der Arbeit des Herzens und der Atemmuskeln leistet, so verbraucht er eine gewisse Menge Sauerstoff und setzt eine gewisse Menge Energie um, die wir als den *Grundumsatz* oder *Ruhestoffwechsel* bezeichnen, und die das Minimum des Umsatzes darstellt.

Dies Minimum beträgt etwa pro Kilogramm Körpergewicht und Stunde beim erwachsenen Menschen 1,25 Cal (30 Cal pro Tag) oder pro Kilogramm und Sekunde 0,149 mkg. Jede Muskelarbeit bedingt eine Steigerung dieses Grundumsatzes, und zwar beträgt unter günstigen Verhältnissen die Steigerung des Energieumsatzes das *Dreifache* der Energiemenge, die als Arbeit nutzbar gemacht, d. h. gegen äußere Widerstände geleistet werden kann. Bei Menschen, die schwere Arbeit leisten, beträgt dieser „*Leistungszuwachs*“ im Mittel des ganzen Tages etwa das Doppelte des Grundumsatzes, während der Arbeitszeit von ca. 9 Stunden aber das 5,2fache des Ruhestoffwechsels. Für die Taube kennen wir einerseits den Grundumsatz aus Versuchen und können andererseits unter der Voraussetzung, daß auch bei ihr der Nutzeffekt der Muskelmaschine 33 % ist, wie es für den Menschen, das Pferd und den Hund nachgewiesen ist, berechnen, das Wievielfache des Grundumsatzes die Höchstleistung von 0,7 mkg/sec darstellt.

Im Grundumsatz verbraucht die Taube pro Sekunde 0,3 mg Sauerstoff. Der Leistungszuwachs soll so groß sein, daß er pro Sekunde 0,7 mkg als nutzbare Arbeit liefert, eine Leistung, die als Wärme ausgedrückt, 1,64 cal bedeuten würde.

Um so viel nutzbare Arbeit aufzubringen, muß der Umsatz an Energie dreimal so groß sein, d. h. 4,9 cal pro Sekunde betragen. Diese Energie wird durch Verbrennung der Nahrungsstoffe (bzw. beim Hunger: der Körperstoffe) gewonnen, und der Verbrauch von 1 mg Sauerstoff liefert dabei 3,2 cal, so daß pro Sekunde 1,54 mg Sauerstoff für die Muskelleistung verbraucht werden müssen. Dieser Verbrauch ist also 5,1 mal so groß, wie der Grundumsatz, d. h., eine Taube, die mit 20 m/sec fliegt, strengt sich ebenso sehr an, wie ein Holzfällerknecht bei schwerster Arbeit. Beim Bergsteigen ist die Anstrengung etwa ebenso groß, der Leistungszuwachs beträgt etwas mehr als das Fünffache des Grundumsatzes, wodurch dem, der nie als Holzfällerknecht tätig war, die Größe dieser Anstrengung vorstellbar werden mag.

Mit einer derartigen Leistung, die bei genügender Übung täglich viele Stunden lang vollbracht werden kann, ist nun für den Menschen keineswegs die absolute Leistungsgrenze erreicht. Für kurze Zeit kann der Energieumsatz noch stärker gesteigert werden.

Die Grenzleistung bei starkem Bergsteigen mag 0,24 PS betragen. Für kurze Zeit, für eine oder einige Minuten, kann sie auf das Doppelte gesteigert werden, d. h. es beträgt dann der Umsatz für die Leistung das 10fache des Grundumsatzes. Eine Taube, die ihren Umsatz in derselben Weise steigert, würde pro Sekunde 1,38 mkg leisten (pro Kilogramm Körpergewicht 3,94 mkg in der Sekunde) und sich eine Geschwindigkeit von 25 m/sec erteilen können. Hiermit dürfte aber auch die unüberschreitbare Grenze der Muskelleistung gegeben sein.

Diese Angaben für die Taube würden isoliert dastehen, wenn wir nicht das Gesetz kennen würden, das für die Intensität des Energieumsatzes der Vögel gilt, und das uns gestattet, für jeden Vogel die Größe seines Sauerstoffverbrauchs und damit seines Energieumsatzes anzugeben, wenn wir diese Zahlen von einem Vogel experimentell bestimmt haben.

Der Energieumsatz der Vögel, gemessen durch ihren Sauerstoffverbrauch, ist pro Gewichtseinheit um so größer, je kleiner die Vögel sind, und zwar sinkt der Umsatz bei zunehmender Größe proportional der dritten Wurzel aus dem Gewicht oder, was dasselbe ist, proportional der Linear dimension. Diese Beziehung bedeutet, daß der Energieumsatz pro Flächeneinheit für alle Vögel derselbe ist, wie dies die Zusammenstellung S. 703, Sp. 1, oben zeigt, die die annähernde Gültigkeit des Satzes für Vögel erkennen läßt, deren Gewichte, wie die des Sperlings und des Straußes, um das 6800 fache voneinander verschieden sind.

Während die Intensität des Sauerstoffverbrauches, bezogen auf ein Kilogramm Gewicht, beim Sperling 17,4 mal so groß ist wie beim Strauß, beträgt der Unterschied beider Werte, bezogen auf einen m² Körperoberfläche, nur etwa

Tier	Gewicht	Sauerstoffverbrauch	
		pro kg-Stunde in g	pro m ² -Stunde in g
Sperling	22	9,592	25,9
Taube	325	3,020	20,0
Ente	1 740	2,220	25,8
Gans	18 400	0,750	18,8
Strauß	150 000	0,550	28,1

10 %, und die größten Abweichungen von dem Mittelwert des Verbrauches pro Flächeneinheit (23,7) sind + 18,6 % und — 20,6 %.

Den Energieumsatz kann man aus dem Sauerstoffverbrauch leicht berechnen, da je 1 g Sauerstoffverbrauch einem Energieumsatz von 3,2 Kal entspricht.

Wenn die Leistungsgrenze der Taube bei einer Leistung von 2 mkg/sec pro Kilogramm Körpergewicht erreicht ist, so würden die folgenden Vögel eine, entsprechend ihrer Lineardimension, größere oder geringere Leistung zu vollbringen imstande sein, wie die folgende Tabelle angibt. Es ist dabei die Lineardimension der Taube gleich 100 gesetzt.

Vogelart	Gewicht in g	Linear- dimen- sion λ	Leistungs- grenze in mkg/sec pro kg Körper- gewicht
Kolibri	8	28,4	7,10
Schwalbe	20	38,5	5,20
Mauersegler	40	48,5	4,14
Möwe	110	68,0	2,94
Taube	350	100,0	2,00
Krähe	580	118,0	1,70
Ente	1 000	142	1,42
Storch	2 140	183	1,09
Auerhahn	2 600	195	1,03
Seeadler	5 000	243	0,825
kleiner Albatroß	6 800	269	0,745
Singschwan	9 600	302	0,660
Trappe			
Kondor	36 000	469	0,427

Es ist bei dieser Vergleichung vorausgesetzt, daß die Flugmuskeln bei allen untersuchten Tieren denselben prozentualen Anteil am Aufbau des Körpers nehmen. Diese Annahme ist nahezu berechtigt, denn für die meisten der untersuchten Tiere sind die Zahlen nicht sehr voneinander verschieden. So beträgt z. B. das Gewicht der Flugmuskeln ¹⁾ beim

Sperling	25,7 %	des Gesamtgewichtes
Taube	34,0 %	„ „
Krähe	22,4 %	„ „

¹⁾ Müllenhoff, Die Größe der Flugflächen. Pflügers Arch. Bd. 35 (1885), S. 407—453.

Ente	27,2 %	des Gesamtgewichtes
Storch	26,0 %	„ „
Seeadler	25,0 %	„ „
Trappe	23,9 %	„ „

liegt also immer zwischen 24 und 34 % des Gesamtgewichtes. Es kann allerdings auch bei sehr guten Fliegern das Flugmuskelgewicht sehr viel geringer sein, wie z. B. bei der Silbermöwe (Larus argentatus), bei der nur 15,7—17,1 % des Körpergewichts von rund 1 kg auf die Flugmuskeln entfallen.

Wenn eine Taube von 350 g Gewicht mit einer Sekundenleistung von 0,7 mkg bei längerer Beanspruchung die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreicht und mit ihr eine Geschwindigkeit von 20 m/sec erzielt, so läßt sich die größte Geschwindigkeit berechnen, die irgendein anderer Vogel, der der Taube in aerodynamischer Hinsicht *ähnlich* ist, bei der maximalen, für ihn möglichen Leistung, erreichen kann. Diese Grenzggeschwindigkeit ist umgekehrt proportional der dritten

Wurzel aus der Lineardimension $\sqrt[3]{\lambda}$ oder der sechsten Wurzel aus dem Gewicht $\sqrt[6]{P}$ wie sich leicht zeigen läßt: Die Grenzleistung ist proportional λ^2 , die Leistung, die einem größeren oder kleineren Vogel die Erreichung *derselben* Geschwindigkeit ermöglichen würde, wie sie die Taube erreicht (20 m/sec), würde proportional λ^3 sein, die Leistung bleibt also bei größeren Vögeln um einen Wert, der proportional $\frac{\lambda^3}{\lambda^2}$, also proportional λ ist, hinter der Leistung der Taube zurück, bei kleineren Vögeln übertrifft sie die Leistung der Taube um den entsprechenden Wert. Da die Leistungen bei verschiedenen Geschwindigkeiten sich wie die dritten Potenzen der Geschwindigkeiten verhalten, ist die erreichbare Grenzggeschwindigkeit umgekehrt proportional $\sqrt[3]{\lambda}$.

Die folgende Zusammenstellung gibt die

Vogelart	Grenzleistung pro Tier in mkg/sec	erreichbare Maximal- geschwindigkeit m/sec
Kolibri	0,057	28,2
Schwalbe	0,104	27,5
Mauersegler	0,165	25,2
Möwe	0,324	22,8
Taube	0,70	20,0
Krähe	0,99	19,0
Ente	1,42	18,0
Storch	2,34	16,4
Auerhahn	2,68	16,0
Seeadler	4,14	15,0
kleiner Albatroß	5,08	14,4
Trappe	6,32	14,0
Singschwan		
Kondor	15,40	12,2

Grenzleistungen, die bei längeren Flügen aufgebracht werden können, und die Geschwindigkeiten, die diesen Leistungen entsprechen.

Danach ist die Anstrengung für den Storch, der mit 16,4 m/sec fliegt, ebenso groß wie für die Taube bei 20 m/sec. Je größer die Vögel werden, desto geringer wird ihre Maximalgeschwindigkeit für längere Flüge, und es fragt sich, ob es nicht Vögel gibt, die mit einer Anstrengung, die jener der Taube bei raschestem Dauerfluge gleich ist, nicht zu fliegen vermögen, für die also das Fliegen eine ganz außerordentliche Anstrengung ist.

Um hierüber etwas aussagen zu können, müssen wir die „Schwebegeschwindigkeit“ der Vögel kennen. Von diesem Begriff war schon flüchtig die Rede und wir müssen jetzt etwas näher auf ihn eingehen.

Eine gewölbte Platte, die sich mit kleinstem Widerstand durch die Luft bewegt, vermag bei einer Geschwindigkeit von 1 m/sec eine Last von 50 g zu tragen¹⁾, und diese Flächenbelastung, die in der Schwebelage gehalten werden kann, wächst proportional dem Quadrat der Geschwindigkeit. Es kann also bei einer Geschwindigkeit von 5 m/sec eine Last von 1,25 kg schwebend erhalten werden, bei 10 m/sec 5 kg, bei 20 m/sec 20 kg. Diese Zahlen gelten für Platten, bei denen das Verhältnis von Spannweite zur Breite etwa 5:1 ist. Bei relativ schmälere Platten wächst die Tragfähigkeit und beträgt bei einem Verhältnis 7:1 etwa 60 g bei 1 m/sec Geschwindigkeit.

Um diese Zahlen auf die Vögel anwenden und ihre Schwebegeschwindigkeit berechnen zu können, muß man die tragende Fläche des Vogels kennen. Drei verschiedene Größen sind hierfür angegeben worden: entweder hat man nur die Größe der Fläche beider Flügel bestimmt, oder die Größe der Flügel zuzüglich der Projektionsfläche des Körpers, oder die Größe der Flügel vermehrt um ein Band von der Breite der Flügel quer über den Körper, was meist etwa der halben Projektionsfläche des Körpers entsprechen würde. In der folgenden Zusammenstellung ist die Schwebegeschwindigkeit aus der Flügelgröße berechnet und daher wohl etwas zu hoch, in Klammern stehen bei einigen Vögeln die Werte, die sich ergeben, wenn die ganze Projektionsfläche des Körpers als tragend angenommen wird, und diese Zahlen sind etwas zu niedrig, so daß der wahre Wert der Schwebegeschwindigkeit zwischen den beiden Zahlen liegen dürfte. Für den Kolibri, dessen Flügel gar nicht gewölbt sind, ist die Schwebegeschwindigkeit nach den Werten für ebene Flächen berechnet, die pro m² bei 1 m Geschwindigkeit nur 19 g zu tragen vermögen.

Vergleichen wir diese Zahlen mit den Werten für die maximale Geschwindigkeit, die bei starker Muskelleistung bei längeren Flügen erreicht

Vogelart	Flächenbelastung in kg pro m ²	Schwebegeschwindigkeit in m/sec
Kolibri	5,9	17,6
Schwalbe	1,67	5,7
Mauersegler	2,30	6,8
Taube	3,73	8,7
Krähe	3,92	8,8
Ente	14,60	17,2 (13,0)
Storch	5,0	10,0
Auerhahn	14,4	17,0 (15,0)
Seeadler	6,8	12,0
Trappe	16,2	18,0 (15,3)
Singschwan	19,6 ¹⁾	18,1

werden kann, so sehen wir, daß bis zur Ente hin das Fliegen für die aufgezählten Vögel keine besondere Anstrengung bedeutet. Die Ente erreicht bei starker Muskelleistung 18 m/sec, ihre Schwebegeschwindigkeit liegt etwas unterhalb 17 m/sec, ist also nicht mehr sehr weit von der Grenze der Dauerleistung entfernt.

Gerade an dieser Grenze steht der Auerhahn, der größte unserer Hühnervögel, der eine Schwebegeschwindigkeit von 15—17 m/sec, also etwa 16 m/sec hat, und dessen höchste Leistung, die für längere Zeit möglich wäre, auch gerade 16 m/sec beträgt. Für den Auerhahn ist der Flug stets eine recht anstrengende Bewegungsart.

Nun gibt es aber Vögel, die nach unserer Berechnungsart überhaupt nicht mehr imstande wären, Dauerflüge auszuführen: Singschwan und Trappe erreichen ihre Schwebegeschwindigkeit erst bei 16—17 m/sec, selbst wenn wir beim Singschwan die Tragfähigkeit pro m² bei 10 m/sec auf 6 kg ansetzen, entsprechend der langen schmalen Form seiner Flügel (Länge zu Breite 7,5:1).

Die größte Geschwindigkeit, die sie sich nach unserer Tabelle für längere Dauer erteilen könnten, würde nur 14 m/sec betragen, wobei der Leistungszuwachs schon das 5,1 fache des Grundumsatzes betragen würde.

Um 17 m/sec zu erreichen, müßten diese Vögel einen Leistungsumsatz aufbringen, der den Grundumsatz um das 9,4 fache übertreffen würde, ein Umsatz, der so ziemlich die Grenze der möglichen Steigerung darstellt und in wenigen Minuten zur Ermüdung führen muß.

Diese beiden Vögel, wie übrigens auch die Hühnervögel und die Enten, suchen ihre Nahrung nicht mehr fliegend, sondern laufend oder schwimmend. Sie fliegen nur relativ selten, offenbar mit Anstrengung. Ein Flug von wenigen Minuten bringt diese Tiere bei ihrer hohen Schwebegeschwindigkeit allerdings ein gutes Stück vorwärts, da sie ja etwa einen Kilometer pro Minute zurücklegen bei 17 m/sec Geschwindigkeit.

¹⁾ L. Prandtl, Betrachtungen über das Flugproblem. Denkschrift der „Ila“ zu Frankfurt Bd. I (Berlin, J. Springer, 1910), S. 140—150.

¹⁾ Tragfähigkeit pro m² bei 1 m/sec 60 g.

Diese biologischen Eigentümlichkeiten sind uns verständlich, da wir es nach unserer Rechnung mit Vögeln zu tun haben, die an der Grenze der Möglichkeit des Fluges mit eigener Energie stehen.

Die Zusammenstellungen über die maximale Dauergeschwindigkeit, die die Vögel bei einer Steigerung des Grundumsatzes um das 5,1fache erreichen können, stellen eine Idealreihe dar, in der nur die *Gewichte* der Tiere berücksichtigt sind und alle Zahlen unter der Voraussetzung einer *aërodynamischen* und *physiologischen Ähnlichkeit* mit der Taube berechnet wurden. Tatsächlich trifft die Voraussetzung dieser Ähnlichkeit nicht strenge zu, aber bei der Vergleichung von der Taube an bis zum Singschwan und der Trappe hin hat sie sich bewährt, zeigt doch für die beiden letzteren Tiere die Rechnung gerade so wie die biologische Beobachtung, daß wir uns bei ihnen schon den Grenzbedingungen des Vogelfluges nähern. Die physiologische Ähnlichkeit erfordert, daß die Eigenschaften der Flugmuskeln bei den verglichenen Vögeln einander gleich sind: diese Voraussetzung ist nicht immer gewahrt. Während die guten Flieger (Schwalbe, Taube, Storch, Schwan) rote Flugmuskulatur („braunes“ Brustfleisch) haben, sind die Flugmuskeln der Hühnervögel (Rebhuhn, Fasan, Auerhahn) blaß („weißes“ Brustfleisch). Physiologisch unterscheiden sich diese beiden Arten der Muskulatur in der Weise, daß die blassen Muskeln sehr rasch arbeiten, aber leicht ermüden, die roten sich langsamer zusammenziehen und strecken, dafür aber viel schwerer ermüden. Auf die Unterschiede, die sich hieraus bei gleich schweren Vögeln ergeben, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Rechnung und biologische Beobachtung führen zu dem Ergebnis, daß Vögel von etwa 10 kg Gewicht und 17 m/sec. natürlicher Geschwindigkeit an der Grenze der Flugmöglichkeit stehen, und die Beobachtungen an Trappe und Singschwan, die nur relativ selten fliegen, bestätigen dieses Resultat. Nun scheint aber eine andere biologische Beobachtung ihm durchaus zu widersprechen, indem sie uns im Albatroß einen Vogel zeigt, der seiner Größe und Schwebegeschwindigkeit nach nur gerade noch mit größter Anstrengung würde fliegen können, und der tatsächlich wohl der ausdauerndste unter allen Fliegern überhaupt ist, ein Vogel, der seit den ersten Fahrten im Indischen und Pacifischen Ozean die Seefahrer in Erstaunen versetzt hat durch die Unermüdlichkeit, mit der er hinter ihren Schiffen hersegelte und ganz besonders dadurch, daß er diese Leistung anscheinend ganz mühelos, wie spielend vollbrachte, oft 10 bis 15 Minuten lang ohne einen einzigen Flügelschlag.

Über die Schwebegeschwindigkeit des Albatroß haben wir eine Untersuchung von der größten Autorität in aërodynamischen Dingen, von *Lancaster*¹⁾. Dieser Wert beträgt nach ihm

¹⁾ Aërodynamik Bd. 1, S. 231.

15,24 m/sec. Die Geschwindigkeit, die er sich bei starker Muskelanstrengung (5,1 facher Grundumsatz) erteilen könnte, ist nur 14,4 m/sec, er bedürfte also, um *überhaupt* fliegen zu können, eines Leistungsumsatzes, der das 6,2fache des Grundumsatzes beträgt, also schon eine sehr bedeutende Anstrengung darstellt.

In zwei Richtungen gibt dieser Ansatz zu Bedenken Anlaß: wie ist es möglich, daß der Albatroß stundenlang, tagelang eine Leistung vollbringt, die etwa gleich $(1 + 6,25)$, also rund gleich 7 mal dem Grundumsatz sein würde, und wie leistet er diese gewaltige Arbeit, da er doch seine Flügel weniger bewegt als irgend ein anderer Vogel, höchstens mit Ausnahme der großen Geier?

Wir kommen bei Betrachtung der Flugleistungen des Albatroß zu einem anderen Typus der Flieger, die der Taube *nicht mehr physiologisch ähnlich* sind. Die Taube stellt den Typus der Ruderflieger dar, und zu diesem Typus gehören auch Krähe, Ente, Storch, Seeadler, Auerhahn, Trappe und Singschwan. Im Albatroß dagegen haben wir einen Vertreter des Typus der Segel- oder Schwebeflieger.

Unsere ganzen Berechnungen über die Leistung im Fluge beruhen ja auf der Voraussetzung, daß die Leistung von den *Flugmuskeln* aufgebracht wird, daß die Vögel *keine äußere Energiequelle* haben, und diese Voraussetzung trifft für die Ruderflieger zu. Dagegen nutzen die Segel- oder Schwebeflieger die Energie des Windes aus, haben also eine *äußere Energiequelle*, und ihre Flugmuskeln brauchen im äußersten Falle, wie er beim Albatroß realisiert ist, im wesentlichen nur das Auffliegen und das Steuern zu besorgen, die eigentliche Flugarbeit leistet der Wind. Wie dies möglich ist, hat *Lancaster*¹⁾ ausführlich erörtert, und wir wollen darauf um so weniger eingehen, als das Problem schon in dieser Zeitschrift Gegenstand der Darstellung gewesen ist²⁾. Es ist aber wohl von Interesse, daß die stoffwechselphysiologische Betrachtung des Flugproblems auf das *Postulat* führt, daß Vögel von dem Gewicht des Albatroß oder darüber, die trotz eines solchen Gewichtes gewandt und ausdauernd fliegen können, *eine äußere Energiequelle haben müssen*.

Intelligenz- und Demenzprüfungen.

Von Prof. Dr. K. Heilbronner, Utrecht (Holland).

(Schluß.)

Bei der *Defektprüfung* sind nun noch besondere Umstände zu berücksichtigen, die bei der Intelligenzprüfung, speziell bei einschlägigen Laboratoriumsuntersuchungen kaum in Betracht kommen. Konnte oben davon ausgegangen werden, daß bei den Versuchspersonen, die sich der Laborato-

¹⁾ Aërodynamik Bd. 2, Kap. IX: „Der Segelflug“, S. 187—242.

²⁾ s. diese Zeitschrift Bd. 1, S. 615—618.

riumsprüfung zu unterziehen bereit sind, zumeist maximales Interesse vorausgesetzt werden darf, so fehlt es bei der Demenzprüfung in der Praxis nicht selten sogar an der Voraussetzung, von der die Intelligenzprüfung (auch bei Massenversuchen) im allgemeinen ausgehen darf, dem guten Willen, maximale Leistungen zu produzieren. Ein Teil der Demenzprüfungen erfolgt zu praktischen, forensisch-psychiatrischen Zwecken bei Angeeschuldigten, in deren — wirklichem oder vermeintlichem — Interesse es liegen kann, schwachsinnig zu sein. Die Häufigkeit der *Simulation* mag nun mancherseits überschätzt werden; daß sie vorkommt, ist doch verständigerweise nicht zu bestreiten, und wer sich nicht durch bedenkliche Fehldiagnosen bloßstellen will, der wird, so abhold er der „Simulanten-schnüffelei“ sein mag, doch an diese Möglichkeit zu denken haben. Es mag nun dahingestellt bleiben, ob das der noch ungenügenden Untersuchungstechnik zur Last zu legen oder in der Natur der Verhältnisse begründet ist: die Erfahrung lehrt, daß sich wirkliche und simulierte Defekte auch der sachverständigen Untersuchung an sich gleich darstellen; der medizinische Sachverständige wird ja in nicht wenigen Fällen imstande sein, Symptome festzustellen, die den sonst etwa naheliegenden Verdacht der Simulation auszuschließen geeignet sind. Diese Symptome liegen aber dann wohl ausnahmslos außerhalb des Rahmens dessen, was mit den Methoden der Defektprüfung feststellbar ist; in vielen Fällen handelt es sich um körperliche Störungen, die sich dann mit den — zunächst angezweifelte — Defektsymptomen zu typischen Krankheitsbildern kombinieren. Vielfach wird dem wirklich Sachverständigen die Erfahrung und der Vergleich seiner anderweitigen Beobachtungen mit dem „zweifelhaften“ Fall die Unterscheidung erleichtern; trotzdem wird aber ein Rest von Fällen übrig bleiben, in denen er über eine Wahrscheinlichkeitsdiagnose oder selbst ein non liquet nicht hinauskommen kann. Vor allem wird er nie imstande sein, auf Grund einer methodischen Intelligenzuntersuchung den Beweis der Simulation zu führen. Erfahrungen, auf die ganz speziell Ganser hingewiesen hat, haben im Gegenteil gelehrt, daß gerade ganz besonders grobe Fehler, die dabei auftreten, und die man geradezu als Beweise plumper Simulation anzusehen geneigt wäre, doch zum mindesten nicht in vollem Umfange als Produkte beabsichtiger Krankheitsvortäuschung aufzufassen sind. Gerade angesichts der praktischen Bedeutung derartiger Untersuchungen erscheint es angezeigt, die tatsächlichen Verhältnisse und die Grenzen der Leistungsfähigkeit der psychiatrischen Untersuchung klarzustellen.

Ganz andere, vielleicht noch größere Schwierigkeiten ergeben sich da, wo ein krankhafter Geisteszustand nicht ausschließlich durch Ausfallserscheinungen, sondern daneben auch noch

durch andere im engeren Sinne „psychotische“ Symptome bedingt wird: krankhafte Affekte, wahnhaftige Vorgänge, vor allem auch wahnhaftige Mißdeutung des Untersuchungsaktes als solchem, Hallucinationen. Dabei ist hier auf eine Frage nicht einzugehen, welche die Psychiatrie lange lebhaft beschäftigt hat, ob nämlich manche dieser Symptome, vor allem etwa Wahnideen, ihrerseits als Folge und Ausdruck, damit auch als Beweis der Demenz erachtet werden dürfen. Es handelt sich hier vielmehr nur darum, daß durch diese Störungen das Resultat der Demenzprüfungen beeinträchtigt werden kann; ihre Bedeutung nach dieser Richtung erhellt genugsam, wenn man sich erinnert, wie schon die einfachsten Wissensprüfungen, als welche die üblichen Examina abgehalten zu werden pflegen, durch den gemeinhin doch minder hochgradigen Affekt der Examensangst beeinträchtigt werden können.

So bedeutsam die Simulationsfrage für praktische Zwecke ist, so wichtig ist die hier berührte für rein wissenschaftliche Fragen; für die ganze Systematik der Psychosen wäre es von der allergrößten Bedeutung, wenn es gelänge, Methoden zu finden, mit denen es möglich wäre, mit Sicherheit neben den psychotischen Symptomen die der Demenz festzustellen, die insbesondere erlauben würden, neben der — oft sehr augenfälligen — Progredienz anderer Symptome auch die der Verblödung zu verfolgen und für die Vorhersage ebenso wie für die Auffassung der acut einsetzenden Zustände wäre fast nichts von so großer Wichtigkeit als eine Methode, die frühzeitig das erste Auftreten von Demenzsymptomen zu erkennen und ihre Weiterentwicklung zu verfolgen gestatten würde.

Über all diesen methodologischen Fragen kann nun leicht — und das ist sicher zuweilen tatsächlich geschehen — die viel wichtigere grundsätzliche übersehen werden: ob man mit den verschiedenen Methoden tatsächlich prüft, was geprüft werden soll, den Grad der Intelligenz resp. das Vorliegen einer Demenz. Sie läßt sich kaum beantworten ohne die Erörterung der Vorfrage, was überhaupt Intelligenz oder Demenz ist, resp. was darunter verstanden werden soll, und im engsten Zusammenhang damit ein wenigstens ganz kurzes Eingehen auf die Frage, ob es überhaupt berechtigt ist, von der Intelligenz und der Demenz schlechthin als von einheitlichen Zuständen zu sprechen. Die Erörterung greift damit wieder auf die schon eingangs gestreifte Frage zurück, ob es möglich und zulässig ist, alle Menschen nach dem Grade ihrer Intelligenz in eine einfache Reihe zu ordnen.

Für die Demenz, glaube ich, läßt sich heute schon der Nachweis führen, daß die Zustände, die unter diesem Namen zusammengefaßt werden, tatsächlich untereinander different sind, in dem Sinne, daß sie Additionsprodukte jeweils verschiedener, von Krankheitsform zu Krankheitsform, vielleicht sogar noch innerhalb derselben Form von

Fall zu Fall differenter Ausfälle darstellen — ganz abgesehen von den mannigfachen andersartigen Begleitsymptomen, die jeweils der Grundkrankheit eigen sind und deren Diagnose gestatten.

Berücksichtigt man, was eingangs schon erwähnt wurde, daß ein Individuum dement, zum mindesten defekt werden kann durch den Ausfall von Leistungen, deren Vorhandensein gleichwohl zur Intelligenz *nichts* beizutragen scheint, dann wäre die Annahme einer einheitlichen Intelligenz trotz dieser klinischen Feststellung wohl denkbar; soweit sich die außerordentlich schwierige Frage zurzeit übersehen läßt, scheint mir allerdings auch hier mehr gegen als für die Annahme zu sprechen.

Wollte man annehmen, daß die Intelligenz etwa einfach die *Summe* der mit den üblichen Untersuchungsmethoden prüfbaren Leistungen darstellte, dann wäre damit selbstverständlich der Begriff der *einheitlichen* Intelligenz aufgegeben; selbst zugegeben, daß man jeder Komponente, etwa so wie bei einer vergleichenden Prüfung, einen *Wertfaktor* zu geben imstande wäre, und daß es dann gelänge, mehrere Individuen mit gleicher *Endsumme* zu finden, dürfte von einer Identität nicht mehr gesprochen werden, wenn diese Summe aus differenten Größen sich ergeben hat.

Will man nicht annehmen, daß die prüfbaren Leistungen mit der Intelligenz im engeren Sinne überhaupt *nichts* zu tun haben, bringt man sie vielmehr in engere Beziehungen zu derselben, dann müßten sie in Abhängigkeit von dem Grade derselben zu- und abnehmen, und zwar untereinander in gleichem Verhältnis. Tatsächlich haben nun allerdings *Krüger* und *Spermann* zwischen einigen der zu prüfenden Faktoren eine hohe Korrelation gefunden, die ihnen die Annahme eines ausschlaggebenden Zentralfaktors nahelegte und die sicher im Sinne einer einheitlichen Intelligenz sprechen würde. *Förster* und *Gregor* konnten auch in gleichem Sinne sprechende Befunde an Kranken erheben; bei alledem wird man aber zu der Frage berechtigt sein, messen diese Methoden tatsächlich das, was wir als Intelligenz zu bezeichnen gewohnt sind?, und man wird dieser Frage um so weniger aus dem Wege gehen können, wenn man sich einer immer nachdrücklicher sich aufdrängenden klinischen Erfahrung erinnert, daß es nicht wenige „demente“ Kranke gibt, deren Demenz sich mit den üblichen Laboratoriumsversuchen *nicht* nachweisen läßt, andere — auch geisteskranke — Individuen, die bei diesen sehr schlecht bestehen, und die wir trotzdem nicht als dement anerkennen möchten.

Versucht man die grundsätzliche Frage zu beantworten, was denn nun eigentlich unter Intelligenz verstanden wird, dann ergibt sich eine Eigenartigkeit, die vielfach übersehen wird und deren Vernachlässigung sicher einen Teil der auf diesem Gebiete sich ergebenden Schwierigkeiten veranlaßt hat. Sie wird vielleicht am deutlich-

sten aus einer Bemerkung *Ziehens*, der zunächst die Frage stellt, ob es denn nicht auf eine *petitio principii* hinauslaufe, wenn wir einerseits Methoden zur Feststellung eines Defektes suchen und andererseits bereits dieses oder jenes Individuum als vollsinnig bezeichnen. Er glaubt selbst, daß dieser Einwand „in der Tat kaum ernst genug genommen werden“ könne; er glaubt ihm aber mit der Überlegung begegnen zu können, daß der in Frage stehende Begriff des Defektes und des Vollsinnns im letzten Grunde „konventionell und praktischen Bedürfnissen angepaßt sei“. Welche Gesichtspunkte dabei als ausschlaggebend angesehen werden, ergibt das Resultat einer Untersuchung von *Redepennig*. Nach einer im ganzen recht wenig ergiebigen systematischen Untersuchung von „sogenannten Dementen“ kommt er zu dem Schluß, den Dementen sei gemeinsam, daß sie „Einbuße erlitten an jenen Elementen, deren Vorhandensein die wesentliche Bedingung dafür ist, daß wir in dem Getriebe der sozialen Gemeinschaft die unserer Leistungsfähigkeit entsprechende Stellung gewinnen und erhalten“.

An die Stelle der klinischen oder psychologischen Betrachtungsweise tritt also plötzlich ein auf ganz anderen Grundlagen aufgebautes *Werturteil* oder, wie *Jaspers* es ausdrückt, eine teleologische Betrachtungsweise; selbst der jüngsten, von *Stern* versuchten Umschreibung ist diese nicht ganz fremd, wenn er die Intelligenz definiert als „allgemeine geistige Anpassungsfähigkeit an neue Aufgaben und Bedingungen des Lebens“ (wobei noch dahingestellt bleiben möge, ob man diese Umschreibung akzeptieren will, vor der sicher mancher berühmte, aber in Wissenschaft und Leben einseitige Gelehrte schlecht bestehen würde).

Über die generelle Frage, wie man sich zu einer Vermengung von zwei so differenten Betrachtungsweisen zu stellen hat, ist hier nicht zu sprechen. Die schwerste Verwirrung hat übrigens die Konfundierung klinisch-naturwissenschaftlicher Betrachtungsweise mit Werturteilen auf dem Gebiete der sogenannten moral insanity angerichtet. Für die spezielle hier behandelte Frage aber ergibt sich daraus das Folgende: Für die *psychologische* Betrachtungsweise wäre wenigstens theoretisch die Aufstellung *allgemein gültiger*, exakter und eventuell messender Untersuchungsmethoden denkbar; die Werturteile aber werden eine derartige Grundlage niemals haben können. Wo mehr oder weniger bewußt der Maßstab der sozialen *Brauchbarkeit* für die Beurteilung der Intelligenz maßgebend ist, da werden *zum mindesten* zwei von Fall zu Fall wechselnde Faktoren auf die Beurteilung influenzieren. Einmal das Milieu im weitesten Sinne, in dem der Untersuchte sich entwickelt hat und zu entfalten hat, und dem wohl *jeder* Untersucher einigermaßen Rechnung tragen wird; zum anderen aber die Auffassung des Beurteilers selbst über das, was er an sozialen Leistungen (wieder im wei-

testen Sinne) für wichtig und eventuell unerlässlich hält; hier handelt es sich nicht mehr um quantitative Abstufungen einer einheitlich zu denkenden Fähigkeit, auch nicht mehr um vergleichbare Summen verschiedener Einzelleistungen, sondern tatsächlich um qualitativ Differentes. Dann ergibt sich aber notwendig die Folgerung, daß es aussichtslos ist, nach Methoden und Maßen zu suchen, mit denen so differente Größen einheitlich geprüft und untereinander verglichen werden können, daß eine Methode oder eine Kombination von Methoden, mit denen es möglich wäre, die Intelligenz in dem so umschriebenen Sinne zu bestimmen, nicht existiert und nicht existieren kann.

Welcher der Beurteilungsmethoden man größeren Wert beizulegen hat: den Folgerungen, die man mit größerer oder geringerer Sicherheit aus den methodischen Untersuchungen im Laboratorium usw. ziehen zu dürfen glaubt, oder dem Augenschein, wie ihn die praktisch erwiesene Brauchbarkeit ergibt, ist begreiflicherweise ebenso wenig zu entscheiden. Nimmt man, wie auch Ziehen wohl mit Recht tut, an, daß Intelligenz- und Demenzprüfungen zumeist zu praktischen Zwecken vorgenommen werden, dann liegt es nahe, die praktische Erprobung als das ausschlaggebende Moment zu erachten. Für die Demenzprüfung steht wohl auch die Mehrzahl der Psychiater noch (oder wieder?) auf diesem Standpunkte. Wir werden geneigt sein, einen Kranken, der nach Ablauf einer akuten Psychose trotz Schwindens der psychotischen Symptome nicht mehr leistet, was er vorher geleistet hat, für defekt geworden zu halten, auch wenn eine minutiöse systematische Untersuchung, was vor kommen kann, keine Einbuße ergeben hat; wir werden die Resultate unserer Untersuchung einer Revision zu unterziehen bereit sein, wenn ein Kranker, der dabei schlecht abgeschnitten hat, unmittelbar darauf entlassen, Beweise unverminderter Leistungsfähigkeit ablegt. Unter demselben Gesichtspunkte wird der Psychiater es zum mindesten verstehen müssen, daß der Richter zuweilen einigermaßen skeptisch gegenüber einer Schwachsinnsdiagnose stehen mag, die der Sachverständige auf Grund seiner Untersuchung stellen zu müssen glaubt, bei Individuen, die nach glaubwürdigen und kontrollierbaren Berichten im Leben sich auch für einen etwas anspruchsvolleren Beruf suffizient erwiesen haben.

Selbstverständlich müssen auch die Grundlagen dieser sozialen Brauchbarkeit Eigenschaften bilden, die sich isolieren, umschreiben und isoliert prüfen lassen. Ja, es mag aussichtsreicher erscheinen, Methoden auszubilden, die diesen verschiedenen Veranlagungen gerecht werden, als immer wieder Untersuchungsschemata aufzustellen, welche die Intelligenz schlechthin untersuchen und quantitativ zu bestimmen geeignet sein sollen. Vielleicht wird eindringlicheres Studium noch zu der Erkenntnis führen, daß dies

Beginnen ebenso aussichtslos wäre, als etwa Erwägungen darüber, wer intelligenter sei: ein berühmter Mathematiker oder ein genialer Kaufmann, oder wessen Muskeln mehr taugten: die eines Athleten oder die eines Feinmechanikers.

Einen Ansatz in der angedeuteten Richtung stellen die Untersuchungen *Münsterbergs* dar, der in seinen sozial-psychologischen Untersuchungen nicht mehr die Intelligenz im allgemeinen, sondern die Eignung der Untersuchten für bestimmte praktische Aufgaben zu bestimmen unternimmt. Es bedarf keiner weiteren Ausführung, welche Aussichten sich unter diesen Gesichtspunkten und in der Weiterentwicklung derselben ergeben würden.

Nicht unerwähnt mag zum Schluß eine Perspektive sein, die sich unter ganz anderen Gesichtspunkten eröffnet. Dem genialen Physiologen *Pawlow* ist es bekanntlich gelungen, Methoden auszubilden, mit denen — zunächst an Versuchstieren — die Grundlagen psychischer Phänomene zu untersuchen waren, unter Ausschaltung der Schwierigkeiten, denen sonst alle psychologischen Untersuchungen ausgesetzt sind; man hat angefangen, diese Versuche auf den Menschen, speziell das frühe Kindesalter, zu übertragen, und *Krasnagorski*, der sich speziell um derartige Versuche verdient gemacht hat, glaubt daraufhin die Forderung gründen zu dürfen: „daß die sogenannte Intelligenzprüfung (und wie wohl ergänzt werden darf, auch die Demenzprüfung) ersetzt werden muß durch die rein physiologische Untersuchung der cortikalen Mechanismen“. Der Einwand liegt nahe genug, daß von den nach *Pawlow* prüfbaren cortikalen Mechanismen bis zu den Grundlagen der Intelligenz noch ein sehr weiter Weg sei; auch *Krasnagorski* hat das nicht übersehen, sondern ausdrücklich anerkannt. Wenn sich aber auch nur die Zuversicht berechtigt erweist, mit der er seine Betrachtungen schließt, „daß die Grenze des Gebietes, auf dem die objektive, rein physiologische Forschung und das mechanische Darstellen möglich ist, bedeutend weiter liegt, als allgemein angenommen wird“ — auch dann noch wäre der Gewinn ein heute kaum zu übersehender, und jedenfalls die Grundlage gewonnen für eine wirklich naturwissenschaftliche Behandlung der uns beschäftigenden Frage.

Der angebliche Farbensinn der Insekten.

Von Prof. Dr. F. Doflein, Freiburg.

In den Heften 15 und 20 dieser Zeitschrift beschäftigte sich Prof. *Pütter* mit der Frage nach dem Farbensinn der Bienen, welche eine heftige Polemik zwischen dem Münchener Ophthalmologen *von Heß* und dem Zoologen *von Frisch* veranlaßt hat. In seinem ersten Artikel hatte sich *Pütter* vollkommen dem kritischen Standpunkte

von Heß' angeschlossen; auf eine Entgegnung von Frischs hielt er es für richtig, die weitere Diskussion zu verschieben, bis die Polemik zwischen den beiden Autoren noch weiter durchgefochten sei.

Bekanntlich hat Heß in einer Reihe ausgezeichneten Untersuchungen wichtige positive Tatsachen über den Farbensinn der Wirbeltiere ermittelt. Seine Versuche beweisen mit großer Exaktheit, daß alle landbewohnenden Wirbeltiere von den Amphibien aufwärts Farbensinn besitzen. In seinen neueren Untersuchungen ist er aber zu dem Resultat gelangt, daß sowohl den Fischen als auch den sämtlichen von ihm untersuchten wirbellosen Tieren ein Farbensinn fehlt. Mir, wie vielen anderen Zoologen, scheinen seine Untersuchungen speziell über die Bienen nur zu beweisen, daß diese Tiere zwar auf die Helligkeitswerte der Farben so reagieren, als ob dieselben ähnlich auf sie einwirkten, wie auf einen total farbenblinden Menschen. Sie schienen mir aber nichts gegen die Annahme zu beweisen, daß die Bienen eine Unterscheidungsfähigkeit für die verschiedene Wellenlänge gewisser farbiger Strahlen, unabhängig von ihrem Helligkeitswert, besäßen. In dieser Meinung bestärkten mich eigene Beobachtungen sowie solche, welche von Schülern meines Laboratoriums angestellt worden waren.

Ich begrüßte es darum sehr, daß Herr Dr. von Frisch die Absicht aussprach, bei Gelegenheit der Jahresversammlung der deutschen Zoologischen Gesellschaft in Freiburg in meinem Institut seine Versuche einem größeren Kreise von Zoologen vorzuführen. Dr. von Frisch traf einige Tage vor dem Beginn des Kongresses in Freiburg ein und dressierte die Bienen meiner Bienenstöcke auf eine bestimmte Farbe. Seine Versuche verliefen mit einer solchen Präzision, daß er die sämtlichen bei Gelegenheit des Kongresses versammelten Zoologen und Physiologen von der Richtigkeit seiner Annahme zu überzeugen vermochte, daß die Bienen eine irgendwie geartete Unterscheidungsfähigkeit für Farben, unabhängig von deren Helligkeitswert, besitzen müssen.

Die Versuche waren folgendermaßen ange stellt: Unter einem kleinen Glasdach an der Wand der Nordseite des Institutes war in etwa 50 m Abstand von den Bienenstöcken ein kleiner Tisch im Freien aufgestellt. Auf diesen wurde eine Serie von Kartonvierecken ausgebreitet, welche zahlreiche Nuancen einer Grauserie von Weiß bis Schwarz repräsentierten. Diese waren in einer regellosen Anordnung aufgelegt. Zwischen ihnen befand sich ein blaues Quadrat. Auf jedes der Quadrate wurde ein Uhrgläschen gelegt. Während alle übrigen Uhrgläser frei von Inhalt blieben, wurde das auf dem blauen Feld stehende mit einer wässerigen Zuckerlösung gefüllt. Diese Lösung wurde während der Tage vor dem Kongresse, solange die Bienen flogen, etwa alle 20 Minuten regelmäßig erneuert. Schon nach kurzer Zeit begannen die Bienen den Tisch zu befliegen, nach-

dem sie zuerst durch eine aufgestellte Honigwabe in seine Nähe gelockt worden waren. Diese letztere Maßregel war notwendig, da bei der guten Tracht die Bienen weit über den Garten hinaus zu fliegen pflegten, und im raschen Vorbeifliegen das geruchlose Zuckerwasser nicht bemerkt hätten. Für die eigentlichen Versuche war das letztere aber vorteilhafter, da es den Verdacht eines etwa der Umgebung des Tisches anhaftenden Geruches leichter auszuschließen erlaubte. Wir werden gleich sehen, daß ein solcher allerdings bei der Beurteilung der Versuche gar nicht in Frage kommt.

Die bald regelmäßig anfliegenden Bienen wurden am ersten und zweiten Tag mit der bei den Imkern zur Markierung von Königinnen gebräuchlichen, weißgelben Farbe durch einen Tupfen auf die Oberseite des Thorax gekennzeichnet. Es zeigte sich bald, daß neben anderen gelegentlichen Besuchern die markierten Bienen bei dem Zuckerwasser auf dem blauen Felde stets in der Mehrzahl waren, d. h. es gewöhnten sich bestimmte Individuen, das blaue Feld aufzusuchen.

Zu dem entscheidenden Versuch wurde nun die ganze Anordnung der Kartonvierecke erneuert, d. h. es wurden lauter neue Kartons in einer von der früheren Anordnung abweichenden Reihenfolge aufgelegt, um jeden Verdacht anhaftenden Geruchs zu vermeiden. Es wurde ferner das blaue Viereck an eine andere Stelle der Gesamtanordnung gebracht, als es sie während der Dressur eingenommen hatte. Die ganze Tischplatte wurde sodann mit einer großen Glasplatte überdeckt und in die Mitte der Felder lauter neue, leere Uhrgläschen gestellt. Obwohl nun keinerlei anlockende Nahrung, noch irgendwelche Substanz, sich in den gut gereinigten Uhrgläschen befand, sammelten sich alsbald die markierten Bienen in großer Menge über dem blauen Felde an, ließen sich auf demselben und auf dem auf seiner Mitte befindlichen Uhrglas nieder, ja sie verharreten hartnäckig auf dem blauen Felde oder schwebten über demselben, während sich auf den anderen Feldern nur gelegentlich eine einzelne Biene einfand. Das Phänomen war so auffällig, daß es mit leichter Mühe gelang, eine farbige Aufnahme auf einer Autochromplatte zu machen, welche dann bei dem Vortrage des Herrn von Frisch während des Verlaufs des Kongresses an die Wand projiziert werden konnte.

Man konnte nun dem blauen Felde eine beliebige Anordnung unter der Glasplatte geben, ja man konnte den ganzen Tisch mit der Versuchsanordnung an andere Stellen des Gartens tragen, ohne daß die Bienen abließen, mit Hartnäckigkeit das blaue Feld zu befliegen. Ja, es zeigte sich, daß sie alle möglichen anderen blauen Gegenstände befliegen, welche sonst durch Zufall in der Nähe des Versuchsortes auftauchten. Als z. B. Dr. von Frisch einem Kollegen neben dem Versuchstisch eine Tafel aus seiner Arbeit demon-

strierte, welche die Versuchsanordnung zeigte und auf welcher das blaue Feld durch ein kaum einen Zentimeter großes Viereck bezeichnet war, flogen sofort markierte Bienen auf diesen kleinen blauen Fleck. Entsprechendes zeigte sich, als z. B. ein Herr mit blauer Krawatte das Versuchsfeld betrat. Daß die Anziehungskraft, welche der auf dem blauen Feld versammelte Klumpen von Bienen auf neu zufliegende Individuen ausübt, geringer ist als der Effekt der Blaudressur, beweist schließlich folgender Versuch: Bei Verschiebung der Glasplatte gelangt der Klumpen von Bienen an ein graues Feld. Die neu anfliegenden Bienen fliegen an dem Klumpen vorbei auf das blaue Feld, ja der alte Klumpen beginnt sich sehr bald aufzulösen; die Bienen fliegen auf und lassen sich auf dem blauen Felde nieder.

Ich glaube, diese Versuche sind mit einer solchen Vorsicht und so gewissenhafter Ausschaltung aller Fehlerquellen angestellt gewesen, daß man wohl behaupten kann, sie beweisen, daß die Bienen die blaue Farbe als etwas Besonderes wahrnehmen, und zwar daß sie sie von allen möglichen Tönen von Grau zu unterscheiden vermögen, welche sich dem Helligkeitswert der gewählten blauen Farbe aufs äußerste nähern. *von Frisch* konnte ebenso beweisen, daß die Bienen nicht sehr voneinander abweichende Nuancen von Grau nicht zu unterscheiden vermögen.

Ich glaube daher, daß wir eine weitere Entwicklung der Polemik zwischen *von Heß* und *von Frisch* nicht abzuwarten brauchen, sondern jetzt schon ein Recht haben, die Ergebnisse des letzteren anzunehmen, welche mit zahllosen biologischen Beobachtungen aufs beste harmonisieren. Ich habe die Gelegenheit ergriffen, hier für die Annahme eines Farbunterscheidungsvermögens bei den Bienen einzutreten, weil ich in meinem soeben erschienenen Band von „Tierbau und Tierleben“ von einer entsprechenden Annahme ausgegangen war, dort aber meine Stellungnahme nicht hatte ausführlicher begründen können.

Während der Zoologen-Versammlung in Freiburg demonstrierte Dr. *von Frisch* weitere Versuche, welche ebenso schlagende Beweise für seine Annahme des Farbensehens bei Fischen brachten. Er hatte von München bereits dressierte Stichlinge und Elritzen mitgebracht, welche auf Rot und Gelb dressiert waren. Wenn er an die Hinterwand der Aquarien, welche die Fische enthielten, graue Kartonblätter der verschiedensten Nuancen hielt, auf welche zwischen kleinen grauen Papierstückchen je ein rotes oder ein gelbes Stückchen geklebt war, so schossen die Fische mit einer erstaunlichen Präzision von allen Seiten konzentrisch auf die buntfarbigen Flecke los. Sie fanden sie nicht nur aus der ganzen Grauskala mit der größten Sicherheit heraus, sondern sie unterschieden sie auch von einem Papierfleck, welcher denselben Helligkeitswert für ein menschliches farbenblindes Auge besaß und neben ihnen auf einem schwarzen Grunde ange-

bracht war. Die Exaktheit, mit welcher die Versuche in den ersten Tagen klappten, war so überzeugend, daß niemand sich dem Eindruck zu entziehen vermochte. In den letzten Tagen des Kongresses starb eine große Anzahl der Fische infolge der Einwirkung des hier bei Freiburg sehr kalkarmen Wassers ab, da sie an das Münchener kalkreiche Wasser gewöhnt waren. Daher mögen wohl nicht alle Zoologen, welche der Versammlung bewohnten, diese letzteren Versuche gesehen haben.

Alle, welche die verschiedenen Versuche sahen, sind aber jedenfalls mit dem Eindruck geschieden, daß die wichtige Frage nach dem Unterscheidungsvermögen für Farben bei Bienen (als Repräsentanten der Insekten) und bei gewissen Süßwasserfischen in bejahendem Sinn ihre Erledigung gefunden hat. Wir fühlen uns *von Heß* zu Dank verpflichtet, daß er durch die Aufrollung der Frage uns auf den festen Boden geführt hat, von dem aus wir jetzt die mit dem Farbensehen zusammenhängenden Probleme beurteilen dürfen; Dr. *von Frisch* aber gebührt das Verdienst, diesen festen Boden geschaffen zu haben.

Bericht über die Tagung der Deutschen Bunsen - Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig vom 22. bis 24. Mai 1914.

Von Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.

Dem Grundsatz der Bunsen-Gesellschaft, ihre wissenschaftlichen Verhandlungen nach Tunlichkeit in jedem Jahre um einen anderen leitenden Gedanken zu gruppieren, wurde diesmal nur durch vier zusammenfassende Vorträge über die physikalische Chemie im Buchgewerbe entsprochen, an die sich eine Besichtigung der Buchgewerbeausstellung anschloß. An dieser Stelle kann nur der Hinweis auf diese Vorträge Platz finden, unter denen *Goldbergs* Ausführungen über graphische Technik von besonderem Interesse waren. Erwähnt sei ferner, daß eine von *Nernst* eingesandte Abhandlung thermodynamischen Inhalts an dem Begrüßungsabend vorgelesen wurde.

Die zahlreichen Originalarbeiten, welche der Versammlung vorgetragen wurden, verteilen sich auf die verschiedensten Zweige des Faches. Im Vordergrund des Interesses standen die Mitteilungen von *Fajans*, *Hönigsmid* und *Sackur*, welche Kriterien für die grundlegenden Theorien der letzten Jahre abgaben: die Theorien der radioaktiven Umwandlung und die Quantentheorie. Bemerkenswert ist im übrigen die verstärkte Neigung zur chemisch-optischen Richtung, der ein Viertel aller Vorträge gewidmet war.

E. Cohen, Die Metastabilität unserer Metallwelt als Folge von Allotropie und deren Bedeutung für Chemie, Physik und Technik.

Die bekannten Versuche des Vortragenden¹⁾

¹⁾ Z. f. physikal. Chem.

wurden fortgesetzt an Cu und Cd. Dilatometerversuche ergaben für jedes Metall *zwei* Umwandlungspunkte. Es ist wahrscheinlich, daß auch manche andere Metalle in *drei* allotropen Formen auftreten.

Eine Untersuchung über die elektromotorische Kraft der Huletschen Kette Cd/CdSO₄/Cd-Amalgam bestätigte die Existenz zweier Cadmiumformen: die Kraft der Kette sinkt um 3 Millivolt, wenn das gewöhnliche Cadmium durch die reine stabile Form ersetzt wird, die durch längeres Verweilen in Gegenwart einer Cadmiumsalzlösung bei geeigneter Temperatur hergestellt wird.

Es läßt sich voraussehen, daß die Bildung allotroper Formen bei zahlreichen Metallen vorkommt, und daß die Metalle, die man wissenschaftlich und technisch verwendet, Gemische der allotropen Formen in wechselnder Zusammensetzung sind. Die Bestimmung der physikalischen Konstanten der Metalle an reinen einheitlichen Modifikationen muß allgemein angestrebt werden.

H. v. Wartenberg, Dampfförmige Metallverbindungen.

Die Metalle zeichnen sich durch hohe Verdampfungswärmen und durch niedrige Wärmetönungen bei ihrer gegenseitigen Verbindung im kondensierten System aus. Daher läßt sich voraussehen, daß für die Stabilität von gasförmigen Verbindungen zwischen Metallen nur diejenigen Glieder der thermodynamischen Affinitätsbeziehungen maßgebend sind, welche die Änderung der Molekülzahl bei der Reaktion enthalten. Die Verbindungswärme im Gaszustand ist von der Differenz der Verdampfungswärmen nicht erheblich verschieden; sie ist deshalb, wenn die Metalle und ihre Verbindung ähnliche Werte des Siedepunktes und infolgedessen auch der molaren Verdampfungswärme haben, immer stark positiv, entsprechend der Änderung der Molekülzahl bei der Bildung der Verbindung. Wie alle gasförmigen Verbindungen, die sich unter starker Wärmeentwicklung und unter Verminderung der Molekülzahl bilden, sind diese Metallverbindungen stabil bei tieferen, sehr instabil bei höheren Temperaturen. Numerische Werte werden gegeben für MgZn₂ und Na₃Hg. Die Bildungswärmen der festen Verbindungen hat der Vortragende auf indirektem Wege (Messung von Auflösungswärmen) neu ermittelt. Die Rechnung ergibt, daß MgZn₂ bei 600 °C stabil, bei 1300 °C aber in die Elemente zerfallen ist. Durch Destillationsversuche im hohen Vakuum hat Berry (1911) die Existenz von gasförmigem MgZn₂ sehr wahrscheinlich gemacht. Dampfdichtemessungen des Vortragenden bei 1300 °C. in einer Iridiumbirne zeigten weitgehenden Zerfall an. Na₃Hg ist nach der thermodynamischen Rechnung beim Siedepunkte des Schwefels noch stabil. Die Messung der Dampfdrucke der beteiligten Stoffe gelang nach Überwindung einiger Schwierigkeiten, die der Dampfdichte aber scheiterte am Angriff der

Gefäße durch Na. Durch Destillation bei zwei verschiedenen Temperaturen und Analyse der Destillate wurde schließlich die Existenz gasförmiger Na-Hg-Verbindungen unzweifelhaft nachgewiesen. Die angewendeten Experimentalmethoden sind von besonderem Interesse.

K. Fajans, Über die Endprodukte der radioaktiven Zerfallsreihen.

Über diesen Vortrag ist bereits im Heft 22 dieser Zeitschrift ein Autoreferat erschienen. Hier soll daher anstatt einer Wiedergabe kurz auf die Bedeutung des behandelten Themas hingewiesen werden. Atomgewichtsbestimmungen, die auf Veranlassung des Vortragenden von Richards und Lemberg an Bleisorten verschiedener Herkunft ausgeführt wurden, ergaben für Blei aus Uranmineralien Zahlen, die um mehr als 3 Promille kleiner sind als für Blei von uranfreier Herkunft. Dieses Ergebnis bestätigt die vom Vortragenden und von Soddy aufgestellte Theorie, welche alle Eigenschaften und Umwandlungen der Radioelemente als Ausdruck neuer Naturgesetze erkannt und einheitlich zusammengefaßt hat. Gleichzeitig wurde das periodische System der Elemente in überzeugender Weise auf eine periodische Folge radioaktiver Umwandlungen zurückgeführt. Die chemischen Grundbegriffe werden geändert und erweitert: die Eigenschaften der Stoffe sind nicht eindeutige Funktionen der Atomgewichte, und einer jeden Stelle des periodischen Systems kommen im allgemeinen mehrere Elemente zu, die sich *nur durch ihre Masse* und die direkt von dieser abhängenden Eigenschaften unterscheiden. Die beiden letzten Sätze sprechen die Hauptpunkte der neuen Auffassung aus; ihre direkte Bestätigung durch die Atomgewichtsdifferenzen verschiedener Bleisorten ist der erste Beweis, der nicht mit den Methoden der Radioaktivität, sondern mit denen der reinen Chemie geführt wurde. Durch die mitgeteilten Untersuchungen werden zwei Probleme neu geschaffen: der Zusammenhang zwischen radioaktivem Ursprung und Atomgewicht eines Elements und der Vergleich der Eigenschaften von Isotopen (= Elementen, denen die gleiche Stelle im periodischen System zukommt). Wesentlich beeinflusst werden die Fragen nach dem Zusammenhang der Atomgewichte im periodischen System, nach der Erhaltung der Masse bei radioaktiven Umwandlungen und nach der Struktur der Atome.

O. Hönigschmid, Revision des Atomgewichts des Urans.

Die genaue Kenntnis dieses Atomgewichts ist von Bedeutung für die Frage der Erhaltung der Masse bei radioaktiven Umwandlungen, da Uran zu den wenigen radioaktiven Elementen zählt, deren lange Lebensdauer die Beschaffung größerer Mengen ermöglicht. Die von Richards und Merigold ausgearbeitete Methode, die sich auf die Reindarstellung von Uranbromid gründet, wurde mit Hilfe einer Quarzapparatur aufs genaueste

angewendet und durch sorgfältige Versuche über Abgabe und Aufnahme von Brom durch Uranbromid unter weitgehend variierten Bedingungen ergänzt. Das Ergebnis war die Herabsetzung des von *Richards* und *Merigold* in Glasgefäßen nach gleicher Methode gefundenen Wertes 238,5 auf 238,18. Das vom Vortragenden früher ermittelte Atomgewicht des Radiums 225,97 war vielfach angezweifelt worden, weil es unter Voraussetzung der Erhaltung der Masse bei radioaktiven Umwandlungen zu den Atomgewichten von Uran und Blei nicht paßte. Die Unstimmigkeit zwischen Radium und Uran ist durch die Neubestimmung des letzteren stark verringert. Die Unstimmigkeit zwischen Radium und Blei fand eine Erklärung durch die Theorie von *Fajans*, die für Uranblei ein niedrigeres Atomgewicht voraussagte. Der Vortragende hat diese Voraussage geprüft und für Blei aus Uranpecherz 206,74 gefunden. Dieses Ergebnis stimmt mit dem im vorhergehenden Vortrag mitgeteilten gut überein.

Fr. Fichtner, Die Kolbesche Reaktion bei der Sulfoessigsäure.

Untersuchung der Anodenvorgänge bei der Elektrolyse von Salzen der Sulfoessigsäure.

H. Goldschmidt, Das Gleichgewicht Wasserstoffion-Alkohol-Wasser.

Die elektrische Leitfähigkeit und die katalytische Wirkung alkoholischer Säurelösungen wurden in ihrer Abhängigkeit vom Wassergehalt untersucht. Die Grenzleitfähigkeiten wurden bei stärkeren Säuren durch direkte Extrapolation, bei schwächeren durch Differenzbildung mit Hilfe der Werte für die Salze, die Chloride der gleichen Basen und die Salzsäurelösungen ermittelt. Es kann kein Zweifel bestehen, daß die Wasserstoffionen in absolut-alkoholischer Lösung an Alkoholmoleküle angelagert sind, welche aus diesen Komplexen bei Zusatz von Wasser allmählich durch Wassermoleküle verdrängt werden. Die Gleichgewichtskonstante entspricht einer stärkeren Affinität des Wasserstoffs zum Wasser, so daß schon geringer Wasserzusatz weitgehende Hydratisierung herbeiführt. Alle Säuren folgen hierbei dem gleichen Gesetz, das aber nur bei geringem Wasserzusatz der einfachsten Annahme entspricht. Mit den Ergebnissen der Leitfähigkeitsmessung stehen die kinetischen Untersuchungen über Esterifizierung in saurer Lösung in gutem Einklang. Der Vortragende steht auf dem Boden der neuerdings mehrfach vertretenen Auffassung, daß außer den Ionen auch die undissoziierten Moleküle katalytisch wirken. Mit dem Satze von *Snethlage*, daß die Wirkung des undissoziierten Moleküls mit der Affinitätskonstante durchwegs Symbasie zeigt, ist der Vortragende nur bedingt einverstanden.

A. Hantzsch, Über Indikatoren.

Bei Indikatoren ist für die gegenseitige Umwandlung der verschiedenfarbigen Modifikationen

nicht die Ionisierung oder der Dispersitätsgrad das wesentlich Bestimmende. Als neue Beweise dafür werden an Kongo (ähnliches gilt für Helianthin) folgende Versuche vorgeführt:

1. In alkoholischer Lösung findet die Umlagerung in die blaue Form erst bei hoher Säurekonzentration statt; eine schwach saure blaue, wässrige Kongolösung färbt sich beim Eingießen in Alkohol rot. Die alkoholische Säurelösung ist mit der wässrigen Salzlösung optisch identisch.
2. Der Vorgang der Umlagerung kann erhebliche Zeiten in Anspruch nehmen.
3. Durch Verdunsten der alkoholischen Lösung oder durch Erhitzen des Pyridinsalzes läßt sich die instabile feste rote Säure erhalten.

In der Diskussion betonte *F. Haber* die Notwendigkeit, bei der Indikatorentheorie zwischen den zahlenmäßigen Beziehungen für die Konzentrationen und Affinitätskonstanten und zwischen der Natur der Umlagerung zu unterscheiden. Jene werden durch die Iontheorie erfolgreich dargestellt, diese muß auf anderem Wege aufzuklären versucht werden.

G. Just, Über die Anwendung von Elektronen bei chemischen Reaktionen.

Die bekannten Versuche von *Haber* und *Just* über den „Reaktionseffekt“¹⁾ werden nach zwei Richtungen ausgedehnt. Erstens wurde der Zusammenhang zwischen Reaktionseffekt und lichtelektrischem Effekt untersucht — ein Gebiet, das um so wichtiger ist, als noch Unsicherheit besteht, ob diese beiden Effekte wesensverschieden sind. Für diese Untersuchung wurde die Einwirkung von Thionylchlorid auf Na-K-Legierung gewählt. Der kombinierte Effekt von Licht und Thionylchlorid erreichte unter günstigen Umständen den zehnfachen Betrag der Summe der Einzeleffekte.

Zweitens wurden minder unedle Metalle unter Anwendung höherer Temperatur in den Kreis der Untersuchung gezogen. Geeignete Vorrichtungen erlaubten im Vacuum zu erhitzen und frische Metallflächen herzustellen. Kupfer zeigte bei 200 °C. unter der Einwirkung sehr verdünnten Joddampfes (erzeugt durch gekühltes Ansatzrohr mit Jod) einen starken unipolaren Effekt.

F. Haber, Elektrochemische Reaktionen beim Stromdurchgang durch die Grenze des Gasraumes gegen den Elektrolyten.

Bei der Fortsetzung der Versuche von *Makowetzky*²⁾ zeigte sich eine interessante sekundäre Erscheinung. Elektrolysiert man Schwefelsäure in einem Apparat, der eine der Elektroden oberhalb der Flüssigkeit im Gasraum enthält, mit Hilfe von hochgespanntem Gleichstrom und stark vermindertem Druck, so bildet sich Überschwefelsäure und daneben Carosche Säure in Mengen, die an der Anode den fünffachen Betrag des Faraday-

¹⁾ Ann. d. Phys. 30, 411 (1909).

²⁾ Z. f. Elektr. 1911.

schen Äquivalents übersteigen können, an der Kathode aber nur bis zu zwei Dritteln des Faraday'schen Äquivalents gehen. Der Effekt zeigt bezüglich der Schwefelsäurekonzentration ein ausgeprägtes Maximum bei 45 prozentiger Säure, ist von Stromstärke und Versuchsdauer wenig abhängig und wird durch energische Kühlung sowie durch Erhöhung des Gasdrucks ungünstig beeinflusst. Der Effekt, der sich nicht auf die bekannten Bildungsweisen der Persäuren zurückführen läßt, ist eine chemische Wirkung der Energiekonzentration im Elektrodengefälle.

(Schluß folgt.)

XIX. Tagung des Deutschen Geographentages zu Straßburg i. Els. vom 2.—4. Juni.

Bericht von Prof. A. Steinhauff, Marburg a. L.

Erster Tag.

Thema: Berichte von Forschern über neueste Forschungsreisen. Der erste Vortrag hieß:

„Land und Leute von Urundi (Deutsch-Ostafrika)“
von Geh. Hofrat Dr. Hans Meyer (Leipzig).

Urundi liegt östlich der Nordhälfte des Tanganjikasees und umfaßt ungefähr 30 000 Quadratkilometer mit einer Einwohnerschaft von mehr als 1½ Millionen Einwohnern. Urundi ist eine dem Bruchgebiet des zentralafrikanischen Grabens angehörende Landschaft, teils von Hochflächen mit Steilrändern, teils von Gebirgen mit meist wenig bewegtem Relief eingenommen. Der Urwald ist fast ganz durch den Ackerbau verdrängt, dieser wird zumeist als Terrassenkultur an den Berghängen betrieben, während die Täler vielfach von Papyrussümpfen bedeckt sind. In Flora und Fauna mischen sich ost- und westafrikanische Züge. So fand Meyer Schimpansen und Gorillas. Die Bewohner treiben die Viehzucht als Sport. Die Bevölkerung zerfällt in 3 Bestandteile, das Zwergvolk der Batwa als Urbewohner, die zu den Bantunegern gehörenden Bahutu und die von Norden her eingedrungenen hamitischen Batussi. Die hauptsächliche Wirtschaftskraft des Landes beruht auf dem Anbau der Bahutu, die Batwa bilden eine Pariaklasse und sind vielfach Töpfer und Schmiede. Nach einer Darstellung des täglichen Lebens, der Kleidung und Wohnung schilderte der Redner die eigenartigen staatlichen Verhältnisse. Der König ist kraft Erobererrecht Besitzer des Landes und verteilt es als jederzeit einziehbares Leben.

Die wirtschaftlichen Möglichkeiten sind sehr groß, wenn die Erschließung des Tanganjikasees für den Verkehr und die Ruandabahn es gestatten werden.

Privatdozent Dr. Behrmann (Berlin) sprach über seine Expedition auf dem Kaiserin-Augusta-Fluß im Jahre 1912/13¹⁾.

Hauptmann a. D. Dr. Filchner (Berlin) benutzte die Gelegenheit seines „kurzen Berichtes über die 2. deutsche antarktische Expedition“ dazu, den Nachweis zu führen, daß die Expedition wohl vorbereitet gewesen sei und mannigfache Erfolge gehabt habe.

Zuletzt sprach Dr. Fritz Heim (München) über „die geologisch-geographischen Ergebnisse der 2. deutschen antarktischen Expedition in die Weddellsee“. Luitpoldland ist wegen ungünstiger Niederschlagsverhältnisse mit einer relativ dünnen, im Mittel 100—200 Meter mächtigen Eiskecke überzogen. Trogförmige Gletscher sind hier in die Masse des weißen Inland-eises eingebettet. Danach erscheint das Luitpoldland als ein noch ganz von Inlandeis überzogenes Fjordgebiet und nach den geologischen Befunden als eingebnetes Rumpfgelände. Das Weddellmeer streckt sich dem Roßmeer energisch entgegen, so daß die Hypothese, daß die Antarktika von einem großen Meeresarm durchquert werde, wahrscheinlich wäre, wenn nicht Amundsen dessen Nichtexistenz von der anderen Seite her nachgewiesen hätte.

Die schwimmende Barriere, die man gefunden, erscheint als Äquivalent der berühmten Roßbarriere, ist aber seit Roß im Zurückweichen. Sie könnte sich unter den heutigen klimatischen Verhältnissen nicht mehr bilden. Pressungen und Packungen kommen im antarktischen Eis viel häufiger vor, als man bisher annahm.

Süd-Georgien, das ebenfalls besucht wurde, erscheint als junges Faltengebirge, das, wie Strandterrassen zeigen, sich im Stadium der Hebung befindet. Die 3 Hauptketten zeigen eine großartige Vergletscherung.

Die Nachmittagssitzung war satzungsgemäß Fragen des geographischen Unterrichts gewidmet.

Zweiter Tag.

Geheimrat Professor Dr. Hahn (Königsberg) erstattete Bericht über die Arbeiten der Zentralkommission für deutsche Landes- und Volkskunde in Deutschland. Neuere Hefte zur speziellen Landeskunde sind erschienen für Württemberg, Hessen, Süddeutschland, das Samland, die Seen der Provinz Posen. In kürzester Frist wird eine „Beschreibung von Deutschland“ von Professor Gustav Braun erscheinen.

Prof. Dr. Meinardus (Münster) empfiehlt den hochbedeutsamen morphologischen Atlas von Passarge, in dem Aufnahmen kleinerer Gebiete mit genauer Berücksichtigung der morphologischen Verhältnisse vorhanden sind.

Thema der weiteren Verhandlung: Gebirgsbildung, Erdbeben. Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. Hecker (Straßburg):

„Die mitteleuropäischen Beben vom 16. November 1911 und vom 20. Juli 1913.“

Die Bedingungen, unter denen das Beben auftrat, waren für wissenschaftliche Bearbeitung günstig: bevölkerte Gegend, günstige Tageszeit für Beobachtungen, um den Herd ein Kranz von Stationen. Das Schüttergebiet vom 16. November umfaßt eine Fläche von 800 000 Quadratkilometer.

Die Stärke eines Bebens hängt nicht nur von der Entfernung ab, die Beschaffenheit des Untergrundes und tektonische Verwerfungsspalten erhöhen die Intensität.

Im Bodenseegebiet sind zahlreiche Seen verlandet, der dort jetzt vorhandene Moorboden ist von höherer Intensität als die anschließenden Gebiete mit festem Untergrund. Lose Schottermassen wirken dämpfend. Das hat sich besonders im Rheintal gezeigt.

Der Geologe wird aus den Erdbeben Anhaltspunkte für Verwerfungslinien erhalten. An den Schnittpunkten zweier Verwerfungen wird oft ein sekundärer Bebenherd entstehen.

1) Siehe besonderen Bericht.

Die Isoseisten sind keineswegs kreisförmig. Hier liegt eine dankenswerte Aufgabe der Geologen vor, zu ergründen, worauf diese Besonderheiten in dem Aufbau der obersten Erdkruste zurückzuführen sind.

Die Frage nach der Veränderung der Höhenlage nach schwächeren Beben ist aufgeworfen worden. Vergleichen der Landesaufnahme 1913 und 1905 und 1909/10 beweisen, daß bei Dornstetten im Schwarzwald, bei Stockach nahe dem Bodensee und in der Nähe von Sigmaringen sicher Unterschiede auftreten, in der Rauben Alb aber nicht. Danach ist anzunehmen, daß das Massiv des Schwarzwaldes sowie das Molassegebiet zwischen Donau und Bodensee im Aufsteigen begriffen sei; fraglich bleibt der Zusammenhang mit den Beben. 242 Registrierungen lagen vor. Diese sind für die Untersuchung der Elastizitätsverhältnisse der von den Wellen durchlaufenen Erdschichten wichtig. Bis 120 Kilometer Tiefe ist der Erdkörper nicht isogen, tiefer wird man den Erdbebenherd nicht suchen dürfen, da dann eine Tendenz zur Lageveränderung fehlt. Die beiden Arten der Bebenwellen, die longitudinalen und transversalen, müssen wegen verschiedener Fortpflanzungsgeschwindigkeiten von geeigneten Instrumenten nacheinander aufgezeichnet werden. Daß die zweite Art, die Transversalwellen, durch den Erdkörper zu uns gelangt, beweist, daß die Annahme, die Erde sei durch eine Magmaschicht in geschmolzen-flüssigem Zustande vom Erdkern getrennt, nicht haltbar ist. Sehr wichtige Schlüsse lassen sich aus der Laufzeitkurve, einer graphischen Darstellung der Zeit vom Herd zum Beobachtungsort, ableiten. Nach den neuesten Untersuchungen ist anzunehmen, daß es im Erdinneren mehrere Störungsflächen bei 1200, 2450 und 2900 km gibt. An letzterer Stelle beginnt der Nickeisenkern.

Für die Bestätigung bedarf es noch langer Arbeit, doch die Methode ist vorgezeichnet. Aber nur Weltbeben werden die nötigen Aufschlüsse geben. Das Beben vom 16. November 1911 hat aber für das Studium des Aufbaues nahe der Erdrinde wichtiges Material geliefert. Zwei Einsätze longitudinaler Wellen waren vorhanden, einmal steil, einmal flach gegen die Erdoberfläche gerichtet. Sie sind ein Argument für die Annahme, daß in 50 km Tiefe eine Schicht starker Brechungen und Reflexionen der Wellenstrahlen liegt.

Der Vortragende machte dann noch zahlenmäßige Angaben über die Lage des Epizentrums beider Beben, die Zeiten der Aufzeichnung bei den verschiedenen Stationen, die nicht genau genug sind, um die Herdtiefe sicher zu ermitteln.

„Über die Notwendigkeit, Zwischenformen neben den bekannten drei Hauptgruppen der Erdbeben zu postulieren“.

sprach danach Geh. Hofrat Prof. Dr. Günther (München).

Die zu allseitiger Anerkennung gelangte Einteilung in tektonische, vulkanische und Einsturzbeben beruht unzweifelhaft auf einer richtigen Einsicht in die Mannigfaltigkeit der Vorkommnisse, welche eine Störung des Gleichgewichtszustandes der Erdoberfläche bewirken können. Doch wird diese Vielseitigkeit durch eine Aufstellung von nur 3 Kategorien nicht vollkommen erschöpft. Schon die Grenze zwischen Dislokations- und Einsturzbeben ist nicht immer leicht zu ziehen, denn interne Schichtenverschiebungen vermögen Hohlräume zu erzeugen, die erst später zusammenbrechen. Und auch die auf vulkanische Explosion zurückzuführenden Erdstöße können Kombinationen mit solchen eingehen, die ursprünglich von anderen Ursachen her-

rühren. So ist sehr wohl denkbar, daß eine Gegend, die in relativ junger geologischer Vergangenheit starken vulkanischen Störungen ausgesetzt war, noch geraume Zeit in labilem Gleichgewicht bleibt und leicht subterranean Ortsveränderungen unterliegt, die in letzter Instanz auf erloschenen Vulkanismus zurückgehen. Solche Beben, wie sie im Ries bei Nördlingen häufig sind, kann man mit Recht als „pseudovulkanisch“ bezeichnen. Der Schütterbezirk ist dann stets wenig ausgedehnt. Andererseits haben gewaltige Katastrophen der neuesten Zeit, so zumal die von San Francisco, einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit dafür erbracht, daß das Magma, nicht triebkräftig genug, um große Eruptionen auszulösen, immerhin Auftreibungen und Verbiegungen zuwege bringt, die zunächst ganz wie tektonisch bewirkte sich ausnehmen. Diese Beben könnte man allgemeiner als „kryptovulkanische“ Beben ansprechen; hierunter gehört möglicherweise die schwere Erschütterung Südwestdeutschlands im November 1911. Charakteristisch würde für derartige Fälle das Auftreten verschiedener, anscheinend selbständiger Epizentralgebiete sein. Solchergestalt läßt sich zwischen jeder der 3 bekannten Klassen eine *Zwischenform* einschließen:

- tektonisches Einsturzbeben zwischen Dislokations- und Einsturzbeben,
- pseudovulkanisches Beben zwischen vulkanischem und Einsturzbeben,
- kryptovulkanisches Beben zwischen vulkanischem und Dislokationsbeben.

Vortrag von Professor Braun (Basel):

„Die Oberflächenformen des südlichen Endes der Mittelrheinischen Senke in der Umgebung von Basel“.

Überall um das Rheinknie sind Hochflächen von rund 500 m Höhe anzutreffen. Ihr geologisches Alter ergibt sich zu Miocän bis Oberpliocän, zu welcher letzter Zeit der Rhein noch in 530 m absoluter Höhe, 255 m relativer Höhe über Basel sich nach Westen hin über den südlichen Sundgau hinweg zur Rhone wandte. Auf dem selbstgeschaffenen Schuttkegel floß er sodann nach Norden über und schnitt jenes breite Tal aus, in dem sich jetzt die Oberfläche der eigentlichen Senke, die Niederterrasse ausdehnt, ganz unabhängig vom Unterbau, dem sogenannten Rheintalgraben. In der Niederterrasse hat der Rhein seit dem Ende des Diluviums erneut eine Rinne ausgearbeitet, in der er von Basel aufwärts das Liegende anschnidet, während abwärts wiederum Aufschotterung stattfindet. Profile und eine Karte zeigten die so gewonnene Gliederung der Oberfläche bei Basel in Stromniederung, Niederterrassenflächen, Schuttkegel, Hochflächen und die zwischenliegenden lößbedeckten Hänge.

Gleichzeitig fanden in einer Zweigsitzung die Berichte über neueste Forschungsreisen ihre Fortsetzung.

Dr. Fritz Klute (Heidelberg) berichtete über:

„Forschungen am Kilimandscharo im Jahre 1912“.

Der Kilimandscharo besteht aus 3 Vulkanen, die mit ihren Ausschüttungsmassen ineinandergreifen. Der mittlere dieser drei Berge, der Kibo, von 6010 m ist der höchste Berg Afrikas. Seine Kuppe ist bis 4500 m herab mit Eis und Schnee bedeckt. Die unteren Regionen des Gebirges sind stark bewohnt. Die höheren Regionen des Berges bis etwa 3000 m nimmt der Urwald ein, der den Berg ringförmig umgibt. Darüber folgen große Plateaus mit alpinen Sträuchern und Stauden, die mit Grasflächen abwechseln.

Das Arbeitsgebiet war die alpine Region. Zwei Wetterstationen, eine am Mawensi, die andere

am Kibo, gaben über das Klima Aufschluß. Wohl schwankt auch hier wie in den Alpen die Lufttemperatur zwischen Tag und Nacht um den Nullpunkt, doch haben wir Niederschläge nur in den beiden Regenzeiten, im April und November. Die Zeiten zwischen durch sind relativ trocken. Unter diesen klimatischen Verhältnissen nimmt auch die Abschmelzung des Gletschereises einen anderen Verlauf als in feuchten Gebieten. Die Schmelzung erfolgt in der Hauptsache durch die Sonnenstrahlung bei einer Lufttemperatur von meist unter 0°. Doch kommt das Schmelzwasser nicht zum Abfließen, sondern verdunstet in der trockenen Luft sofort.

Gleichzeitig mit den Gebirgen der übrigen Erdteile war der Kilimandscharo zur Eiszeit stärker vergletschert als heute. Die auch damals vorhandene Bevorzugung der Südseite des Gebirges für Vergletscherung ist von den Hauptwinden abhängig. Wir befinden uns in der Nähe des Äquators, im Gebiet der Passatwinde. Wären die Ursachen der Eiszeit nur Polschwankungen, so müßte man mit der Verlegung des Pols auch den Äquator verlegen, und damit würden die Passate über den heutigen äquatorialen Gebieten in anderer Richtung wehen. Sie hatten aber, wie oben angeführt, zur Eiszeit dieselbe Richtung wie heute. Die Eiszeit muß andere Ursachen gehabt haben, wie auch aus dem ungefähr gleichen Rückzugswert heutiger Gletscher gegen frühere in allen Erdteilen hervorgeht.

Professor Dr. Thorbecke (Mannheim) berichtet über die geographischen Arbeiten seiner

„Forschungsreise in das Ost-Mbamland in den Jahren 1911—1913“.

Frau Thorbecke bot in der Universität eine Ausstellung von Aquarellen und Gemälden aus dem Forschungsgebiet. Das Arbeitsgebiet der Expedition liegt im inneren Grashochland von Mittelkamerun zwischen den großen Flüssen Mbam und Djerem. Es ist 12 000 bis 13 000 qkm groß und im ganzen ein welliges Hochland von 600 bis 1000 m Höhe.

Durch eine gewaltige West-Ost streichende Steilstufe wird die Hochfläche der Ndomme, die im Süden direkt am Steilrand ihre höchsten Erhebungen hat (1000 bis 1300 m) und sich ganz allmählich nach Nordosten senkt, getrennt von der weiten flachen Wutebene (600 m).

Das im westlichen Wuteland gelegene Njanti-Gebirge, ein ausgedehntes Inselgebirge, besteht aus einem breiten Sockel in 1000 m Höhe. Es hat einem kleinen Rest der afrikanischen Urbevölkerung, einer Schar Pygmäen, Zuflucht gewährt, der ersten, die im Kameruner Grashochland entdeckt wurden.

Der nordwestliche Teil des Ostmbaumlades wird bewohnt von dem Volk der Tikar. Sie bauen Rundhütten mit Kegeldach und bewohnen Straßendörfer, in denen die Gehöfte hinter Graszäunen liegen. Dort tun die Männer die schwere Feldarbeit und überlassen den Frauen nur die leichteren Verrichtungen. Von Handwerken üben die Frauen die Töpferei, die Männer Schmiedehandwerk und Gelbguß.

Das südliche Ndomme in der Ebene wohnende Volk der Wute hat ausgesprochen kriegerischen Charakter, sie stammen weiter aus Norden und haben die anderen in der Ebene wohnenden Stämme teils vertreiben, teils unterworfen.

Im nördlichen Teil des Arbeitsgebietes, in Tibati, sind die berittenen, Rinder züchtenden Fullah, ein hamitischer Volksstamm, die herrschende Oberschicht,

doch sind sie in der einheimischen Negerbevölkerung aufgegangen.

Dr. Hans Gehne (Bonn a. Rh.) berichtete über:

„Erfahrungen und Beobachtungen von der Kamerun-Grenzexpedition 1912/13“.

Geomorphologisch gehört das besuchte Gebiet der Schwelle von Niederguinea an. An der Küste, vor allem in der Mondabucht, ist ihm ein breiter Gürtel von Mangrovesümpfen vorgelagert.

5 bis 10 km landeinwärts finden diese Sümpfe ihr Ende. Es beginnt ein mehr oder minder gewelltes Hügelland, das aus Sedimentgesteinen wahrscheinlich alttertiären Alters aufgebaut ist.

Die eigentliche Abtragung scheint nicht oberflächlich zu sein. Der plastische, bis zur Sättigung feuchte Verwitterungsboden quillt an den Hängen kleiner Bäche oft genug sichtbar heraus. Bergstürze wurden nirgends beobachtet. Dagegen erreicht die Abwärtsbewegung auch bei sanfteren Böschungen solche Beträge, daß auf dem Rücken häufig nur noch geringer Verwitterungsboden vorhanden ist. Ist aber auf den Rücken das anstehende Gestein entblößt worden, lichtet sich der Urwald ganz auffällig, ja es stellen sich in diesen regenfeuchten Gebieten trockenheitliebende Pflanzen wie Euphorbiaceen ein. Die oberflächliche Abspülung wächst und macht nun ein Absetzen des chemischen Verwitterungsbodens an Ort und Stelle unmöglich, der kahle Fels tritt zutage. An ihm arbeitet nun die Insolation, Blockhalden umgeben die Felsklötze. Wenn auch die Vegetation nicht die Abtragung verhindern kann, sie siebt doch das Material, und so findet man selbst in der Nachbarschaft solcher Blockhalden nur feine Quarzsande in den Flußbetten.

Der Materialtransport der Flüsse ist je nach den Jahreszeiten gänzlich verschieden. Die größeren Flußläufe im Innern mit ihren ausgedehnten Raphiasümpfen zu beiden Seiten ihrer Hauptrinne fließen in der regenarmen Zeit nur träge. Selbst nach heftigem Regen zeigt ihr Lauf kaum Trübung des durchsichtig braunen Wassers. Ganz anders wird das Bild gegen Ende der Regenzeiten. Der ganze Sumpf verwandelt sich in eine rauschende strömende Wasserfläche. Die Nebenarme sind reißende Flüsse geworden, und gewaltige schlammige Wasserfluten führen das während der trockenen Zeiten akkumulierte Material hinweg. Erst wenn die Hochwasserstände der Flüsse ein ausgeglichenes Gefälle zeigen, tritt ein Gleichgewichtszustand ein; der ist aber in den feucht-tropischen Gegenden erst erreicht, wenn das ganze Gebiet versumpft ist.

Das Gestein ist durch die chemische Verwitterung tiefgründig zersetzt und bis in große Tiefen in eine humogene Tonschicht verwandelt, die völlig durchfeuchtet ist und okergelbe Farbe zeigt. Bisweilen an der Küste führen die untersten Lagen noch Brocken des anstehenden Gesteins. Bei Kalken sind die Brocken zerfressen, aber selbst unverändert, Sandsteine besitzen eine rotschwarze, eisenschüssige Kruste, Tonschiefer hat man in dieser Lage nicht beobachten können, kristalline Gesteine zeigen intensiv rote Farbe.

In sumpfigen Gebieten geht die Farbe des Verwitterungsbodens in Gelbweiß bis Weiß über. Eine oberflächliche Schwärzung des Bodens durch den Moder der Vegetation ist nirgends eingetreten. Nur der faulige Mangrovenschlick ist tiefschwarz, er zeigt allerdings in getrocknetem Zustand eine blaßgraue Farbe.

(Schluß folgt.)

Zuschriften an die Herausgeber.

Das Gasrelais von Lieben und Reiß.

Der Apparat von *Lieben* und *Reiß* in seiner gegenwärtigen und für die Praxis bestimmten Form unterscheidet sich in keinem wesentlichen Stück von der mir im Jahre 1907 in den Vereinigten Staaten patentierten Form (Patent-Nummer 841 387). Ich war zweifellos der erste, der die Gitter- oder Zwischenelektrode in einem luftleeren Detektor mit einem heißen Faden als Elektrode gezeigt hat und habe sowohl in Deutschland im Jahre 1908 wie in den Vereinigten Staaten weitgehende Patentansprüche auf dieses ausschlaggebende Merkmal zugebilligt erhalten. Auf dieser Gitterelektrode und den zwei unabhängigen Stromkreisen (einem für das Gitter und einem für die Anode) beruhen alle die bemerkenswerten Eigenschaften, die das Audion zum Detektor, Stromverstärker und Oszillator machen und es in jeder Form über andere Formen von Detektoren und mechanischen Relais so unbestreitbar überlegen machen.

Ihr Referent jedoch, der offenbar gänzlich im Dunkeln darüber ist, was in dem Audionverstärker vorgeht, sagt: „Die Methode (*de Forest*) hatte den Nachteil, daß infolge der Ventilwirkung der Kathode, die zur Herabsetzung des inneren Widerstandes des Entladungsrohres bis zur Rotglut erhitzt wurde (s. w. u.), nur Halbwellen zwischen der Kathode und den anderen Elektroden übergehen können, weshalb es unmöglich ist, Wechselströme gleicher Frequenz und Kurvenform wie die zu verstärkenden Ströme zu entnehmen. Ferner können nur sehr schwache Ströme angewendet werden.“

Ich würde diese gänzlich irrige Feststellung vollständiger Unkenntnis dessen zuschreiben, was in dem Audion vorgeht, wenn Ihr Mitarbeiter in seinem Aufsatz nicht später die Wirkung in der *Lieben*-Röhre richtig beschrieb, die genau die drei wesentlichen Elemente meiner Erfindung enthält und in praktisch identischen Stromkreisen liegt.

Offenbar kann in dem einen keine stärkere gleichrichtende Wirkung vor sich gehen als in dem andern und keine stärkere Verzerrung. Der Audionverstärker wirkt auf Telefonströme weit unterhalb der Hörbarkeitsgrenze und verstärkt diese ohne Verzerrung 10 mal in einer Stufe, 60 mal in zwei und 500 mal in drei Stufen.

Ich bevorzuge niedrige Potentiale und zwei oder drei Kaskadenstufen gegenüber den von *Lieben* geforderten unhandlichen Batterien oder Generatoren.

Die Anordnung ist so keineswegs kritisch, was unbedingt der Fall ist mit den größeren Glasgefäßen, mit Generatorabständen zwischen Faden, Sieb und Anode und den erforderlichen höheren Voltzahlen.

Es ist wahr: „Das Relais ist für den Zweck des telephonischen Verkehrs erfunden worden,“ aber es wurde erfunden und patentiert jahrelang ehe die Arbeit von *Lieben* und *Reiß* angefangen wurde.

New York, 8. Juni 1914. *Lee de Forest*.

(Übersetzt a. d. Engl.)

Der vorletzte Absatz lautet im Original: The device is thus not at all critical which is decidedly the case with the larger bulbs with generator distances between filament, grid and anode and the higher voltages required.

Erwiderung auf das Vorstehende.

Unter Übergehung der persönlichen Bemerkungen

des Herrn *Lee de Forest* erwidere ich zur Sache selbst folgendes:

1. Herr *de Forest* zitiert einen Satz meines Aufsatzes, erklärt ihn für vollkommen irrtümlich, sagt aber nicht, was er daran für falsch hält.

2. Nach Ansicht des Herrn *de Forest* unterscheidet sich das *Lieben-Reißsche* Relais in seiner gegenwärtigen praktischen Ausführung in nichts von dem Audion. Er zitiert als Beweis das amerikanische Patent Nr. 841 387. Hierzu ist zu bemerken: es bestehen wesentliche, grundsätzliche Unterschiede zwischen beiden Apparaten, die auch Wirkungsweise und Empfindlichkeit beeinflussen. Das Audion arbeitet mit den von einem glühenden Wolframdraht ausgesandten freien Elektronen, d. h. mit Kathodenstrahlen; das *Lieben-Reißsche* Relais hat dagegen eine leuchtende Entladung, also eine durch Stossionisation hervorgerufene Bewegung der eingeschlossenen Gas- bzw. Dampfteilchen. Beide Anordnungen unterscheiden sich ferner in ihren Kathoden, Potentialverhältnissen und den abgegebenen Energiemengen voneinander, Merkmale, die für jeden Fachmann so deutlich und einleuchtend sind, daß sie auch Herrn *de Forest* nicht hätten entgehen dürfen.

3. Herr *de Forest* betont, daß sein Audion ohne Verzerrung Ströme verstärkt, die weit unter der Hörbarkeitsgrenze liegen, und daß er Kaskadenschaltungen anwenden kann, bei der 10 fache, 60 fache 500 fache Verstärkungen bei einer bis drei Stufen erhalten werden. An und für sich ist dies kein Vorteil gegenüber dem *Lieben-Reißschen* Relais, auch dieses verstärkt Ströme weit unter der Hörbarkeitsgrenze, es lassen sich ebenfalls mehrere Relais in Kaskade schalten, nur daß man damit bedeutend weiter kommt, weil man pro Stufe eine etwa 30 fache Verstärkung erhält. Was Herr *de Forest* indessen zu erwähnen vergißt, ist, daß bei seinem Relais die Verstärkung ganz bedeutend zurückgeht, wenn man wenig gedämpfte oder ungedämpfte Ströme verstärken will; hierin ist das *Lieben-Reißsche* Relais dem Audion bedeutend überlegen, da es zu einer sehr viel größeren Energieaufnahme befähigt ist, eine Tatsache, die von Herrn *de Forest* immer als Nachteil angeführt wird.

4. Herr *de Forest* gibt an, daß er auf eine größere Form und damit größere Verstärkung beim Audion zugunsten der Handlichkeit verzichtet. Ich stelle hierzu fest, daß die Vergrößerung des Gasraumes beim Audion keine Erhöhung der Verstärkung bewirkt. Herr *de Forest* kann mit einer größeren Ausführung wohl eine höhere Energieaufnahme pro Audion erzielen, aber die verhältnismäßig geringe Verstärkungszahl 10 kann er damit nicht heraufsetzen. Andererseits läßt sich das *Lieben-Reißsche* Relais in genau den gleichen Dimensionen ausführen wie das Audion, ohne daß hierdurch die Verstärkungszahl 30 im geringsten verringert wird.

5. Herr *de Forest* sagt zum Schluß seiner Zuschrift, daß sein Relais jahrelang erfunden und patentiert war, bevor das Werk von *Lieben* und *Reiß* begonnen wurde. Dies entspricht nicht den öffentlich bekannt gewordenen Tatsachen. Herr *de Forest* meldete am 25. Oktober 1906 sein Relais zum Patent an (amerikanisches Patent Nr. 841 387), Herr *von Lieben* sein DRP. Nr. 179 807 am 4. März 1906. In der letztgenannten Publikation war überhaupt zum ersten Male ein Kathodenstrahlenrelais beschrieben. Wie bei dieser Sachlage Herr *de Forest* die Priorität für sich in Anspruch nehmen kann, ist mir vollkommen unerfindlich.

Die Öffentlichkeit kann sich bei Beurteilung des Tatbestandes nur an das halten, was ihr übergeben worden ist, also in diesem Falle an die vorhandene Literatur und aus dieser folgt, daß Herr *de Forcst* auf dem in Frage stehenden Gebiete nicht der erste war.

Berlin, den 23. Juni 1914. Dr. Fritz Schulze.

Zu dem „Nachtrag zu dem Aufsatz von Dr. K. Fajans: Die Radioelemente und das periodische System“.

Da die in Heft 22 dieser Zeitschrift (Seite 543) von Dr. Fajans gemeldete experimentelle Bestimmung der „wirklichen“ Atomgewichte der Isotopen auch für das Problem der Struktur der Atome von großer Bedeutung ist, möge folgendes bemerkt werden. Wie früher betont¹⁾, spricht vieles dafür, daß den wirklichen Atomgewichten eine kontinuierliche Reihe aller geraden ganzen Zahlen bis 238 (alle Nicht-vierfache jedoch wahrscheinlich um eine Einheit erhöht²⁾) zugrunde liegt, der eine kontinuierliche Reihe aller möglichen intra-atomischen Ladungen beides Zeichens bis 119 entspricht (Gesamtzahl der Elektronen und Ladung eines rein positiven Zentralkernes), dagegen die Ladung des Rutherford'schen Kernes nicht dieser, sondern der Ordnungszahl der Elemente in der Mendeleeff'schen Reihe gleich ist. Die Abweichungen der Atom- (besser Elementar-) Gewichte von ganzen Zahlen wäre dann der Komplexität der Elemente, diese einer intra-atomischen Isomerie (Elektronenzahl bei gleicher Kernladung verschieden, bei verschiedener Kernladung gleich) zuzuschreiben, die Lagerung der inneren Elektronen jedoch immer eine „planetarische“ mit für jeden verschiedenem Radius.

Wären nun den α -Teilchen im Atom andere Teil-

vom Atomgewichte wären damit in Einklang⁴⁾. Ein dem Ra G (207,0) analoges Ak G (203,0), diesem im Abzweignungsverhältnisse beigemischt (etwa 8 %), würde dann, gleiche Stabilität beider Substanzen vorausgesetzt (auch die beiden A-Körper haben fast gleiche Lebensdauer), ein Uranblei vom Atomgewichte $0,92 \cdot 207,0 + 0,08 \cdot 203,0 = 206,68$ geben, während von Richards und Lemberg $206,60 \pm 0,03$; $206,60 \pm 0,01$ und $206,4 \pm 0,1$, von Hönigschmid und Horowitz durchschnittlich 206,74 gefunden wurden. Mit in Be und Tl übergehenden Bleiprodukten der Thoriumreihe vom Atomgewichte 208,0 wäre dann, bei der viel kürzeren Lebensdauer eines Thoriumbleies ($1/10$ bis $1/100$ des Radiumbleies), bei 60 % Thorium und 20 % Uran, ein Uran-Thoriumblei vom Atomgewichte 206,83 zu erwarten; zwar fand Hönigschmid für das Radium 226,0; gerade aber in dieser Pleiade sind Atomgewichte und Lebensdauer nicht mit einander in Einklang, und stimmt nicht das Verschiebungsgesetz (β -Strahlen!).

Auch die von Dr. Fajans genannten Wellenlängen der weichen γ -Strahlen des Radiums B²⁾ wären hier von großem Interesse, da sie, in Gegensatz zu der charakteristischen X-Strahlung, eine fast kontinuierliche Reihe von, die Frequenzen bestimmenden, Ladungen bis 98 im Innern des Atoms nachweisen³⁾. Für 15 von den 21 bestimmten Linien ist nämlich $\nu = k n^2$, wo k eine Konstante ($3,943 \cdot 10^{14}$) und n eine ganze Zahl zwischen 74 und 98:

$\lambda \gamma 10^8$:	0,793	0,809	0,838	0,917	0,982	1,006	1,029	1,055
$\sqrt{\nu/k}$:	98,0	97,0	95,3	91,1	88,0	87,0	86,0	85,0
$\lambda \gamma 10^8$:	1,074	1,100	1,196	1,219	1,286	1,315	1,349	
$\sqrt{\nu/k}$:	84,1	83,1	79,8	79,0	77,0	76,0	75,0	

die Zahl der Elektronen also fast gleich dem halben Atomgewichte und viel größer als die Ordnungszahl sein kann. „Vollständige“ γ , wie charakteristische

	Jo	Rd Th	Rd Ac ¹	ber. Rd Ac	Ra Em	Th Em	Ac Em	ber. AcEm
Atomgewicht . . .	231	228	227	$\frac{3}{(2:\sqrt{10^5:2})J.}$	223	220	219	$(53:\sqrt{3,48 \cdot 10^5:53}) s.$
Halbwertszeit . . .	$10^4 J.$	2 J.	19,5 Tg.	= 19,8 Tg.	$3,48 \cdot 10^5 \text{ sec}$	53 sec	3,9 sec	= 2,86 sec

$\sqrt[3]{}$ entspricht der Differenz 3 der Atomgewichte der Radium- und Thoriumanalogen.

chen (etwa H^+ , H_2^+ , H_3^+ oder H_3^{++} in nicht-molekularer Bindung) in größerer Menge beigemischt, so müßten neben Vierfachen alle anderen ganzen Zahlen bei den Atomgewichten gleich zahlreich sein. Von den 76 nicht auf . . . 5 endenden Atomgewichten der internationalen Tabelle fallen aber 30 auf $4n \pm 0,50$, und 26 auf $(4n - 1) \pm 0,50$, dagegen nur 7, fast alle seltener Elemente, auf $(4n \pm 2) \pm 0,50$, und 13 auf $(4n + 1) \pm 0,50$ (n ist eine ganze Zahl). Nach der Fajans'schen Regel werden diese aber, wo Isotopen da sind, meist nur durch je eine dieser bestimmt. Für die wirklichen Atomgewichte sind also $4n$ und $4n + 3$ als fast einzig mögliche Normalwerte zu betrachten; so u. a. für die Thoriumreihe $4n$; für die Uranreihe aber $4n + 3$, ebenso für die Aktinreihe, wo n für Analogen jedoch um eine Einheit niedriger wäre. $4n + 2$ aber wäre für alle diese sehr unwahrscheinlich. Eine Uranaktinreihe und eine logarithmische Abhängigkeit der Lebensdauer

X-Strahlen-Spektren müßten bei einer solchen Formel für Isotopen gleiche Frequenzen geben (die nach der früheren Methode meist nur nach Typen bestimmte Verschiedenheit der Strahlung für Isotopen käme, von der Intensität abgesehen, bei der großen Zahl der neuen Linien und der ungleich genaueren Methode wohl nicht mehr in Betracht), mit Ausnahme jedoch der höchsten Frequenzen, aus denen die Gesamtladung aller positiven Teilchen zu bestimmen wäre. Wäre aber neben dem wirklichen Atomgewichte auch die relative Höchstladung der rein positiven Zentralkerne gegeben, so wäre eine Entscheidung bez. der wirklichen Konstituenten der Atome wohl eher möglich.

Gorsel (Niederlande), 19. Juni 1914.

A. van den Broek.

¹⁾ Siehe auch K. Fajans Sitzber. d. Heidelberger Akad. d. W. Mai 1914 und Göhring, Physikal. Ztschr. 15, 672, 1914. Eine Abstammung des Aktiniums aus der Uranreihe wäre aber auch über IV (α) und II (β) möglich.

²⁾ Rutherford und Andrade, Phil. Mag., May 1914, p. 861.

³⁾ Van den Broek, Nature, June 11, 1914, p. 376.

¹⁾ Siehe u. a. Nature, Nov. 27 und Dez. 25., 1913; Juni 11., 1914.

²⁾ Physikal. Ztschr. 14, 1913, S. 37.

Besprechungen.

Stromer v. Reichenbach, E., Lehrbuch der Paläozoologie. II. Wirbeltiere. Leipzig, B. G. Teubner, 1912. VIII, 325 S. u. 234 Fig. Preis geb. M. 10,—.

Alle, die den vor vier Jahren erschienenen ersten Band dieses Lehrbuches gelesen hatten, haben sicher dem zweiten Bande mit großer Spannung entgegen gesehen. Hat doch gerade die Wirbeltierpaläontologie in den letzten Jahren eine wesentliche Förderung erfahren, die eine kurze übersichtliche Darstellung ihrer wichtigsten Fortschritte sehr erwünscht machte. Außerdem sollte der Band auch allgemeine paläontologische Betrachtungen bringen. Leider hat sich das Erscheinen dieses Bandes ziemlich lange hinausgezogen, dafür erfüllt er aber auch alle Erwartungen, die man ihm entgegenbrachte. Durchweg sind die neuesten Arbeiten berücksichtigt und es wäre sehr zu wünschen, daß dieses Lehrbuch dazu beitrüge, die Ergebnisse der Paläontologie, z. B. in bezug auf die Systematik der Säugetiere in weitere Kreise, besonders in die der Zoologen zu tragen, in denen sie noch ungebührlich wenig Beachtung gefunden haben. Wie im ersten Bande sind jeder größeren Gruppe Zusammenstellungen über die neue Literatur, die geologische Verbreitung und Entwicklung und mit kurzen Diagnosen beigegeben, die die Benutzung des Buches sehr erleichtern und Weitervertiefung in ein besonderes Gebiet ermöglichen. Besonderes Interesse besitzen neben den Kapiteln über die geologische und geographische Verbreitung der einzelnen Wirbeltierklassen die Schlußbetrachtungen. Auf eine Übersicht über die Faunenfolge folgt ein kurzes Kapitel über Tiergeographie und Ökologie in der Vergangenheit und ein umfangreicheres über Paläozoologie und Entwicklungstheorie. Unter den Beweisen für den Grundgedanken sind hervorzuheben die wesentliche Ähnlichkeit der zeitlich aufeinanderfolgenden Faunen, die Möglichkeit, die im Wechsel der Zeiten so verschiedene geographische Verbreitung der Tiere zu erklären, Beispiele für das biogenetische Gesetz, für die Bildung rudimentärer Organe, für Atavismen und endlich das Vorhandensein paläontologisch belegter Stammreihen. Besonders hervorheben möchten wir hier die Bemerkung, daß viele unserer systematischen Einheiten keine natürlichen sein dürften, und daß vieles für eine große Bedeutung polyphyletischer Abstammung spricht. Möglich ist eine wiederholte, „iterative“ Entstehung ähnlicher Formen aus gleichem Grundstamme, weniger sicher die Möglichkeit sprunghafter Entwicklung in größerem Maßstabe. Dagegen ist wichtig und ziemlich gesichert, daß gleichsinnig verlaufende Formänderungen in vielen Stammreihen zugleich auftreten können, wenn auch das Tempo der Entwicklung verschieden ist. Dies gilt z. B. von der Größenzunahme der Tiere, von der Entwicklung vom Niederen zum Höheren. Mit Recht wendet sich der Verfasser dabei gegen die allzustrenge Betonung des Dolloschen Gesetzes von der Nichtumkehrbarkeit der Entwicklung. Bei der Erörterung der Ursachen der Stammesentwicklung wird die Bedeutung der Einflüsse der Umgebung und der Ortsveränderung der Tierformen betont; es fehlt aber auch nicht an Beispielen für die Darwinsche Selektionstheorie. Jedenfalls kann man nicht alle Abänderungen ausschließlich vom lamarckistischen Standpunkte aus erklären. Sehr interessant sind die Ausführungen über Tod und Aussterben. Diese lassen sich sicher nicht einheitlich erklären, sondern können auf sehr

verschiedene Ursachen zurückgehen. Auf weitere Einzelheiten kann hier leider nicht eingegangen werden.
Th. Arldt, Radeberg.

Greil, A., Tafeln zum Vergleiche der Entstehung der Wirbeltierembryonen. Jena, G. Fischer, 1914. XIII, 379 S. und 15 Taf. Preis M. 70,—.

Das *Ernst Haeckel* zum achtzigsten Geburtstage gewidmete Monumentalwerk enthält etwa 1350 Durchschnitte, Flächen- und Schnittbilder von Wirbeltierembryonen, die von ausführlichen Figurenerklärungen begleitet sind. Es bringt zugleich das Tatsachenmaterial, das A. Greil seinen bereits 1912 als „Richtlinien des Entwicklungs- und Vererbungsproblems“ (Jena, G. Fischer) erschienenen theoretischen Ausführungen zugrunde gelegt hat. Insofern ist es in zweifacher Hinsicht zu bewerten: erstens als eine noch nie von einem Autor in diesem Maße gewagte Zusammenstellung von Forschungsergebnissen der Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere und zweitens als eine nachdrückliche Darlegung der von Greil vertretenen Epigenesis.

Nach größtenteils eigenen Untersuchungen werden an *Amphioxus*, *Ceratodus* und den holoblastischen Amphibien, besonders an *Triton* und *Bombinator*, die grundlegenden Hauptlinien der Entstehung eines Wirbeltieres gezeigt. Auf dieser Basis baut sich die vergleichende Darstellung der Entwicklung der Gymnophionen und der meroblastischen Anamnier, der Sauropsiden und der Placentaler auf, die Gelegenheit gibt, die sich aus der Bewältigung des Dotterballastes ergebenden Anpassungen zu behandeln. Bei den Placentaliern erscheinen entsprechende Anpassungen an die ernährende, aber auch räumlich beengende Uteruswand. „Den Menschen im Kreise der Placentaler, in seinen markanten, gerade während seiner jüngeren Entwicklungsstadien so intimen stammesgeschichtlichen Beziehungen zu diesen hochgezüchteten Formen einzureihen, seine Keimlinge und Embryonen an der Divergenz mit nahe verwandten Formen vergleichend zu betrachten und damit seine Stellung in der Chordonierreihe zu präzisieren, war das letzte, vornehmste, erkenntnistheoretisch befriedigendste Ziel der Darstellung.“

Da sich Greil die Aufgabe stellt, „in einfacher bildlicher Darstellung die zahllosen Varianten desselben Versuches, welchen uns die Natur in der Wirbeltierreihe in so reicher Mannigfaltigkeit offenbart, in übersichtlicher Weise nebeneinander zu reihen, zu ordnen und zu sichten, um das ihnen Gemeinsame um so mehr hervorheben zu können“, hat er seine Originalzeichnungen in geringer, die Übersicht sehr erleichternder Vergrößerung gehalten und etwas schematisiert. Auch die der Literatur entnommenen Abbildungen sind in derselben Manier verkleinert und dem einheitlichen Rahmen eingefügt. Der die Figuren begleitende Text ist nicht als zusammenhängende Schilderung gehalten, sondern die Entwicklungsvorgänge werden so dargelegt, daß der Fluß der Erscheinungen durch die Bilder in Etappen vorgeführt wird und die Figurenerklärungen die zwischen den Etappen liegenden Vorgänge verständlich machen.

An die Darstellung des Tatsächlichen schließt Greil zusammenfassende „allgemeine Betrachtungen über das Wesen der Entwicklung“, die als Übersicht über seine theoretischen Anschauungen, die aus den „Richtlinien“ nicht gerade bequem ersehen werden können, sehr willkommen sind. Er sieht in der ontogenetischen Entwicklung „eine epigenetische Evolution zellulärer

Eigenschaften und Fähigkeiten bei der Begründung und dem Ausbaue eines Zellstaates“ und läßt sie geschehen durch „eine Kombination von Evolution, d. h. Entfaltung und Offenbarung sichtbarer und unsichtbarer zellulärer Mannigfaltigkeit mit Epigenesis, d. h. mit Schaffung, Erwerb ganz neuer, zellenstaatlicher Eigenart und Mannigfaltigkeit“. Zu den evolutionistisch wirksamen Entwicklungsbedingungen gehören die ersten Etappen der Zellvermehrung auf Grund eines bestimmten Baues des Zelleibes der Eizelle, ferner die Unterschiede der widerstandsfähigeren, fester gefügten, von der Eirinde sich ableitenden freien Oberflächenschichten der Blastomeren und der ungebundenen, inneren, die Furchungshöhle begrenzenden Teile der Zelleiber. Solche im Gebiete des Zellulären gelegene Ungleichheit gibt die Veranlassung zu Eindellungen, Faltungen u. dgl. Durchaus epigenetische Phänomene sind „alle Erscheinungen des Ringens ungleich groß und ungleich sich vermehrender beengter und sich bedrängender Zellen und Zellkomplexe, alle Formerwerbungen ungleichen und beengten Wachstums von den ersten Gängen des Ringens bis zu den letzten Entscheidungen“, ebenso die Anordnung der Blastomeren, die Gewölbekonstruktion der Blastula, die Gastrulation, das Ausweichen des plumpen D-Quadranten bei der Spiralfurchung, die epibolische Umwachsung des entodermalen Syncytiums der Meroblasten durch die Keimscheibe usw. „Der Anteil, welchen die zellenstaatliche Epigenesis und die zelluläre Evolution an der Entwicklung nehmen, ist bei den einzelnen Formen verschieden, im allgemeinen überwiegt namentlich bei längerer Entwicklungsdauer der epigenetische Charakter; denn die Mannigfaltigkeit, welche ungleiches Ringen im Laufe der Entwicklung bei den verschiedenen Sonderungen in den verschiedensten Richtungen und Schichten erwirbt, dominiert zunächst über die Mannigfaltigkeit geweblicher Sonderungen, wobei zu bedenken ist, daß zelluläre Eigenschaften solcher Art unter epigenetisch erworbenen Bedingungen und Gelegenheiten erst während der Entwicklung einseitig hochgezüchtet und vollends angepaßt werden, und der Aufbau, die Anordnung und Zusammensetzung der Gewebe ein zellenstaatlicher epigenetischer Erwerb ist. Nachdem das Wort „Entwicklung“ eine evolutionistische Nebenbedeutung hat, so empfiehlt es sich in Anbetracht des Vorherrschens epigenetischer Vorgänge, das Wort „Entstehung“ vorzuziehen.

„Aus den deskriptiv-analytischen Erhebungen und Erfahrungen lassen sich beim umfassenden Vergleiche der in unzähligen, zum Teil auch experimentell vermehrten Varianten sich abspielenden Vorgänge und Wirkungsweisen Gesetzmäßigkeiten ableiten, deren Erkenntnis auf der Klarstellung aller Bedingungen des Geschehens beruht.“ Da die Entstehung eines Organismus durch Wachstums- und Differenzierungs- (epigenetische) Vorgänge erfolgt, so muß es Gesetze des zellenstaatlichen Wachstums und der zellulären Produktivität des Plasmas im Zellenstaate geben. An die Ermittlung der Gesetzmäßigkeiten der Zellteilung, des zellenstaatlichen Wachstums und der geweblichen Sonderungen hat sich die Analyse des Eiwachstums zu schließen, die Erforschung der Bedingungen, unter denen die Abkömmlinge des Keimepithels keine dem Zellenstaate dienende Funktion ausüben können, sondern der Grund zu den epigenetischen Erwerbungen und evolutionistischen Entfaltungen zellulärer Eigenschaften und Fähigkeiten gelegt wird.

Der Ermittlung der Entwicklungsgesetze folgt die

der Vererbungsgesetze, wofür Greil ebenfalls in großen Zügen ein epigenetisches Programm entwirft.

Zum Schluß wendet sich Greil mit großer Schärfe gegen das, was er für die wesentlichen Ansichten Rouxs hält, und kündigt eine „rücksichtslose Aufdeckung aller Verfehlungen der Entwicklungsmechaniker“ an. Einer solchen sehen wir mit Spannung entgegen, sind aber vorläufig überzeugt, daß er die überaus wertvolle Leistung eines bedeutenden Forschers und Denkers völlig verkennt und im Kampfe um einzelne Streitpunkte nicht merkt, wie viel „Entwicklungsmechanisches“ in bester Harmonie mit seinen eigenen Anschauungen steht, ja er selbst doch eigentlich nichts als eine Mechanik der Entwicklung auf breitester Grundlage und mit allen Mitteln anstrebt.

Wie man auch Greil als Theoretiker beurteilen mag, für die von ihm auf dem Gebiete der Embryologie geförderte Arbeit wird man ihm jedenfalls Dank zu wissen haben.

J. Schaxel, Jena.

Roosevelt, Theodore, and Edmund Heller, Life-Histories of African Game Animals. Vol. 1, pp. I—XXIX, 1—420; vol. 2, pp. I—X, 421—798; with numerous illustrations from photographs, and from drawings by Philip R. Goodwin; and with forty faunal maps. New York, Charles Scribner's Sons, April, 1914. Price Doll. 10,—.

In diesen zwei Großoktav-Bänden haben die Verfasser ein Buch geschaffen, das für viele Sportsleute und Naturfreunde, die sich für das große Wild unter den Säugetieren des äquatorialen Ostafrika interessieren, von großem Interesse und großem Nutzen sein wird. Der Plan der Behandlung umfaßt eine allgemeine Einleitung für jede besondere der behandelten Tiergruppen, einen populär geschriebenen Bericht jeder Art, „Schlüssel-Tabellen“ zu den Spezies und Unterspezies und — unter jeder geographischen Rasse — den Verteilungsbereich, die allgemeine Geschichte und einen Bericht über die Gewohnheiten, die charakteristischen Merkmale und die Lebensgeschichte des Tieres.

Der einleitende Teil (ein größerer Teil des ersten Bandes) beginnt mit einem interessanten Kapitel über das Land und seine Geschichte, einem kurzen chronologischen Bericht über die Erforschung des äquatorialen Ostafrika mit besonderer Rücksichtnahme auf die Entdeckung verschiedener großer jagdbarer Säugetiere durch verschiedene sporttreibende Naturliebhaber. Hierauf folgt „Die Ableitung der Fauna in geographischer und paläontologischer Beziehung“ mit Einschluß einer Diskussion der geologischen Formation. Der Bericht über die Ableitung der Fauna ist zugeständenermaßen ein Schwelgen in reiner Spekulation von faszinierendem Charakter und beruht nur wenig auf der Beweiskraft fossiler Reste. Unter der Überschrift „Gegenwärtige Verteilung“ werden die großen allgemeinen tiergeographischen Bezirke und die kleineren Lebensräume der Region beschrieben, jede mit farbigen Tafeln. Die Karten, die die Lebensräume erläutern, werden für systematische Arbeiter, die mit der Region weniger vertraut sind, besonders nützlich sein. Man findet, daß das ganze in Betracht genommene Areal in 5 Lebensräume zerfällt, von denen der erste die tropische Küste ist, ein schmaler Tieflandgürtel zwischen 5—20 Meilen breit, der sich von den Lamu-Inseln nach Süden erstreckt. Nach dem Lande zu und unmittelbar darauf folgend liegt die Zone der Wüste Nyika, die fast die Hälfte der Region ausmacht. In Deutsch- und Britisch-Ostafrika wird sie durch Hochländer unterbrochen, aber in der Breite des Lake Rudolph dehnt

sie sich ununterbrochen bis zum Nil aus, Das Hochland-Veldt und die Hochlandwaldzonen sind die inneren Regionen (von 3000 bis 10 000 Fuß Höhe), die den Victoria Nyanza vollkommen einschließen und sich in unregelmäßigen Arealen über ein beträchtliches Territorium ausdehnen. Die Moorlandzone folgt dem Walde auf den hohen Bergen des Kenya, Kilimanjaro, Ruwenzori, Elgon und dehnt sich von der unteren Grenze des Bambus bei 10 000 Fuß bis zum unteren Rande der Schneefelder bei 14 500 Fuß aus. Die Karte zeigt eine dazukommende Zone, den Kongowald, der in einem isolierten Areal die westlichen und östlichen Ufer des Victoria Nyanza erreicht. Jede Zone hat ihr charakteristisches Tierleben. Ein Kapitel über „die Flora von Ost- und Mittelfrika und ihre Beziehungen zur Tierwelt“ enthält einen interessanten allgemeinen Bericht über die Wälder, und ein anderes Kapitel von beinahe 100 Seiten über „Schutz- und Schreckfärbung und ihre Beziehungen zur natürlichen Auslese“ bringt wieder *Roosevelts* charakteristische und positive Ansicht über diesen viel behandelten Gegenstand. Der erste Band enthält Lebensbeschreibungen der größeren Katzen (Löwe, Leopard und Tschitah), der Hyänen, des Jagdhundes (*Lycan*), der Wildschweine, des Flußpferdes, der Giraffe, mehrerer der größeren Antilopen und des Wasserbüffels. Der zweite Band behandelt verschiedene Antilopen und Gazellen, das Rhinoceros, das Zebra und den Elefanten. Die technische Zoologie basiert auf *Hellers* Studien des afrikanischen Säugetierwildes in dem National-Museum der Vereinigten Staaten und wird ergänzt durch eine Untersuchung des meisten in anderen amerikanischen Museen und in verschiedenen europäischen Sammlungen vorhandenen Materials. Die Berichte über die Lebensgeschichten sind von beiden Autoren geschrieben und stammen hauptsächlich aus Beobachtungen, die während der 1910 und 1911 von der Smithsonian Institution veranstalteten Afrikaexpedition gemacht worden sind und während zweier anderer von *Heller* in dieses Gebiet ausgeführten Streifzüge. Die technischen Beschreibungen sind gewöhnlich auf die wesentlichen diagnostischen Kennzeichen beschränkt, die für die Ermittlung der Formen aus den Schlüssel-Tabellen notwendig sind. Aber die ausgezeichneten Karten über die Verteilung der verschiedenen Rassen von vielen der Tiere werden den Sportsmann und den Naturfreund in der Wiedererkennung der Arten wesentlich unterstützen. Die Lebensbeschreibungen sind in vielen Fällen sehr ausführlich, die Beschreibung des Löwen nimmt 60 Seiten Text ein. Die Vorstellungen des Verfassers über Spezies und Subspezies stimmen mit jenen vieler systematischer Zoologen nicht überein. Viele beschriebenen Formen, die in jedem Sinne deutliche Spezies sind, werden als geographische Rassen einiger früher beschriebener Tiere behandelt, selbst wenn eine Zwischenstufe als ganz unmöglich angesehen werden kann. Die geographischen Formen solcher Tiere wie Bongo und Riesen-Elenantilope, bei denen fast die Breite des Kontinents zwischen ihren Verteilungsgebieten liegt, könnten wenigstens als wahre Spezies behandelt werden, besonders wenn eine so extreme Zahl als wirkliche Arten anerkannt werden.

(Übersetzt a. d. Engl.) N. Hollister, Washington, D. C., Smithsonian Institution.

Andrews, Roy C., Monographs of the Pacific Cetacea.
I. *The California Gray Whale (Rhachianectes Glaucus Cope). Its history, Habits, External Anatomy, Osteology and Relationship.* Memoirs of the American

Museum of Natural History. New Series, vol. 1, part 5, pp. 227—287, plates 19—27 and 22 text figures. New York, March, 1914.

Die vorliegende Monographie ist die erste aus einer Reihe von Monographien, die die Cetaceen des Stillen Ozeans behandeln sollen. Sie beruht hauptsächlich auf den einzig dastehenden Erfahrungen des Verfassers auf Walfischstationen in Japan und Korea und wird durch Beobachtungen an der Westküste von Nordamerika unterstützt und durch das Studium des Materials, das sich in New York im amerikanischen Museum für Naturgeschichte und in Washington im National-Museum der Vereinigten Staaten befindet. Der Gegenstand der ersten Monographie, der kalifornische Grauwal (*Rhachianectes glaucus*), ist eine Art, von der bisher verhältnismäßig wenig bekannt war. Die Exemplare sind in den Museen selten, und viele Naturforscher haben das Tier tatsächlich für ausgestorben gehalten. Seine Wiederentdeckung in beträchtlichen Mengen an der Küste von Korea ist daher von großem Interesse, es ist durchaus gerechtfertigt, daß die erste Nummer der Andrewsschen Serie sich mit diesem bemerkenswerten Walfisch beschäftigt.

Während der Monate Januar und Februar 1912 wurden 50 oder mehr Grauwale auf der Walfischstation zu Ulsan an der Südostküste von Korea gefangen und es war möglich, ein sorgfältiges Studium der Gewohnheiten und der äußerlichen Merkmale der Art zu unternehmen. Vollkommene Skelette von zwei erwachsenen Tieren wurden geborgen, die die Grundlagen für ausführliche Berichte über die Osteologie und die Artverwandtschaften des Tieres bilden. Die allgemeine Naturgeschichte und die Gewohnheiten werden ausführlich beschrieben, sowohl nach persönlicher Beobachtung, wie auch nach Informationen, die von den Kapitänen der Walfischjäger zu haben waren. Die Lebensgeschichte enthält interessante Berichte über Wanderungen, Brunstperioden? und Schnelligkeit des Wachstums, über Spritzen („Blasen“) und Tauchen, Geschwindigkeit, Nahrung, Angriffe durch Feinde (*Orca orca*). Die Länge bei der Geburt beträgt zwischen 12 und 17 Fuß, und das Wachstum beträgt 9 oder 10 Fuß während knapper 3 Monate und 18 Fuß während eines knappen Jahres. Der kleinste 1 Jahr alte, in Ulsan gefangene Grauwal hatte 32 Fuß Länge. In den Tabellen werden die Dimensionen von 53 weiblichen und 95 männlichen Walen angegeben. Unter 123 Exemplaren, die auf der Korea-Station gefangen waren, erreichten 4 weibliche Wale mit 1371 cm die Maximalgröße, der größte männliche hatte 1310 cm Länge. Eingehende Beschreibungen der Färbung von 23 frischen Exemplaren werden gegeben. Nach einem langen und sehr sorgfältigen Bericht der äußeren Anatomie und Osteologie schreibt der Verfasser, daß der Grauwal nicht in eine der bekannten Subfamilien der Balaenidae einge-reiht werden kann, und empfiehlt den Familiennamen *Rhachianectidae* Weber, 1904, wieder ins Leben zu rufen. Er argumentiert, daß die primitiven Merkmale der *Rhachianectes* keine ähnliche Verwandtschaft zu irgend einem der existierenden *Balaena*-Wale zeige und daß der Schädel eine sehr enge Annäherung an gewisse pliozäne Formen zeigt. „Es ist im ganzen einer der merkwürdigsten der existierenden Cetaceen und könnte ein lebendes Fossil genannt werden.“ Die zahlreichen halbgetönten Reproduktionen von Photographien, die die äußere Anatomie wiedergeben, sind von bemerkenswerter Vollendung.

(Übersetzt a. d. Engl.) N. Hollister, Washington, D. C., Smithsonian Institution.

Grinnell, Joseph, An account of the mammals and birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the Distributional Problems presented. University of California Publications in Zoology. Vol. 12, no 4, pp. 51—294, pls. 3—15, 9 text figures. Berkeley, March 20, 1914. Price \$ 2.40.

In diesem Bericht beschreibt *Grinnell* die Ergebnisse einer Expedition, die in den Frühlingsmonaten des Jahres 1910 von dem Museum für Wirbeltierzooologie der Universität von Californien unternommen wurde. Das durchforschte Gebiet ist das Tal des unteren Coloradoflusses von Needles in Californien bis nach Juma in Arizona. Die Expedition reiste im Boot, von dem aus die Teilnehmer unter der persönlichen Leitung *Grinnells* umfangreiche Sammlungen von Wirbeltieren auf beiden Seiten des Flusses vornahmen, vom 14. Februar bis zum 15. Mai. Während dieser drei Monate lieferte die Arbeit in dem Gebiete 1272 Säugetierexemplare, 1374 Vögel, 443 Reptilien und Amphibien, 22 Vogelnester mit Eiern, einige Fische und eine Sammlung der wichtigsten Pflanzen. Durch sorgfältige Untersuchung dieser großen Sammlung und durch eingehende Erforschung aller auf die Verbreitung der einzelnen Arten bezüglichen Probleme während der Expedition wurden einige interessante Tatsachen über das Zusammenleben der Tier- und Pflanzenwelt ermittelt und die wohlbekannte Erscheinung, daß der Unterlauf des Coloradoflusses für manche Arten eine absolute Grenze bildet, mit zuverlässigen und genauen Belegen bestätigt.

Nach der Einleitung, dem Reisebericht und einer Beschreibung des Coloradoflusses folgt ein langer Bericht über die strichweise Verteilung der Tierwelt und ein erschöpfendes Kapitel über die einzelnen Distrikte mit besonderen Lebensgemeinschaften (associational areas) in dem Gebiete. Dann wird der Versuch gemacht, zwischen den beiden Schulen, welche gegenwärtig unter den amerikanischen Tiergeographen bestehen, zu vermitteln. Die eine dieser Schulen, deren ausgesprochenster Vertreter *C. H. Merriam* ist, sieht in der Temperatur die wirksamste Ursache für die Verteilung der Organismen und bezeichnet die Verteilungsgebiete der Arten als „Zonen ihrer Lebensmöglichkeiten“ (Life Zones). Die andere Schule legt der Temperatur weniger Gewicht bei und zieht dafür die gleichzeitige Einwirkung vieler anderer Faktoren heran, die ökologische Lebensgemeinschaften mit Pflanzen als wesentlichen Elementen herbeiführen und zu ihrer vollen Wirksamkeit erst durch eine historische Entwicklung gelangen.

Grinnells Plan besteht darin, *Merriam* bei der ersten Einteilung eines Gebietes in Zonen von bestimmten Lebensmöglichkeiten (Life Zones) zu folgen und diese Zonen weiter in besondere Tierbezirke (Faunal Areas) zu teilen nach dem System von *Edgar A. Mearns* (*Bull. U. S. National Museum* Nr. 56, 1907). Jeder Tierbezirk soll dann wieder in zahlreiche Distrikte von besonderen Lebensgemeinschaften (Associational Areas) zerlegt werden. So kann das Brutpflegegebiet eines gewissen Säugetieres oder eines Vogels aufgefaßt werden als der Distrikt einer Existenzgemeinschaft mit dem Pfeilkraut (Arrowweed Association), der zu dem Tierbezirk der Coloradowüste gehört und in der unteren Sonora-Zone liegt. Wer mit der von *Grinnell* in diesem Aufsatz behandelten Gegend vertraut ist, dem scheint es, daß vielleicht zu viele Distrikte besonderer Lebensgemeinschaften aufgestellt worden sind und daß die Forschungstätigkeit der Expedition von zu kurzer Dauer

war und zu früh in der Jahreszeit unternommen wurde, um endgültige Ergebnisse zu liefern. Viele der Vögel waren Zugvögel oder hatten zur Winterszeit dort ihren Aufenthalt und die wirkliche Brutzeit war sicherlich noch nicht weit fortgeschritten, als die Forschungstätigkeit der Expedition eingestellt wurde. Bei Fortsetzung der Beobachtungen durch die ganze Zeit der Brutpflege hindurch wäre es sicherlich schwierig gewesen, elf verschiedene Distrikte besonderer Lebensgemeinschaften für Säugetiere in einem so eng begrenzten Landstrich aufzustellen.

Der Coloradofluß erwies sich als absolute Grenze für das Verteilungsgebiet von acht Arten von Nagetieren, während drei andere Arten auf seinen beiden Ufern geringe Unterschiede zeigten. Dagegen fanden sich zwölf Arten, die auf beiden Flußufern lebten, und zwar scheinbar in gleicher Verbreitung. Zwei von diesen, die Bisamratte und der Biber, gehören allerdings zur Lebensgemeinschaft des Flusses, da sie wesentlich auf und im Wasser leben.

In der allgemeinen Aufzählung der Vögel sind 150 Arten und Unterarten verzeichnet. Diese Auswahl beschränkt sich völlig auf die Sammlungen des Universitätsmuseums, dagegen ist die frühere Literatur über die Vögel dieses Gebietes ganz unbeachtet gelassen. Eine ganz geringe Erweiterung der Arbeit unter Hinzufügung einiger Zeilen bei den zahlreichen Arten hätte die Liste vollständig gemacht und ihr einen viel größeren Wert gegeben, indem dadurch ihr Inhalt einen der allerjüngsten Gegenwart entsprechenden Umfang erhalten hätte. In dem allgemeinen Bericht über die Säugetiere sind 43 Arten verzeichnet. Hier sind wiederum einige Formen ausgelassen, die von der Expedition nicht gesammelt wurden, aber sonst von dieser Gegend wohl bekannt sind. Ihre Erwähnung hätte das Verzeichnis von größerem Nutzen für zukünftige Forscher in diesem Gebiete gemacht. Der Arbeit ist eine gute Karte beigelegt und zahlreiche Tafeln in Halbton mit charakteristischen Ansichten aus den verschiedenen Distrikten, die hinsichtlich der besonderen Lebensgemeinschaften ihrer Lebewesen sich auszeichnen.

N. Hollister, Washington, D. C.,
(Übersetzt a. d. Engl.) Smithsonian Institution.

Volkelt, H., Über die Vorstellungen der Tiere. Arbeiten zur Entwicklungspsychologie, herausgeg. von *F. Krüger*, Bd. 1. Heft 2. Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1914. VI, 126 S. Preis M. 4.—

Die Neuausgabe dieser bereits im Jahr 1912 als Dissertation erschienenen Schrift erweckt um so größeres Interesse, als sie den ersten Beitrag zu den von Prof. *Krüger* (Halle) herausgegebenen „Arbeiten zur Entwicklungspsychologie“ bildet, einem Unternehmen, in dem zum ersten Mal unter berufener Leitung die unentbehrliche monographische Fundierung der vergleichenden Psychologie gelegt werden soll.

Die Untersuchungen *Volkelts* gehen von dem scheinbaren Widerspruch aus, daß Tiere dieselben Reize unter bestimmten Umständen mit außerordentlich zweckmäßigen, unter anderen Umständen dagegen mit ganz unzulässigen Reaktionen beantworten. *Volkelt* glaubt diesen Widerspruch nur durch die Annahme lösen zu können, daß die Tiere ihre Umgebung nicht in Form „dinghafter Komplexe“ gegliedert wahrnehmen, sondern daß ihr Bewußtseinsinhalt ganz oder wenigstens zum größten Teil von „Komplexqualitäten“ umspannt werde. Unter „Komplexqualität“ versteht *Volkelt* im Anschluß an *Krüger* die spezifische Eigenschaft eines Komplexes sinnlicher Elemente, der die-

ser seine Einheitlichkeit als selbständiges phänomenologisches Datum verdankt, und die nicht mit der Summe der Eigenschaften seiner Komponenten zusammenfällt. (Man verdeutlicht sich den Begriff der Komplexqualität am leichtesten an der „Gestaltmehreutigkeit“ identischer geometrischer Figurenkombinationen; vgl. *Benussi*, Gesetze der inadäquaten Gestaltauffassung, Arch. f. d. ges. Psych. 32, 1914.)

Nun ist der von *Volkelt* rezipierte Gedanke *Krügers*, daß sich das primitive Bewußtsein durch den Mangel einer Gliederung, Abgrenzung und Formung seiner Inhalte von dem höher entwickelten Bewußtsein unterscheidet, gewiß sehr fruchtbar, und nicht weniger wichtig erscheint die Betonung der (von *Thorndike* doch wohl bereits im Sinne *Volkelts* verstandenen) Abhängigkeit der tierischen Handlungen von der jeweiligen Gesamtsituation. Auch der Hypothese einer allmählichen Entwicklung der Dingvorstellungen aus Komplexqualitäten, die ursprünglich den Gesamtbewußtseinsinhalt umfassen und sich erst fortschreitend zu engeren Komplexen zusammenschließen, während die älteren Komplexe zerfallen, kommt eine große Wahrscheinlichkeit zu. Wenn aber die Entwicklung des Bewußtseins in der Richtung einer zunehmenden Gliederung und Abgrenzung der Komplexqualitäten verläuft, dann verliert der schroffe Gegensatz, den *Volkelt* zwischen den dinghaften und den nicht dinghaften Komplexqualitäten aufstellt, viel von seiner Schärfe. Denn abgesehen davon, daß sich, solange man sich auf eine Phänomenologie der Wahrnehmungsinhalte beschränkt, dinghafte und nicht dinghafte Komplexqualitäten kaum anders als nach dem Grad ihrer „Formung“ unterscheiden lassen, erbringen die theoretischen Erörterungen *Volkelts* keineswegs den Nachweis, daß die Fähigkeit zur Ausbildung dinghafter Komplexqualitäten dem tierischen Bewußtsein prinzipiell versagt wäre; vielmehr ist es sehr wohl möglich, daß sich innerhalb der vital bedeutsamen Situationen bereits dinghafte Komplexe (im phänomenologischen Sinn) isolieren, wie denn auch die Annahme einer Restriktion der Dingvorstellungen auf das menschliche Bewußtsein biologisch nicht gerade sehr plausibel anmutet. Dazu kommt ferner, daß die Existenz von Dingvorstellungen durch das Vorkommen unangepaßter Handlungen nicht mit absoluter Sicherheit ausgeschlossen wird, was sich namentlich aus gewissen pathologischen Dissoziationsstörungen, etwa in der *Dementia praecox*, ergibt. Wenn in solchen Fällen der Kranke mit einem ihm vertrauten Gegenstande nichts anzufangen weiß, so geschieht dies nicht etwa, weil er den Gegenstand nicht richtig erkennt — auch *Volkelt* hebt hervor, daß sich die Verschiedenheit des adäquaten und des inadäquaten Verhaltens der Tiere nicht auf bloße Unterschiede der sinnlichen Wahrnehmung zurückführen läßt —, sondern vermutlich, weil sich infolge der Erkrankung die affektive Gesamtsituation verändert hat. Gerade in der beabsichtigten, obzwar zum Glück nicht konsequent durchgeführten Abstraktion von den affektiven Elementen des Bewußtseins liegt daher vielleicht die Hauptschwäche der *Volkeltschen* Arbeit, zumal aus vielen Beobachtungen *Thorndikes* und *Morgans* die Bedeutung der emotionalen Faktoren deutlich hervorgeht und es doch wohl kaum die Absicht *Volkelts* sein dürfte, die Gefühlsseite des Seelenlebens in motorische und viszerale Empfindungen aufzulösen. Auch wäre eine etwas breitere empirische Fundierung der Theorie und eine genauere Kenntnis der Literatur nicht unerwünscht gewesen. Insbesondere hätte *Volkelt* in den von ihm

zitierten, aber nicht kollationierten „Psychobiologischen Untersuchungen an Hummeln“ *Wagners* (Bibl. zool. Heft 46, 1906) seine Hauptthese eines Zusammenfließens der Empfindungselemente zu einem „Totalbilde“ bereits ausführlich begründet gefunden.

Mit diesen Einwänden soll indessen der Wert der *Volkeltschen* Arbeit als eines Wegweisers in ein bisher noch wenig erforschtes Gebiet nicht herabgesetzt werden. Vor allem zeigt sich die gründliche psychologische Schulung, die *Volkelt* genossen hat, in vielen feinen Bemerkungen über die Methodik der Psychologie und speziell der Tierpsychologie.

Gustav Kafka, München.

Palladin, W. J., Pflanzenanatomie. Nach der 5. russischen Auflage übersetzt und bearbeitet von Dr. S. Tschulok. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. IV, 195 S. und 174 Abb. im Text. Preis geh. M. 4,40, geb. M. 5,—.

Der durch seine gut aufgenommene Pflanzenphysiologie bekannte Petersburger Botaniker bietet in seiner Pflanzenanatomie dem Studierenden der Medizin und Naturwissenschaften, dem Landwirt, Förster und Pharmazeuten eine klare, in Beschränkung auf das Wesentliche kurz gefaßte Pflanzenanatomie. Das kleine Werk hat praktische Ziele, und aus diesen heraus beurteilt ist es als Lehr- und Orientierungsbuch zu begrüßen. Es ist klar, daß mancher Punkt nur gestreift werden konnte, Literaturnachweise zeigen dem Leser aber oft, wo er über diese Gebiete weitere Belehrung finden kann. Indessen könnten gerade diese Literaturnachweise, da sie doch einmal da sind, etwas ausgebaut werden und bei dem Zweck des Buches könnten nicht nur Hinweise auf Spezialarbeiten, sondern auch auf größere Lehr- und Handbücher nur zu wünschen sein und würden wohl von dem gedachten Leserkreis nur als wohltätig empfunden werden.

Das Buch ist in natürlicher Weise gegliedert: Anatomie 1. der Zelle, 2. der Gewebe, 3. der Organe. S. Tschulok hat eine Einleitung zum ersten Teil geschrieben, die Zellenlehre nach der historischen und theoretischen Seite zu ergänzend. Er macht insbesondere aufmerksam auf die Fälle, wo der Zellbegriff nicht genügt und weist auf den beachtenswerten Sachsschen Begriff der Energide wieder hin. Da auch in der Zoologie neuerdings der Zellbegriff stark kritisiert wird (von Rohde u. a.), ist es gut, wenn auch in der Botanik dessen Nichtallgemeingültigkeit wieder betont wird, wenngleich seine Berechtigung hier, wo er ja auch erwachsen ist, nicht so weitgehend mehr wird angefochten werden können. Die Zellenlehre nimmt gut ein Drittel des ganzen Raums in Anspruch; von Interesse ist, daß ein besonderes kleines Kapitel den Farben der Pflanzenorgane gewidmet ist. — Der zweite Teil des Buchs bespricht die Hauptarten der Gewebe eingehender, nämlich mechanisches, Leitungs- und Hautgewebe, die andern kürzer, auch hier ist nicht Vollständigkeit oder spezieller Inhalt, sondern die gute, knappe und klare Art der Darstellung das Wesentliche des Werks. Der dritte Teil gibt eine Anatomie der Organe, gleichsam die Synthese des vorher vorwiegend analytisch-beschreibend Dargestellten. Diese Kapitel sind besonders instruktiv und für den Lernenden anschaulich geschrieben. Sie behandeln normale und anormale, primäre und sekundäre Struktur der Stammorgane, die Wurzel und das Blatt. Ein Schlußkapitel „Über den Einfluß der äußern Bedingungen auf den anatomischen Bau der Pflanzen“ zeigt den Zusammenhang der Anatomie mit

Physiologie und Ökologie auf und weist auf die Zukunftsaufgabe der Anatomie, auf kausale Erklärung der Strukturen hin.

Die Illustrationen sind fast durchweg andern Darstellungen der Anatomie entnommen, was wohl den billigen Preis des Buchs ermöglicht hat; und da fast alle Abbildungen gut sind, darf das wohl nicht beanstandet werden. Fehlen oder ersetzt werden dürfte Fig. 18.

Das Buch ist seiner formalen Vorzüge wegen durchaus geeignet, seinem praktischen Zweck zu genügen.

H. Hauri, z. Z. Zürich.

Physikalische Mitteilungen.

(Autoreferate.)

Das elektrische Verhalten der variablen Leiter und deren Beziehungen zur Elektronentheorie. (Jahrb. d. Radioakt. u. Elektronik Bd. XI, II, 1, Febr. 1914.) Die Elektrizität wird in festen Metallen ohne merklichen Transport von chemischer Masse geleitet, in den Elektrolyten dagegen wandern die Elektrizitätsmengen mit Atomen und Atomgruppen in gesetzmäßiger Weise verbunden.

Ein gutes einfaches Kriterium zur Unterscheidung elektrolytischer und metallischer Leitung gibt die Durchsichtigkeit oder Undurchsichtigkeit der Substanz in dünnen Platten. Absorbiert sie, abgesehen vom Reflexionsverlust, deutlich sichtbare und ultrarote Strahlen, so leitet sie bei derselben Temperatur metallisch.

Die metallischen Leiter hat man in 2 Gruppen gesondert: bei den reinen Metallen nimmt der elektrische Widerstand, wenn die Temperatur nicht sehr tief ist, ungefähr proportional der absoluten Temperatur zu. Bei den Legierungen, die aus zweien oder mehreren Metallen zusammengeschmolzen sind, bleibt der Widerstand fast konstant. — Als Ausnahme, die nicht in diese beiden Klassen paßt, galt schon lange Zeit die metallisch leitende Kohle, deren Widerstand mit steigender Temperatur fällt. Die neueren Untersuchungen des Referenten und seiner Mitarbeiter O. Reichenheim, K. Schilling haben gezeigt, daß die Kohle nur eine von vielen Substanzen ist, die einer dritten Klasse metallischer Leiter zugehören, deren Mehrzahl früher unbekannt war oder zu den Elektrolyten gestellt wurde. Diese Substanzen zeigen in einem großen Temperaturbereich starke Abnahme des Widerstandes; wegen dieser Veränderlichkeit nennen wir sie variable Leiter. Sie sind für die Elektronentheorie von Bedeutung.

Nach der Elektronentheorie der metallischen Leiter erfolgt die Bewegung der Elektrizität durch die negativen elektrischen Elementarquanten, durch die Elektronen; der Widerstand müßte, wie man berechnen kann, bei konstant bleibender Elektronenzahl mit der Temperatur in geringem Maße zunehmen. Diese Grundannahme führte uns andererseits zu dem Schluß, daß die viel stärkere im umgekehrten Sinn erfolgende Änderung des Widerstandes der variablen Leiter auf einer Zunahme der Elektronenzahl durch Dissoziation von den Atomen beruht. Die Elektronenzahl wächst mit steigender Temperatur so lange, bis sie allmählich ihren größten Wert erreicht. Wenn das angenähert eingetreten ist, zeigen die variablen Leiter das Verhalten der Metalle; der Widerstand nimmt dann mit der Temperatur zu, wie wir das an den Verbin-

dungen der Schwermetalle und an den Elementen der Siliciumgruppe feststellten, und was neuerdings G. Gehlhoff, A. Eucken, F. Neumeier für Legierungsverbindungen bestätigt haben.

Die Elektronen werden um so leichter frei, der metallische Zustand wird also bei um so tieferer Temperatur erreicht sein, je stärker elektropositiv die Elemente in den Verbindungen sind. Umgekehrt werden die Elektronen von dem Molekül um so stärker festgehalten, je mehr elektronegative Elemente in der Verbindung zugegen sind. Das Charakteristicum der variablen Leiter verglichen mit den Metallen ist also die geringere Zahl freier Elektronen, die auf eine gegebene Zahl Atome oder Moleküle kommen. Schon aus dieser Annahme ließ sich an Hand der Elektronentheorie der Metalle folgern, daß die Thermokraft, die Peltierwärme, der Halleffekt, der Ettinghausen-, der Leducceffekt dieser variablen Leiter viel größer sein muß als der der Metalle, während andererseits z. B. der Nernsteffekt nicht wesentlich von dem der Metalle verschieden sein darf. Diese Schlüsse sind durch die Messungen von K. Baedeker und K. Steinberg, ferner des Referenten und seiner Mitarbeiter J. Weiß, G. Gottstein bestätigt worden, und die Untersuchungen von W. Haken, von A. W. Smith u. a. zeigten, wie auch die Legierungsverbindungen in allen diesen Eigenschaften zu den variablen Leitern gehören.

Die Gleichungen zwischen Halleffekt und elektrischem Widerstand, zwischen Halleffekt und Leducceffekt haben sich als quantitativ richtig erwiesen. Die Formel für den Ettinghauseneffekt gibt die beobachtete Temperaturabhängigkeit und die absolute Größe, allerdings nicht das Zeichen des Effektes.

Ergänzungsbedürftig haben sich die Gleichungen der Elektronentheorie erwiesen, als man sie auf die freie Weglänge der Elektronen und den Elektronendruck prüfte. Auch die Annahmen über die kinetische Energie der Elektronen müssen mit Rücksicht auf die Theorie der Strahlung, der spezifischen Wärme der Leitfähigkeit, wie sie H. Kamerlingh Onnes und seine Mitarbeiter bei ganz tiefen Temperaturen fanden, nach Ansicht des Referenten quantentheoretisch umgestaltet werden. Die Änderung der freien Weglänge mit der Temperatur hat W. Wien quantentheoretisch dargestellt. M. Planck hat dann gezeigt, daß die Elektronen ihre Energie dem Atom entnehmen können.

Nur teilweise stimmt die Annahme der bisherigen Elektronentheorie, daß die freien Elektronen einen Druck wie Gasmoleküle ausüben.

Die Widersprüche traten zutage, als H. Hönig die direkte Bestimmung der Thermokraft in Metallen versuchte und als man die Änderung der Thermokraft mit der Temperatur und die Thomsonwärme der variablen Leiter maß. Während Leitfähigkeit und Elektronenzahl mit sinkender Temperatur immer mehr abnehmen, nähert sich die Thermokraft nach den Messungen von A. Weißenberger einem konstanten Wert, statt, wie die Theorie verlangt, sehr groß zu werden. Diese Tatsache und die Gültigkeit der Regel von Beattie über das Zeichen von Halleffekt und Thermokraft beweisen, daß die Elektronen in den Metallen sich nicht wie Gasmoleküle in einem kräftefreien Raum bewegen, sondern von den inneren magnetischen Feldern und von den elektrischen Wirkungen der Atome beeinflußt werden. Hierüber wird uns in der jetzigen Form die Elektronentheorie gerade, weil sie nicht genau zutrifft, Auskunft geben können.

J. Koenigsberger, Freiburg i. Br.

Der Zusammenhang der **Viskosität einer Flüssigkeit** mit den physikalischen Bedingungen und der Natur des Stoffes blieb bis zu der letzten Zeit wenig aufgeklärt. Neulich ist die Frage durch die Untersuchungen von *A. Batschinski* (*Ann. de la Soc. d'encourag. des sciences expérimentales et de leurs applic. du nom de Ch. Lédénzoff, Suppl. 3, 1913; Zeitschr. f. phys. Chemie 84, 1913*) gelöst. Geleitet durch eine plausible Vorstellung über die intermolekularen Kräfte, und auf den wundervollen Messungen von *Thorpe* und *Rodger* hauptsächlich fußend, entdeckte der russische Physiker, daß die Fluidität der „normalen“ Flüssigkeit linear von ihrem spezifischen Volumen abhängt, unabhängig davon, ob sich dasselbe infolge der Änderungen der Temperatur oder des Druckes ändert. Bezeichnet man also durch η die Viskosität, durch v das spezifische Volumen, so ist:

$$\eta = \frac{c}{v - \omega}$$

wobei c und ω die für die gegebene Flüssigkeit charakteristischen Konstanten sind; ω entspricht dem durch die Moleküle ausgefüllten (Außen-) Raume, $v - \omega$ kann passend als Covolumen bezeichnet werden, c ist sozusagen die spezifische Viskosität (entsprechend dem Covolumen = 1). Es ist dabei bemerkenswert, daß der molekulare Raum ω sich sehr wenig von dem von der Waalsschen C unterscheidet. Wie die molekularen Raumgrößen überhaupt, so stellt sich auch ω als additiv in bezug auf die bestimmten Atomgrößen heraus. Die spezifische Viskosität c ist angenähert der Quadratwurzel aus dem Molekulargewichte M und aus der von der Waalsschen „spezifischen Attraktion“ a proportional. Die obige Gleichung weist somit eine merkwürdige Analogie mit der von der Waalsschen Zustandsgleichung auf in dem Sinne, daß durch sie eine dynamische Größe (der Viskositätskoeffizient η , wie der Druck p bei *van der Waals*) mit Hilfe der Grundkonstanten M , a , b ausgedrückt wird. Es ist kaum ein Zweifel vorhanden, daß die neue Gleichung für die künftige molekulare Mechanik des flüssigen Zustandes grundlegend sein wird.

Batschinski.

Der Durchlässigkeitsgrad eines Bodens für Bakterien, dessen genaue Kenntnis bei der Errichtung von Grund- und Quellwasserversorgungsanlagen von weitgehendster Bedeutung ist, wird im allgemeinen in der Weise geprüft, daß man an Stellen, von denen aus eine Infektion des betreffenden Wassers befürchtet wird, leicht kenntliche, im Wasser normalerweise nicht vorkommende Bakterien (gewöhnlich den *B. prodigiosus*) in großen Mengen einspült und nun festzustellen sucht, ob, nach welcher Zeit und in welcher Zahl die Testbakterien in dem Wasser der Entnahmestelle nachzuweisen sind. Es ist daher von Wichtigkeit, möglichst große Wassermengen auf die Anzahl der eingespülten Keime untersuchen zu können. Bei den bisher ausgeführten derartigen Untersuchungen war es infolge Fehlens geeigneter Methoden nicht möglich, wenn die Testbakterien nicht schon in einigen wenigen Kubikzentimetern anzutreffen waren, genauere quantitative Angaben über ihr Vorkommen zu machen. Auch der qualitative Nachweis war noch ziemlich umständlich, da er nur auf dem Umwege der Anreicherung erbracht werden konnte. Da auch die neuerdings von *Hesse* ausgearbeitete Methode, die es ermöglicht, die Keime eines großen Wasserquantums in einem kleinen Volumen zu konzentrieren, eine sehr genaue Einübung der komplizierten Technik erfordert, arbeitete Ref.

ein neues Verfahren aus, das in der unten zitierten Arbeit eingehend beschrieben ist. Das Verfahren ist dadurch charakterisiert, daß das zu untersuchende Wasser von einer Gipsplatte aufgesogen bzw. durch dieselbe nach erfolgter Sättigung mit wasserhaltigem Calciumsulfat mit Hilfe einer einfachen Hebevorrichtung filtriert wird. Die im Wasser vorhandenen Bakterien werden auf der Plattenoberfläche quantitativ zurückgehalten und wachsen dort nach Zusatz entsprechender Nährmedien zu Kolonien aus. Auf diese Weise können auf einer Platte von 16 cm Durchmesser 100 ccm Wasser in etwa 1 Minute, 1 Liter in etwa 17 Minuten verarbeitet werden. Das Verfahren ist bisher vom Verf. zum Nachweis des bei Brunnenuntersuchungen fast ausnahmslos benutzten *B. prodigiosus* und des als Kriterium für fäkale Wasserverunreinigung eine Rolle spielende *Bact. coli* benutzt worden. (*Arno Müller, Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte 1914, 47, 513.*) *Arno Müller.*

Kolloide Lösungen werden gewöhnlich durch Zerstäuben eines Stoffes in einem Lösungsmittel durch den elektrischen Strom erhalten. Daß man **kolloide Lösungen auch durch mechanische Zerteilung** herstellen kann, hat *G. Wegelin* bewiesen, indem er durch bloßes Zerreiben in einer Achatschale eine ganze Reihe von Stoffen in kolloide Form übergeführt hat. Zuerst beobachtete er dies bei geschmolzener Vanadinsäure, VaO_5 , dann aber noch an vielen anderen Stoffen, die er unter Zusatz von etwas Wasser zerkleinerte. Das Verfahren gelang aber nie bei duktilen Metallen, z. B. nicht beim Kupfer, ebenso aber auch nicht bei Bi, Se, Te, S, Graphit, CuO , Fe_2O_3 , ZnO und anderen Stoffen. Eine Erklärung hierfür läßt sich vorläufig nicht geben. Für die Zeit des Verreibens genügt $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunde, wenn man für eine mittlere Achatschale 0,3—0,5 g der Substanz verwendet. Auch Stärke läßt sich nach der Zerreibungsmethode in eine in kaltem Wasser lösliche Form überführen. Dies ist deswegen bemerkenswert, weil Stärke sonst in kaltem Wasser unlöslich ist. Wahrscheinlich haben die einzelnen Stärkekörner eine unlösliche Hülle, die durch das Zerreiben entfernt wird. Von Vanadinsäure läßt sich auch mit Alkohol ein Sol herstellen, nicht aber mit Benzin; das Alkosol der Vanadinsäure kann durch Zusatz von Benzin sogar zur Ausflockung gebracht werden. In der Technik deuten viele Erscheinungen darauf hin, daß durch Zerreiben kolloide Lösungen entstehen können: z. B. das Totmahlen der Leinen- und Baumwollfasern, die Dispersionswirkungen beim Zermahlen von Indigo und Ultramarin, das Auftreten von kolloidem Gold in den Goldwäschereien u. a. m. (*Kolloid-Zeitschr. 14, 65, 1914.*)

Eine neue **Bestimmung der Avogadroschen Konstanten** wurde von *J. Nordland* aus der Brownschen Bewegung kleiner in Wasser suspendierter Quecksilberkügelchen hergeleitet. Die für die Messungen benutzten Partikeln waren durch elektrische Zerstäubung von Quecksilber in sehr reinem Wasser hergestellt. Der Radius dieser Kügelchen betrug 0,119 bis 0,266 μ . Für die Brownschen Bewegungen, welche solche kleinen Kugeln in einer Flüssigkeit ausführen, hat *Einstein* eine Gleichung gegeben, welche neben einigen experimentell bestimmbar Größen auch die Avogadrosche Konstante N enthält, so daß sich diese daraus berechnen läßt. Aus der genannten Arbeit ergab sich $N = 5,91 \cdot 10^{23}$. (*Z. phys. Chem. 87, 40, 1914.*)

A. Mahlke, Hamburg.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 30.

24. Juli 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Leistungen der Vögel im Fluge. II. Von *Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.* S. 725.

Die Selbstreinigung der Gewässer. Von *Dr. E. Neresheimer, Wien.* S. 729.

Untersuchungen über die relative Häufigkeit der Metalle in der Erdkruste. Von *Albert Bencke, München.* S. 732.

Bericht über die Tagung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig v. 22. bis 24. Mai 1914. (Schluß) Von *Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.* S. 734.

XIX. Tagung des Deutschen Geographentages zu Straßburg i. Els. vom 2. bis 4. Juni. (Schluß) Von *Prof. A. Steinhauff, Marburg a. L.* S. 737.

Zuschriften an die Herausgeber:

Bemerkungen zu dem Referat des Herrn Kähler: „Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre.“ Von *Dr. Werner Kolhörster, Berlin.* S. 739.

Besprechungen. S. 740.

Astronomische Mitteilungen. S. 751.

Kleine Mitteilungen. S. 752.



Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 28 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandeln der Schnitte.
7. Färben der Objekte.
8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

24. Juli 1914.

Heft 30.

Die Leistungen der Vögel im Fluge. II.

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Die Anwendung der vergleichenden Physiologie des Stoffwechsels auf die Frage nach der Größe der Leistungen der Vögel beim Fluge führt zu einer guten Übersicht über diesen Wert¹⁾; sie ermöglicht aber weiter noch eine Reihe kritischer Betrachtungen über verschiedene Angaben, die in bezug auf die Leistungen von Vögeln gemacht worden sind und sich hartnäckig in der Literatur weiterschleppen.

Es handelt sich um Zahlen über die Maximalstrecke, die ein Vogel durchfliegen kann, um die Maximalgeschwindigkeit, die er durch Muskelarbeit erreichen kann, und die Maximalhöhe, bis zu der er sich aufzuschwingen vermag, bzw. über die Höhe, in welcher der Wanderflug stattfindet.

In bezug auf die Maximalstrecke, die ein Vogel ohne Rast und damit ohne Nahrungsaufnahme durchfliegen kann, herrschen ziemlich unklare Vorstellungen. Auf der ersten internationalen Luftschiffahrt-Ausstellung in Frankfurt (1909) war eine Weltkarte ausgestellt, in der zwei maximale Flugstrecken angegeben waren, die von Vögeln in einem Fluge zurückgelegt werden sollen. Es handelt sich um einen Flug von 3000 km Länge, den das Blaukehlchen in einer Nacht (!) von Ägypten bis nach Helgoland machen soll, und um den Zug des virginischen Goldregenpfeifers, der angeblich von Labrador bis nach Südamerika, d. h. 5000 km weit, ohne Unterbrechung fliegt. Hierzu kommen noch einige ältere Angaben, die *Prechtl*²⁾ mitteilt, z. B. daß die Wandertaube pro Tag, d. h. bei 8 Stunden Ruhe, in 16 Stunden eine Strecke von mehr als 1000 km durchwandern soll, und daß ein Falke, der in Andalusien entflohen war, 16 Stunden später in Teneriffa, etwa 1200 km vom Abflugsorte, getroffen wurde. Sind solche Leistungen wirklich möglich?

Die Frage läßt sich bis zu einem gewissen Grade durch Berechnung des Stoffwechsels der Tiere entscheiden:

Wenn ein Vogel nicht fliegt, sondern z. B. ruhig im Käfig sitzt, so verbraucht er beständig in seinem Grundumsatz Stoffe. Wird ihm keine Nahrung gereicht, so verhungert er, und zwar um so rascher, je kleiner er ist, da der Umsatz pro Gewichtseinheit, wie erwähnt, mit abnehmender Größe wächst. Der Hungertod tritt ein, wenn

etwa 40 % des Stoffbestandes aufgezehrt sind. Schon vorher sind die Tiere sehr matt und können sicher keine nennenswerte Flugleistung mehr vollbringen.

Wenn wir den Ansatz machen, daß ein Vogel noch bis zu dem Augenblick zu fliegen vermag, in dem er 30 % seines Stoffbestandes aufgezehrt hat, so werden wir die Leistungsgrenze eher zu hoch als zu niedrig angenommen haben. Wenn der Vogel mit maximaler Anstrengung fliegt, so tritt bald *Ermüdung* ein, lange bevor der Stoffbestand so weit aufgezehrt ist, daß aus *Erschöpfung* des Vorrates an Stoffen keine Arbeitsleistung mehr möglich ist.

Wenn eine möglichst große Strecke durchfliegen werden soll, so darf also einerseits die Anstrengung nicht so groß sein, daß *Ermüdung* eintritt, andererseits darf die Fluggeschwindigkeit auch nicht zu gering sein, da in der langen Zeit, die ein Flug von gegebener Strecke dann erfordert, ein zu großer Anteil des Gesamtumsatzes auf den Grundumsatz entfällt und damit für die Flugleistung verloren geht.

Wir wollen zunächst berechnen, welche Strecke verschieden große Ruderflieger bei verschiedenen Geschwindigkeiten zurücklegen, in der Zeit, in der sie 1 % ihres Bestandes an organischer Substanz verarbeiten.

Der Stoffverbrauch, der einer gewissen Leistung entspricht, ist unter der Voraussetzung berechnet, daß nur Fett als Nahrung verbraucht wird, daß dies vollständig verbrannt wird, und daß der Nutzeffekt der Muskelmaschine 33 % beträgt (s. o.). Der Erlenzeisig, der als kleinster Vogel aufgeführt ist, führt beim Wanderfluge eine Überquerung des Mittelmeers aus, was ja allerdings an der schmalsten Stelle nur einen Flug von 135 km bedeutet¹⁾. Die folgende Tabelle ist ohne weiteres verständlich: Bei einer Geschwindigkeit von v in m/sec werden durchfliegen s km unter Verbrauch von 1 % des Stoffbestandes:

	Ge- wicht g	$v = 6$ s	$v = 8$ s	$v = 10$ s	$v = 12$ s	$v = 15$ s	$v = 20$ s
Erlenzeisig .	10	9,7	10,6	8,9	7,6	5,9	3,6
Schwalbe . .	20	9,9	11,6	12,8	12,3	11,8	8,8
Taube . . .	350	35,5	39,0	41,0	35,7	29,0	22,3
Storch . . .	2140	60,5	63,5	59,4	50,0	34,5	—

Betrachten wir die Zahlen etwas näher, so sehen wir — wie von vornherein zu postulieren

¹⁾ Von Cap Bon bis Marsala.

¹⁾ Diese Zeitschrift Bd. 2, Heft 29.

²⁾ *Prechtl*, Untersuchungen über den Flug der Vögel. Wien 1846.

—, daß es eine Geschwindigkeit gibt, bei der unter Verbrauch einer gewissen Substanzmenge die größte Strecke zurückgelegt werden kann.

Die Strecken, die bei dieser günstigsten Geschwindigkeit durchflogen werden, wenn 1 % des Stoffbestandes zur Verbrennung gelangt, stehen in einem bestimmten Verhältnis zu der Größe des Tieres, wie die folgende Zusammenstellung lehrt:

	Verhältnis der Linear- dimensionen λ	Verhältnisse der maximalen Flugstrecken bei Verbrauch gleicher prozentualer Anteile des Stoffbestandes
Erlenzeisig . .	1,0	1,0
Schwalbe . . .	1,26	1,21
Taube	3,27	3,88
Storch	5,95	5,99

Die *maximalen Strecken*, die bei Verbrauch eines prozentual gleichen Anteils der Körpersubstanz durchflogen werden können, wachsen innerhalb gewisser Grenzen proportional den Lineardimensionen (λ) der Ruderflieger.

Zu der Tabelle ist aber noch etwas anderes zu bemerken: Die Werte für die Flugstrecke des Storches bei 6 und 8 m/sec haben nur rechnerischen Wert, denn die Schwebegeschwindigkeit des Storches beträgt etwa 10 m/sec, so daß sich die maximale Strecke, die er bei Verbrauch von 1 % seines Stoffbestandes wirklich durchfliegen kann, von 63,5 auf 59,4 km vermindert.

Nun lehrt aber die Erfahrung, daß die Vögel in der Natur nicht mit der Geschwindigkeit fliegen, die ihnen gestattet, die größte Strecke zurückzulegen, sondern meist mit größerer Geschwindigkeit.

Wir können als zweiten Grenzwert berechnen, welche Strecke ein Vogel bei Verbrauch von 1 % Körpersubstanz zurücklegt, wenn er sich mit der Geschwindigkeit bewegt, die einen Leistungszuwachs von 5,1 mal den Grundumsatz erfordert, einer Geschwindigkeit, die für die Taube 20 m/sec beträgt, für den Storch 16,4 m/sec, für den Schwan 14 m/sec.

Die Berechnung ergibt, daß die Taube unter diesen Umständen 22,3 km mit einer Geschwindigkeit von 20 m/sec, der Storch 33,5 km mit einer Geschwindigkeit von 16,4 m/sec zurücklegt, und generell erhält man das Resultat, daß die *durchflogenen Strecken sich verhalten wie die dritten Wurzeln aus den Quadraten der Lineardimensionen* $= \sqrt[3]{\lambda^2}$ oder $\lambda^{2/3}$.

Wenden wir zunächst die Berechnungen über die maximale mögliche Flugstrecke auf die Fälle an, in denen uns Angaben von ganz ungewöhnlichen Flugstrecken zur Skepsis mahnten:

Der Goldregenpfeifer wiegt etwa 160 g, seine maximale Flugstrecke bei Verbrauch von 1 % des Stoffbestandes beträgt also 26,2 km, und — wenn wir den unwahrscheinlich hohen Ansatz über

die Grenze des möglichen Stoffverbrauches gelten lassen wollen, den wir oben machten — so würde er bei Verbrauch von 30 % höchstens 785 km durchfliegen können und nicht 5000! Selbst wenn der Wind ihn beständig mit 10 m/sec in der Richtung seines Fluges treiben würde, ergäbe sich erst eine Strecke von 1500—1600 km, aber ein Flug von 5000 km ohne Nahrungsaufnahme gehört ins Reich der Fabel. Eine Rast *ohne Nahrungsaufnahme* unterwegs würde die maximale Flugstrecke nur noch weiter verringern.

Ebenso liegen die Dinge für das Blaukehlchen, das bei einem Körpergewicht von 30 g bei einem Stoffverbrauch von 30 % des Bestandes allerhöchstens 440 km fliegen könnte; und selbst wenn der Wind wieder als dauernd dem Fluge günstig und mit bedeutender Geschwindigkeit angesetzt wird, so könnte es unmöglich eine Strecke von mehr als 1000 km, wahrscheinlich aber nur eine *sehr viel* kürzere in ununterbrochenem Fluge zurücklegen.

Schon diese Überschlagsrechnung, bei der angenommen ist, daß die Vögel instande wären, bis zur fast vollständigen Erschöpfung aller Stoffe, die sie überhaupt bis zum Hungertode umsetzen können, in raschem Fluge zu fliegen, zeigt die Unmöglichkeit der Angaben über so auffallend große Flugstrecken.

Ein Flug von 600 km, wie er bei der Brieftaube vorkommt, der mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 18 m/sec zurückgelegt wird, würde einen Verbrauch von etwa 24 % des Stoffbestandes erfordern und damit schon hart an die Grenze des Möglichen gehen, wenn der Wind nicht nachhilft.

Bei einem entsprechenden prozentualen Stoffverbrauch würde der Erlenzeisig 250 km zurücklegen können, eine Strecke, die völlig hinreicht, um ihm das Überfliegen des Mittelmeeres zu ermöglichen, zu der er an der schmalsten Stelle (135 km) nur 12,8 % seines Stoffbestandes aufzehren würde.

Mosso¹⁾ sah die Wachteln so ermüdet von ihrem Fluge von Afrika her in der Nähe von Rom die italienische Küste erreichen, daß sie nicht wieder auffliegen konnten, sondern nur noch laufend ihren Verfolgern zu entgehen suchten. Die durchflogene Strecke ist höchstens 550 km, wahrscheinlich nur 400, da die Tiere wohl auf Sizilien gerastet haben können. Die Fluggeschwindigkeit gibt Mosso auf 17 m/sec an. Ist ihnen der Wind garnicht zur Hilfe gekommen, so würden sie bei dieser extremen Flugleistung, die sie an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit brachte, 17,6 bis 24,2 % des Stoffbestandes aufgezehrt haben, also höchstens soviel wie eine Taube, die 600 km durchflogen hat.

Setzen wir nach diesen Erfahrungen einen Stoffverbrauch von 24 % des Stoffbestandes als

¹⁾ Mosso, Die Ermüdung. Leipzig, Hirzel, 1892.

die Grenze der möglichen Flugleistung an, so würden die durchflogenen Strecken — ohne Wind oder Gegenwind — betragen:

	bei günstigster Geschwindigkeit in km	bei maximaler Geschwindigkeit in km
Erlenzeisig	250	230
Schwalbe	310	280
Taube	980	540
Storch	1420	800
Seeadler	2380	955

Die Zahlen des letzten Stabes dürften den wirklichen Maximalleistungen wesentlich näher liegen, als die des ersten, die besonders für die größeren Vögel nicht erreicht werden können. Es ist aus stoffwechselphysiologischen Gründen im höchsten Maße unwahrscheinlich, daß es irgend einen Vogel gibt, der 1000 km oder mehr mit nur eigener Kraft ohne Nahrungsaufnahme durchfliegen kann.

Ebenso sehr einer Kritik bedürftig wie die Angaben über auffallend große Flugstrecken sind die Zahlen, die sich noch in der Literatur über die *Geschwindigkeit* des Vogelfluges finden. Die Messungen bei *Rositten*, auf die schon hingewiesen wurde, geben eine sichere Basis für die Beurteilung der wirklichen Fluggeschwindigkeiten, und diese sind nicht besonders hoch. Von den beobachteten Vögeln flog am schnellsten der Star mit 20,6 m/sec, am langsamsten der Sperber mit 11,5 m/sec. Dazwischen ordnen sich Möve, Krähe und Dohle, Fink, Zeisig, Wanderfalk und Kreuzschnabel.

In der Literatur finden sich bei neueren Autoren¹⁾ noch folgende Angaben:

Wildente	22 m/sec
Krähe	36,6—45 „
Schwalbe	58 „

*Marey*²⁾ gibt gar für die Schwalbe 67 m/sec und für den Mauersegler 88 m/sec an. Hierzu ist folgendes zu bemerken: Die absolute Grenzleistung gestattet der Taube für ganz kurze Zeit mit einer Anstrengung, die zu rascher Ermüdung führt, sich eine Geschwindigkeit von 25 m/sec zu erteilen. Dementsprechend beträgt die Grenzgeschwindigkeit für die Ente 22,5 m/sec, also den Wert, den *Ziegler* für sie angibt. Die Krähe kann aber höchstens 23,8 m/sec erreichen und nicht 36,6—45, die Schwalbe höchstens 34,5, nicht 58 bis 67, und der Mauersegler 31,5 m/sec, nicht 88!

Um sich 58 m/sec Geschwindigkeit zu erteilen, müßte die Schwalbe 0,97 mkg pro Sekunde leisten, d. h. sie müßte ihren Gesamtumsatz auf das 48 fache des Grundumsatzes steigern, eine Leistung, deren kein homoiothermes Tier nach unseren bisherigen Erfahrungen fähig ist.

¹⁾ H. E. *Ziegler*, Zool. Jahrb., Abt. f. System und Biol. Bd. 10 (1898).

²⁾ *Marey*, Le vol des oiseaux, Paris 1890.

Daß die *Höhen* des Vogelfluges stark überschätzt werden, haben alle neueren Beobachtungen über diesen Gegenstand gezeigt. Schon dadurch ist an den meisten Tagen eine ziemlich tiefe Grenze gegeben, daß die Vögel sich stets *unterhalb der tiefsten Wolkenschicht* halten, nur in Gebirgen, welche über dies Niveau herausragen, geht auch der Vogelflug höher hinauf.

Rechnet man, daß bei günstigen Beleuchtungsverhältnissen ein Vogel noch eben von einem normalen Auge erkannt werden kann, wenn seine Spannweite der Höhe und seine Breite der Breite eines Buchstabens der Snellenschen Sehproben entspricht, so würde eine Lerche schon bei 200 m Höhe dem Auge entschwenden — wahrscheinlich sogar früher — größere Vögel in Höhen, die folgende Zusammenstellung gibt:

	Spannweite in cm	gerade noch sichtbar in m Höhe (senkrecht)
Lerche	30	200
Taube	60	400
Storch	180	1200
Kondor	300—400	2 000—2 700

Wenn die Vögel in größeren Höhen, in der dünneren Luft fliegen, so ergibt sich eine Reihe von Unterschieden gegenüber dem Fluge im Meeresniveau.

Die Tragfähigkeit der Flächen ist direkt proportional der Dichte der Luft ρ , d. h. sie nimmt mit der Höhe ab proportional ρ . Die Schwebegeschwindigkeit wächst also proportional $\sqrt{\frac{1}{\rho}}$.

Die Leistung, die die Vögel aufbringen müssen, um sich diese erhöhte Geschwindigkeit zu erteilen, ist nicht im Verhältnis der dritten Potenz der Geschwindigkeit größer, da ja die dünnere Luft einen geringeren Widerstand bietet. Es verhalten sich vielmehr die Leistungen bei gleichen Geschwindigkeiten und verschiedener Dichte der Luft wie die Dichten.

Daraus ergibt sich, daß die *Leistung* der Vögel, die sich in verschiedenen Höhen gerade ihre *Schwebegeschwindigkeit* erteilen, mit zunehmender Höhe im Verhältnis $\sqrt{\frac{1}{\rho}}$ wächst, und daß die Leistungen in allen zugänglichen Höhen *dieselben* bleiben, wenn die Geschwindigkeiten sich wie $\sqrt[3]{\frac{1}{\rho}}$ verhalten.

In 5500 m Höhe, wo halber Atmosphärendruck herrscht, ist die Schwebegeschwindigkeit 1,42 mal ($\sqrt[3]{2}$) größer als am Boden, und in demselben Verhältnis ist die Sekundenarbeit, die Leistung, gesteigert. Bei gleicher Leistung müßten sich die Geschwindigkeiten im Meeresniveau und in der Höhe der halben Atmosphäre verhalten wie $1 : \sqrt[3]{2} = 1 : 1,26$.

Wenden wir zunächst diese Erfahrung auf die Frage an, in welcher Höhe eine gewisse *Strecke*

bei gegebener absoluter Größe des Energieumsatzes pro Zeiteinheit am günstigsten durchfliegen wird, und sehen dabei von der Arbeit ab, die nötig ist, um den Vogel auf verschiedene Höhen zu heben, so ergibt sich in der Tat, daß die Verhältnisse um so günstiger zu werden scheinen, je höher die Flugbahn über dem Meeresniveau liegt. Sollen z. B. 300 km durchfliegen werden, so erfordert dies für die Taube am Boden bei 20 m/sec 4,17 Stunden lang eine Leistung, die das 5,14fache des Grundumsatzes beträgt. In 5500 m Höhe würde mit derselben Leistung eine Geschwindigkeit von 25,2 m/sec erreicht werden, d. h. die gegebene Strecke würde in 3,3 Stunden zurückgelegt sein, was eine Ersparung von 22 Prozent bedeuten würde.

Dem Vordringen in die Atmosphäre setzt aber ein *physiologischer* Umstand ein Hindernis entgegen: wir sahen, daß im Meeresniveau die Grenze der selbst für kurze Zeit durchführbaren Leistung erreicht ist, wenn der Gesamtumsatz etwa das 11fache des Grundumsatzes erreicht; diese physiologische Begrenzung der Leistungsfähigkeit ist bedingt durch den Mechanismus der *Sauerstoffversorgung*. Bei so stark erhöhtem Umsatz wird durch die Lunge das Maximum an Sauerstoff aufgenommen, das überhaupt durch die feuchte Oberflächenschicht der Lungenzellen bis zu der lebendigen Substanz durch Diffusion gelangen kann. Kein Organismus kann mehr leisten, als daß er die Menge Sauerstoff, die auf dem Wege der Diffusion in seine Umgebung gelangt, sofort aufzehrt, und so ist die obere mögliche Grenze des Sauerstoffverbrauchs durch die Diffusionsgeschwindigkeit dieses Gases, also durch eine rein *physikalische* Größe gegeben. Die Diffusionsgeschwindigkeit ist nun direkt proportional dem Partialdruck des Sauerstoffs in der Lungenluft. Dieser Partialdruck ist immer niedriger als der in der atmosphärischen Luft und kann sich nur bei stärkster Lungenventilation dem Werte in der Atmosphäre nähern. Wir wollen, mit Rücksicht darauf, daß wir eine Grenzberechnung durchführen, und weiter mit Rücksicht darauf, daß in der Tat die Vogellunge viel besser ventiliert ist als die Säugetierlunge, den Ansatz machen, der Sauerstoffdruck an den Flächen der Lungenzellen sei ebenso hoch wie in der Atmosphäre, dann ist die maximale Menge, die aufgenommen werden kann, direkt proportional der Dichte der Luft (q).

In 5500 m Höhe ist also die mögliche Grenze des Umsatzes erreicht, wenn derselbe das 5,5fache des Grundumsatzes beträgt. Dabei ist dieser letztere nicht eingeschränkt, so daß für den Leistungsumsatz nur das 4,5fache des Grundumsatzes bleibt. Für einen *Dauerflug* steht in der Höhe von 5500 m bei gleicher relativer Beanspruchung des Stoffwechsels wie in der Tiefe nur das 2,1fache des Grundumsatzes zur Verfügung.

Betrachten wir einmal die Frage, ob ein Storch in 5500 m Höhe noch zu fliegen vermöchte. Einem

Leistungsumsatz vom 2,1fachen des Grundumsatzes entspricht am Boden eine Fluggeschwindigkeit von 12,2 m/sec; in 5500 m eine Geschwindigkeit von $12,2 \cdot \sqrt[3]{2} = 15,4$ m/sec. Da die Schwebegeschwindigkeit 14,2 m/sec beträgt, so könnte ein Storch in dieser Höhe noch einen Dauerflug ausführen, wenn auch mit großer Anstrengung.

Diese Erwägungen mögen zeigen, wie ungünstig sich die Dinge für einen Ruderflieger stellen, der seine Flugarbeit ganz mit Hilfe seiner Flugmuskulatur aufzubringen hat. Sie führen zu dem Resultat, daß die Vögel eine um so *geringere* Höhe über dem Meer im Fluge erreichen können, je *größer* sie sind, denn um so früher ist bei ihnen der Punkt erreicht, an dem die Sauerstoffversorgung unzureichend wird im Vergleich zu der Leistung, die die erhöhte Schwebegeschwindigkeit erfordert.

Dies Resultat scheint der tatsächlichen Erfahrung durchaus zu widersprechen: Im Hochgebirge finden wir gerade die größten Vögel, die Adler, oder in den Cordilleren Südamerikas den Riesen unter den fliegenden Tieren der Jetztzeit, den Kondor.

Wir sehen die Lösung dieses Widerspruches in demselben Umstande, der uns die ausdauernden Flüge des Albatros verständlich machte: auch die Adler, die großen Geier, der Kondor sind *Schwebeflieger*, sie leisten die Flugarbeit gar nicht mit Hilfe ihrer Flugmuskeln, sondern haben eine *äußere Energiequelle im Winde*, in aufsteigenden Luftströmen oder in der turbulenten Bewegung der Luft.

Zu den größten Höhen, die von fliegenden Tieren erreicht werden, schwingt sich der größte bekannte Vogel, der Kondor, auf. *Alexander v. Humboldt* — selbst in einer Höhe von 4500 m — sah den Riesenvogel in solcher Höhe senkrecht über sich, daß er nur noch als schwarzes Pünktchen erschien. Nach unserer oben mitgeteilten Überschlagsrechnung war das Tier also 2000 bis 2700 m höher als der Beobachter, d. h. in 6500 bis 7300 m Höhe, ja *Humboldt* schätzt die Höhe noch bedeutender.

Versuchen wir ein Bild von den Verhältnissen des Fluges in der Höhe von 7000 m zu geben: Der Druck beträgt etwa 310 mm, d. h. die Dichte der Luft verhält sich zu der im Meeresniveau wie 1 : 0,41, ihre Tragfähigkeit ist 2,45 mal geringer geworden. Mit der gleichen Leistung, die dem Kondor am Boden gestatten würde, 12 m/sec Geschwindigkeit zu erreichen, würde er in der Höhe 16,5 m/sec leisten. Wenn aber seine Schwebegeschwindigkeit am Boden 12 m/sec gewesen wäre — wir kennen seine Flächenbelastung nicht —, so würde sie bei 7000 m Höhe schon 18,9 m/sec betragen.

Um die erwähnte Geschwindigkeit von 12 m/sec am Boden bzw. 16,5 m/sec in 7000 m Höhe zu erreichen, ist eine Leistung erforderlich, bei der zu dem Grundumsatz das 5,1fache seines Wertes

als Leistungsumsatz hinzukommt. Mit 16,5 m/sec würde er aber nicht fliegen können, sondern erst mit 18,9 m/sec, d. h. mit einer Leistung, die dem 8 fachen Grundumsatz entspricht. Der Gesamtumsatz des Kondors müßte also das 9 fache des Grundumsatzes betragen, wenn er in 7000 m Meereshöhe als Ruderflieger sich nur gerade in der Luft halten wollte.

Eine solche Steigerung ist nun tatsächlich in dieser Höhe nicht mehr möglich. Ist im Meeresniveau die *absolute* — nur für Minuten durchführbare — Leistungsgrenze des Energieumsatzes erreicht, wenn der Leistungsumsatz das 10 fache des Ruhestoffwechsels, also der Gesamtumsatz das 11 fache des Grundumsatzes beträgt, so ist dieselbe Grenze in 7000 m Höhe schon erreicht, wenn der Gesamtumsatz das 4,5 fache des Grundumsatzes, also der Leistungsumsatz nur das 3,5 fache beträgt. Mit dieser Leistung wäre am Boden eine Geschwindigkeit von 10,6 m/sec zu erreichen, in der besagten Höhe eine solche von 16,6 m/sec. Diese Geschwindigkeit dürfte kaum die Schwebegeschwindigkeit für 310 mm Druck darstellen und erfordert bereits eine Leistung, die nur auf Minuten vollbracht werden kann. Tatsächlich hält sich der Kondor stundenlang in solchen oder ähnlichen Höhen auf, und zwar — darin stimmen die Beobachtungen so hervorragender Forscher wie *Alexander von Humboldt* und *Darwin* überein — ohne mehr an sichtbarer Flugarbeit zu leisten, als daß er etwa alle halbe Stunde einmal einen Flügelschlag ausführt.

Wir kommen also — wie beim Albatroß — zu dem Resultat: der Kondor ist nicht imstande, sich mit Hilfe der Leistung seiner Flugmuskulatur in der stark verdünnten Luft der gewaltigen Höhen zu halten, in denen er oft beobachtet wird, er muß vielmehr eine äußere Energiequelle ausnutzen. Daß eine solche im Winde gegeben ist, wurde schon mehrfach erwähnt. Gerade in und über dem Gebirge ist niemals Mangel an aufsteigenden Luftströmen, die bei einer Größenordnung von 1 bis 2 m/sec, wie sie im Ballon nicht selten zur Beobachtung kommen, völlig hinreichen, den Gleitflug des Kondors, der etwa in einem Sinkverhältnis von 1 : 15 schräg abwärts führen würde, horizontal zu machen, oder den Vogel sogar ohne jede Muskelleistung Höhe gewinnen zu lassen.

Die Selbstreinigung der Gewässer.

Von Dr. E. Neresheimer, Wien.

Beständig mehrten sich in fast allen Kulturstaaten die Klagen über die Verschmutzung der Wasserläufe durch industrielle und städtische Abwässer. Vom hygienischen, ästhetischen, landwirtschaftlichen und fischereilichen Standpunkte aus wird immer dringender die Reinhaltung der Flüsse gefordert. Mögen auch manche Klagen übertrieben sein, mag auch in manchen Fällen der

durch die Verunreinigung vernichtete Wert, z. B. eines Fischwassers, in keinem Verhältnisse stehen zu den Kosten, die zur Vermeidung der Verunreinigung aufgewendet werden müßten — sicher ist es jedenfalls, daß zahlreiche, früher klare und fischreiche Flüsse und Bäche jetzt trübe, stinkende und schlammige Jaucheströme geworden sind, die keine Fische mehr beherbergen, die zum Waschen, Baden, Viehtränken, Wiesenwässern usw. nicht mehr zu gebrauchen sind. Sicher ist es, daß wir unhaltbaren und unwürdigen Zuständen uns nähern, und daß in kürzester Zeit energische Maßregeln zur Bekämpfung des Übels getroffen werden müssen. Schon mehrten sich die Stimmen der Industriellen, die Klage darüber führen, daß ihnen das Gebrauchswasser verdorben wird. Papier- und Zuckerfabriken, die selbst große Mengen ungemein schädlicher Abwässer den Flüssen zuführen, beschwerten sich in jüngster Zeit energisch über die Schädigung durch die Abwässer aus andern industriellen Betrieben, wie z. B. den Kaliwerken. Bisher wurde auf diese Klagen und auf die Forderung nach Reinhaltung der Flüsse stets wieder mit einem bequemen, viel mißbrauchten Schlagwort erwidert: „Aber die Flüsse besitzen ja das Selbstreinigungsvermögen!“

Ein Blick in eine der in letzter Zeit sich mehrenden Zusammenstellungen der Abwasserschäden in Deutschland, oder, noch besser, ein Blick in einen stark verschmutzten Wasserlauf, etwa im westdeutschen Industriegebiete, wird aber auch das naivste Gemüt darüber belehren, daß diese so bequeme Gabe der Flüsse, sich selbst zu reinigen, doch wohl nicht in so hohem Maße vorausgesetzt werden darf, wie es im Interesse der Abwasserproduzenten erwünscht wäre. Gewiß, ein Selbstreinigungsvermögen des Wassers existiert wirklich, selbst stark verschmutzte Flüsse erscheinen nach längerem Laufe wieder rein und klar; aber unbegrenzt ist dieses Vermögen nicht. Vielfach ist im Vertrauen darauf sehr gesündigt worden, und die Folge ist ein Zustand des Wassers, der sämtliche Anrainer aufs schwerste schädigt und jeglichen Gemeingebrauch des Wassers ausschließt.

Die Anschauungen über die Natur des Selbstreinigungsvermögens haben sich in der letzten Zeit wesentlich geändert. Noch vor verhältnismäßig kurzer Zeit suchte man den Vorgang der Selbstreinigung hauptsächlich mechanisch zu verstehen, indem man als die wichtigsten Faktoren die Sedimentierung und die Verdünnung in Betracht zog. Es ist selbstverständlich, daß ein wesentlicher Effekt durch diese beiden Vorgänge erzielt werden kann. Aber eine wirkliche Selbstreinigung, d. h. die völlige Unschädlichmachung der fäulnis- und gärungsfähigen, dem Flusse zugeführten Substanzen kann durch sie allein kaum jemals zustande gebracht werden. Namentlich die Sedimentierung fester Stoffe kann wohl nur eine scheinbare Reinigung bewirken, indem sie die trübenden Bestandteile dem Blicke des Be-

obachters entzieht, sie aber dafür am Grunde des Wassers anhäuft, wo sie der Fäulnis anheimfallen und eine weitreichende Verpestung des Flusses verursachen können. Natürlich kann die reichliche Verdünnung durch einen großen Vorfluter bei der Überwindung der gelösten organischen Substanzen eine sehr wesentliche Rolle spielen; bei dem außerordentlich aggressiven Charakter dieser Stoffe ist sie jedoch meist nicht imstande, sie allein schon unschädlich zu machen, sondern sie spielt nur eine die eigentliche Selbstreinigung vorbereitende Rolle. Kennen wir doch kaum in ganz Europa einen Strom, der wasserreich genug wäre, um die Abwässer einer sehr großen Sulfitcellulosefabrik ohne Schaden zu verdauen! Wenn trotzdem auch verhältnismäßig kleine Vorfluter eine anfangs erhebliche Verschmutzung im weiteren Verlaufe oft völlig zu überwinden vermögen, so müssen noch andere Kräfte hier tätig sein. Als solche, der eigentlichen Selbstreinigung dienende Vorgänge stellte man sich früher rein chemische Prozesse vor, wie hauptsächlich die Oxydation der Eiweißkörper durch den im Wasser gelösten Sauerstoff der Luft. Jedoch lassen sich derartige Vorgänge nicht in der freien Natur nachweisen, ja selbst unter den wesentlich günstiger zu gestaltenden Bedingungen des Experimentes kaum.

Schon in das Gebiet der Biologie schlägt die Tätigkeit der Bakterien, die auch heute noch vielfach als der wichtigste Faktor der Selbstreinigung gewertet wird. Durch diesen „Mineralisierungs“-Prozeß sollen die stickstoffhaltigen Substanzen zerlegt werden, unter Bildung von Salpetersäure und Ammoniak. Jedoch ist die Bedeutung dieses Mineralisierungsprozesses wesentlich überschätzt worden; es ist Hofers Verdienst, diese Übertreibung auf ihr richtiges Maß zurückgeführt zu haben. Während nämlich bei Untersuchung der Wasserproben im Laboratorium (nach längerem Stehen im warmen Raume!) sich regelmäßig reichliche Mengen von Salpetersäure nachweisen lassen, gelingt dieser Nachweis am freien kühlen Wasser an Ort und Stelle nicht. Es ist auf fehlerhafte Untersuchungsmethoden zurückzuführen, wenn heute noch vielfach der Tätigkeit der Bakterien eine ausschlaggebende Bedeutung bei der Selbstreinigung zugeschrieben wird. Freilich läßt sich z. B. kurz unterhalb der Einmündung der städtischen Sielwässer in einen Fluß eine enorme Bakterienziffer nachweisen, während nach verhältnismäßig kurzem Lauf diese Zahl schon erheblich abnimmt. Es ist jedoch ganz verfehlt, daraus zu schließen, daß diese Abnahme zurückgeführt werden könne auf die Abnahme der gelösten organischen Stoffe, als der Nährsubstanz für die Spaltpilze. Die Abnahme der Bakterienziffer beruht auf ganz anderen Ursachen: die Bakterien haben nicht schon weiter oberhalb den größten Teil der ihnen zur Verfügung stehenden Nahrung verbraucht, sondern sie befinden sich im rasch fließenden, kalten Flußwasser unter ungünstigen, ihre Assi-

milationsfähigkeit wie ihre Vermehrung hemmenden Bedingungen, sie werden durch den Einfluß des Lichtes geschädigt und abgetötet und durch die Sedimentation der im Wasser treibenden Partikelchen zu Boden gerissen. So konnte Hofer bestätigen, daß bei Freising, ca. 30 km unterhalb der Einleitung der Münchener Kanalwässer in die Isar, der Bakteriengehalt des Wassers bereits ungeheuer viel geringer ist als kurz nach der Einleitungsstelle. Der Gehalt an gelösten organischen Substanzen dagegen ist bei Freising sogar höher als kurz unterhalb Münchens, wegen der Auslaugung der im Strome mechanisch zerkleinerten festen Bestandteile. Der Bakteriengehalt des Wassers bildet also keinen Anhaltspunkt für die Beurteilung des Fortschrittes in der Selbstreinigung. Einen überwiegenden Anteil an der Selbstreinigung hat die Arbeit der Bakterien dann, wenn die Vernichtung der organischen Substanzen durch einfaches Ausfaulen des unreinigten Wassers erreicht wird. In den meisten Fällen jedoch bildet sie nur ein Glied in einer sehr komplizierten Kette biologischer Vorgänge, die im wesentlichen als eine Umsetzung der toten organischen Substanz in lebende aufzufassen ist. Schematisch dargestellt, besteht der Prozeß in der Aufnahme der gelösten organischen Substanzen durch niedere Pflanzen, d. i. Bakterien, Pilze, Algen, die ihrerseits wieder zunächst den niedersten tierischen Organismen, wie Protozoen, mikroskopischen Würmern usw. zur Nahrung dienen, und auf dem Umwege über diese auch den höheren Tieren, Crustaceen, Insekten und deren Larven, Fischen. Eine wesentliche Rolle spielt ferner die direkte Aufnahme der ungelösten Schmutzstoffe durch niedere Tiere, unter denen namentlich die Schlammwürmer (Tubifex, Phreoryctes, Dero, Nais, usw.) und Crustaceen (besonders die Wasserassel) sowie Mollusken (Schnecken und Muscheln) hervorzuheben sind. In der Natur stellt sich der Ablauf dieses Vorganges wesentlich komplizierter dar. So wird er z. B. unter gewissen Bedingungen durch die Anwesenheit gelöster gärfähiger Zuckerarten, wie sie in vielen Abwässern in großer Menge vorhanden sind, in andere, ungünstigere Bahnen gelenkt. Als Zuckerzehrer kennen wir unter den niedrigen Pflanzenformen gewisse Pilze, so namentlich *Sphaerotilus natans*, die also, da sie die gelöste organische Substanz dem Wasser entnehmen und verarbeiten, theoretisch als an der Selbstreinigung beteiligte Organismen zu betrachten wären. Der Effekt ihres massenhaften Auftretens ist aber für den Gesamtablauf der Vorgänge höchst ungünstig. Die Pilzfäden überziehen alle am Grunde und am Ufer befindlichen festen Körper mit dichten Büscheln, wuchern sehr schnell und reichlich, sterben aber bald ab und treiben als Flocken und Fladen in solcher Menge im Wasser, daß sie dessen Gemeingebrauch auf das empfindlichste stören. Die an ruhigen Stellen zu großen Schlammhängen angesammelten Pilzleiber

gehen hier in Zersetzung über, verbrauchen reichlich Sauerstoff und verpesten das Wasser weithin. Der Prozeß muß also aufs neue beginnen: Zersetzung der Pilze durch Bakterientätigkeit, Aufzehrung der Bakterien durch niedrige Tiere.

Es ist klar, daß die gesamte Arbeit der Selbstreinigung im rasch fließenden, kalten Wasser fast ausschließlich am und im Boden vor sich gehen kann; denn die fließende Welle bietet den kleinen und kleinsten Organismen keine Wohnstätte und keine günstigen Lebensbedingungen. Sie ist daher in verunreinigten Flüssen nahezu leer von Tieren und Pflanzen, während der Boden ein um so reicheres Tier- und Pflanzenleben beherbergt. So konnte *Hofer* in der Isar, 10 km unterhalb München, aus einem Schlammzylinder von 600 cm² Oberfläche, der aus dem Grunde gehoben wurde, ca. 2 000 000 Exemplare des Schlammwurmes *Tubifex tubifex* nachweisen.

Wo dagegen das Wasser weniger reißend fließt und durch seine höhere Erwärmung die Fortpflanzung und die vegetativen Funktionen der Organismen rascher ablaufen läßt, finden wir auch die freie Welle reichlich bevölkert von tierischen und pflanzlichen Planktonten, die in nicht zu unterschätzendem Maße an der Selbstreinigung mitwirken. So im Unterlaufe der Flüsse, die, wie z. B. die Elbe unterhalb Hamburgs, eine geradezu fabelhaft reiche Flora und Fauna pelagischer und bodenbewohnender Organismen beherbergen. Der langsam fließende, sich ausgiebig erwärmende Strom besitzt demnach eine außerordentlich viel höhere selbstreinigende Kraft als der rasch fließende, kalte Gebirgsfluß. Dem äußeren Anschein nach wird sich allerdings dieser schneller und gründlicher reinigen; im wesentlichen trägt er aber nur die Schmutzstoffe schneller talabwärts, bis sie an geeigneter Stelle deponiert werden und nun erst der Einwirkung der wirklichen Selbstreinigungsvorgänge unterliegen. Aus dem gleichen Grunde, weil eben die Tier- und Pflanzenwelt sich weniger gut ansiedeln und ihre Tätigkeit entfalten könnte, sind die regulierten, zwischen geradlinige Steindämme eingezwängten Flüsse in weit geringerem Maße der Selbstreinigung fähig, als Ströme, die noch ihre natürliche Uferkonfiguration mit stillen Buchten, ausgedehnten Altwässern u. dgl. bewahrt haben. Gerade an diesen Stellen findet im wesentlichen die Reinigung statt, und es ist daher keineswegs erstaunlich, wenn Flüsse nach der Regulierung plötzlich viel stärker unter der Verschmutzung durch Abwässer leiden als vorher.

Wo die Selbstreinigung ungestört und naturgemäß vor sich geht, da wird der große Reichtum an tierischen Organismen schließlich durch die Fischfauna ausgenützt und führt zu einem besonders guten Wachstum und reichlicher Vermehrung der Fische. *Hofer* hat als erster diese fundamentale Erkenntnis ausgesprochen, daß die Fischproduktion eines Wassers direkt proportional seiner Selbstreinigungskraft ist. Sehr deutlich spricht sich diese Tatsache z. B. aus in dem gewaltigen

Fischreichtum der von den Sielwässern der Städte Hamburg-Altona und Harburg verunreinigten Unterelbe. Allerdings herrschen hier ganz exzeptionelle Verhältnisse, da die Vorgänge wesentlich durch Ebbe und Flut beeinflußt werden.

Auf jeden Fall stimmen die beiden Erfahrungen vorzüglich zusammen: das Fischproduktionsvermögen stehender und langsam fließender Gewässer ist erheblich größer als das rasch fließender; und die Selbstreinigungskraft der ersten übertrifft die der letzten bei weitem.

Ist es auf Grund der angeführten biologischen Tatsachen nun möglich, die Selbstreinigungskraft eines Gewässers im konkreten Falle bis zu einem gewissen Grade im voraus abzuschätzen, so gelingt es auch, durch biologische Untersuchung den Grad der wirklich stattgehabten Verunreinigung festzustellen. Im reinen Wasser treffen wir eine ganz anders zusammengesetzte Fauna und Flora an, als in dem durch organische Stoffe verunreinigten. Eben die an den Selbstreinigungsvorgängen beteiligten Organismen sind charakteristisch für das letztgenannte Wasser; hier finden sie ihre günstigsten Lebensbedingungen. So läßt z. B. das massenhafte Auftreten gewisser Pilze, der schon genannten Schlammwürmer, der Wasserassel, verschiedener Protozoenarten, mit Sicherheit auf Fäulnisvorgänge in dem betreffenden Wasser schließen. *Kolkwitz* und *Marsson* („Ökologie der pflanzlichen Saprobien“, Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft Bd. 26 a, 1908, und „Ökologie der tierischen Saprobien“, Internat. Revue der ges. Hydrobiologie und Hydrographie Bd. 2, 1909) haben versucht, die Saprobien, d. i. die Schmutzwasserformen (im Gegensatz zu den Katharobien, den typischen Reinwasserformen) in ein System zu bringen.

Sie unterscheiden im verunreinigten Fluß oder Bach folgende Zonen: 1. die polysaprobe Zone, charakterisiert durch die stärkste Verunreinigung, Überwiegen der Reduktions- und Spaltungsprozesse, daher Mangel an Sauerstoff, Reichtum an Kohlensäure und stickstoffhaltigen, zersetzungs-fähigen Substanzen, hohen Bakteriengehalt, meist viel Schlamm, der reich an Schwefeleisen ist, Vorkommen von Schwefelwasserstoff; 2. die mesosaprobe Zone, die wieder in eine stark (α -)mesosaprobe und eine schwach (β -)mesosaprobe Zone zerfällt. In dieser Zone ist die Selbstreinigung in vollem Gang. Abbau- und Oxydationsstufen der Eiweißstoffe (in der β -Zone stärker verdünnt), höherer Sauerstoffgehalt, der dem Reichtum an Kohlensäure assimilierenden, durchlüftenden Pflanzen zu danken ist, Abnahme der Bakterienziffern, ein reich entwickeltes Tierleben charakterisieren diese Zone; Nitrate und Nitrite treten eventuell auf.

In der oligosaprogen Zone ist der Selbstreinigungsprozeß im wesentlichen beendet. Die Bakterienziffern sind niedrig, ebenso der Gehalt an organischem Stickstoff; der Sauerstoffgehalt hoch.

Im abgelagerten Schlamm (Detritus) finden Reduktionsprozesse in größerem Ausmaße nicht statt.

Entsprechend diesen Zonen teilen *Kolkwitz* und *Marsson* die Tiere und Pflanzen des Süßwassers in Polysaprobien, α - und β -Mesosaprobien und Oligosaprobien ein. Diese letzte Gruppe umfaßt schon die in praktisch reinem Wasser, im Mittel- und Unterlauf normaler Flüsse, in Seen usw. vorkommenden Organismen; als eigentliche Katharobien bezeichnen sie die Bewohner reiner Gebirgsbäche und ähnlicher Wässer, für die also außer der Reinheit auch noch die Kälte und der besonders hohe Sauerstoffgehalt des Wassers charakteristisch ist.

Selbstverständlich geht es bei der Einreihung einer bestimmten Tier- und Pflanzenart nicht ohne einen gewissen Schematismus ab; in der Natur lassen sich eben die einzelnen Zonen nicht so scharf voneinander abgrenzen, wie man dies auf dem Papier notgedrungen tun muß. Auch kann natürlich das Auffinden eines bestimmten, von *Kolkwitz* und *Marsson* unter die Saprobien eingereihten Tieres noch kein Kriterium für die Verunreinigung des betreffenden Wassers sein. Der Schlammwurm *Tubifex* z. B. findet sich gelegentlich in einzelnen Exemplaren selbst in ganz reinem Wasser, z. B. in Gletscherseen. Man kann also nur bei reichlichem Auftreten einer ganzen Vergesellschaftung saprober Organismen einen gültigen Schluß auf den Grad der Verschmutzung ihres Wohngewässers ziehen.

Die von *Kolkwitz* und *Marsson* als Saprobien zusammengefaßten Organismen finden wir nun in allen biologischen Abwasserreinigungsanlagen vor. Sie sind es, die hier die gelösten organischen Stoffe aufnehmen und in lebende Substanz umwandeln (pflanzliche Organismen), oder von den ungelösten Stoffen, sowie von Algen, Bakterien u. dgl. leben (tierische Organismen). Rieselfelder, Tropfkörper, Füllkörper, Fischteiche¹), sie alle sind belebt von einer mehr oder minder reichen saproben Fauna und Flora. Überlegen wir nun, welche von diesen Anlagen die günstigsten Bedingungen für eine Massenentwicklung möglichst vieler Mitglieder dieser charakteristischen Tier- und Pflanzengesellschaft bietet, so werden wir unbedingt den von *Hofer* in die Abwasserreinigungstechnik eingeführten Fischteichen den Vorzug geben. Neben all den Formen, die im Boden und an den Schlacken oder dem sonstigen Material der biologischen Körper sich festsetzen und massenhaft entwickeln können, kann im Teich auch Pflanze und Tier in ungeheuren Scharen die freie Welle erfüllen und teilnehmen an der Reinigungsarbeit. Und tatsächlich bringt auch in einem gut betriebenen Abwasserteich jeder Zug mit dem Planktonnetz einen förmlichen Brei mikroskopischer und etwas größerer Formen zutage. Die Reinigung des Wassers in diesen Teichen ist denn auch in jeder Hinsicht befriedigend: das Abfluß-

wasser der von *Hofer* angelegten Straßburger Versuchsteiche unterscheidet sich weder chemisch noch biologisch von reinem Bachwasser. Außerdem aber leistet diese Methode, die die natürliche Selbstreinigungskraft des Wassers voll ausnützt, was keine andere biologische Methode leistet: die Produktion von Fischfleisch in den nahrungsreichen Teichen ist so groß, daß nicht nur die Anlagekosten verzinst, sondern obendrein noch eine erhebliche Rente erzielt werden kann. Die organischen Substanzen des Abwassers werden nicht, wie in anderen Reinigungsanlagen, nur zerstört und unschädlich gemacht, sondern sie werden in Nahrungsmittel umgesetzt, schädliche Abfallstoffe werden in nutzbare Werte zurückverwandelt.

Untersuchungen über die relative Häufigkeit der Metalle in der Erdkruste.

Von Albert Bencke, München.

In den letzten 20 Jahren sind ab und zu Veröffentlichungen über die vom Laboratorium der Geologischen Abteilung in Washington vorgenommenen Untersuchungen über die relative Häufigkeit verschiedener Metalle erschienen, die allgemeines Interesse beanspruchen dürften¹). Immerhin handelte es sich bei diesen Untersuchungen im großen und ganzen doch nur um präzisere Ziffern, wie man sie gewöhnlich bei jeder genauen Analyse erhält und die bisher kaum auf die Geltung, wirkliche Durchschnittswerte zu sein, Anspruch machen konnten; außerdem betrafen diese Untersuchungen meist auch die weniger wichtigen Elemente, wie Barium, Strontium, Chrom, Vanadin, Zirkon usw., während für unsere gebräuchlichen Metalle wie Kupfer, Blei, Zink und Arsenik bisher noch nicht in entsprechender Weise Daten gesammelt wurden. Tatsächlich ist bisher noch kein Versuch gemacht worden, weder ihr relatives noch ihr absolutes Vorkommen festzustellen, wenn auch *Vogt* (*Zeitschrift f. prakt. Geologie* 1898, S. 225, 314, 377, 413 und 1899 S. 10 und 174) sowie *Kemp* (*Econ. Geol.* I, 207) hierüber einiges gebracht haben.

Um diese Lücke auszufüllen, wenigstens den Beginn hierzu zu machen, haben die Amerikaner *George Steiger* und *F. W. Clarke* eine Anzahl von Durchschnittsanalysen vorgenommen, die bereits einige wertvolle Resultate ergeben haben. Diese Analysen wurden in der Weise vorgenommen, daß für jede der untersuchten Substanzgruppen eine große Anzahl von Proben zusammengemischt wurden, um auf diese Weise die zur Analyse verwendete Probe zu erhalten, so daß der Durchschnittsgehalt jedes Metalles hierdurch mit derselben Genauigkeit bestimmt werden konnte, als es durch viele Einzelanalysen möglich gewesen wäre. Vier solcher Kompositproben wurden untersucht, nämlich zwei, die aus Tiefseeschlamm bestehen (deren vollständige Analyse im *Journal Geol.* XV, 783 abgedruckt ist), eine vom Schlamm des Mississippi-Deltas und eine von plutonischen Gesteinen, die schon vorher von der Geol. Survey untersucht worden waren. Für den Mississippi Schlamm, der also das relative Vorkom-

¹) Siehe den Aufsatz von *Klut*, „Abwasserreinigung“ im 1. Jahrgange dieser Zeitschrift, Heft 35.

¹) Die letzten dieser Berichte findet man in den Bulletins 419 und 491 der U. S. Geological Survey.

men der betreffenden Metalle in dem ganzen gewaltigen Flußgebiet des Stromes, somit in dem größten Teile des nordamerikanischen Festlandes angibt, ist das Resultat das folgende:

Komposit-Analyse von 235 Proben des Mississippi-schlammes:

SiO ₂	69,96	Cr ₂ O ₃	0,01
Al ₂ O ₃	10,52	V ₂ O ₅	0,02
Fe ₂ O ₃	3,47	NiO	0,017
MgO	1,41	MnO	0,06
CaO	2,17	BaO	0,08
Na ₂ O	1,51	SrO	Spur
K ₂ O	2,30	CuO	0,0043
TiO ₂	0,54	ZnO	0,0010
ZiO ₂	0,05	As ₂ O ₅	0,0004
CO ₂	1,40	PbO	0,0002
P ₂ O ₅	0,18	Organisch	0,66
SO ₃	0,03		100,6229
S	0,07	Weniger O	0,13
Cl	0,30		100,4929
F	0,07		

Es wurden also 235 verschiedene Proben zusammen-gemischt, um die Analysationsprobe zu erhalten; die Analyse wurde von *Steiger* durchgeführt, während der Physiker *Shaw* die Proben nahm. Zwecks Bestimmung des Gehaltes an NiO, CuO, PbO, ZnO und AsO₅ wurden 200 g Schlamm verwendet. Daß auch Chlor unter den analysierten Körpern erscheint, ist auf das aus dem mexikanischen Golf hereinkommende Salz zurück-zuführen.

Zweifellos ist diese Analyse die wichtigste für prak-tische Zwecke, das Gesamtbild erhält man jedoch erst unter Zuziehung der anderen drei Analysen. Die Data für die gesamten vier waren die folgenden:

A. Der rote Tiefseeschlamm. Es wurden 51 aus verschiedenen Ozeanen stammende Schlammproben gehoben und zu einer Probe gemischt. Der größere Teil der Proben war von der Challenger-Expedition geliefert worden. Die Bestimmungen von CuO, ZnO, PbO und AsO₅ (von *C. Sullivan* durchgeführt) wurden mit 150 g-Proben vorgenommen.

B. Küstenschlamm aus ozeanischen Tiefen von 140 bis 2120 Faden. Die Kompositprobe wurde aus 52 Proben, nämlich 4 Proben „Grünschlamm“ und 48 Proben „Blauschlamm“ hergestellt; auch sie wurden im wesentlichen von der Challenger-Expedition geliefert. Die Bestimmungen wurden mit 300 g-Proben vorge-nommen.

C. Die schon besprochene, aus 235 Proben be-stehende Kompositprobe des Mississippi-schlammes, von der für die Schwermetalle 200 g-Portionen genommen wurden.

D. Kompositprobe von 329 plutonischen Gesteins-proben amerikanischen Ursprungs. Die Bestimmun-gen wurden mit 90 g-Portionen vorgenommen.

Zu bemerken wäre, daß im Tiefseeschlamm von Dr. *Hildebrandt* eine Spur von Molybdän gefunden wurde.

Die folgende Tabelle gibt eine Zusammenfassung der vier Analysen in bezug auf einige Schwermetalle:

	A	B	C	D	Durchschnitt
NiO	0,0320	0,0630	0,0170	0,006 55	0,0296
As ₂ O ₅	0,0070	Spur	0,0004	0,000 74	0,0005
PbO	0,0073	0,0004	0,0002	0,000 81	0,0022
CuO	0,0200	0,0160	0,0043	0,011 67	0,0130
ZnO	0,0052	0,0070	0,0013	0,006 38	0,0049

Diese Ziffern zeigen die Prozentverhältnisse mit großer Deutlichkeit und ihre Richtigkeit ist seitdem

durch einschlägige Arbeiten anderer bestätigt wor-den. In einer Serie von 76 plutonischen und meta-morphosischen Gesteinen Britisch Guyanas fand *Harrison* einen mittleren Prozentgehalt von 0,025 Kupfer. In 23 seiner Proben wurde auch nach Blei gesucht und in 5 derselben gefunden, wobei der Maxi-malgehalt 0,02 % betrug. In einer typischen Probe vom Basalt des Columbiaflusses fand *Wells* 0,034 Kupfer und genau dasselbe Verhältnis wurde von *Jensen* im Andesit von Fiji gefunden. In den Por-phyren von Leadville, Colorado, konnte *Hildebrandt* Blei feststellen. Von 18 Proben, die von *Punkten* ge-nommen wurden, die sich weit entfernt von Erzlagern befanden, wurde ein Durchschnittsgehalt von 0,002 PbO gefunden. Ein Porphyr ergab 0,008 % Zinkoxyd und ein Rhyolit enthielt 0,0043 %.

In Granit-, Porphyr- und Diabas-Gesteinen aus der archaischen Formation Missouris bestimmte *Robertson* die folgenden Prozentgehalte von Blei, Zink und Kupfer:

		Durchschnitt
Pb	0,001 97—0,0068;	0,004
Zn	0,001 39—0,0176;	0,009
Cu	0,002 40—0,0140;	0,006

Auch die anstoßenden Kalkgesteine führten diese Metalle, jedoch in beträchtlich geringeren Massen. Ganz ähnliche Resultate wurden von *Finlayson* mit plutonischem Gestein in der Nähe von Bleiminen in England erhalten. Die von ihm gefundenen Durch-schnittswerte sind: Pb 0,032 % und Zn 0,028 %. In den Kalksteinen und Dolomiten der Dubuque-Region, Iowa, bestimmte *Weems* das relative Vorhandensein von Blei und Zink. Der Durchschnitt von 9 Proben ergab 0,003 26 % Pb und 0,0019 % Zn. So ließen sich noch eine ganze Reihe von Beispielen, die in der geo-logischen Literatur verstreut sind, anführen, aber die angeführten Daten mögen hier genügen. Aus alle-dem geht klar hervor, daß die schweren Metalle weit über die ganze Erdkruste, und zwar allgemein in be-stimmten, nachweisbaren Mengen vorhanden sind. Die Reihenfolge der relativen Häufigkeit, die sich auf Grund der Zusammenstellung der älteren und der neuen Untersuchungen feststellen läßt, wäre demnach Nickel, Kupfer, Zinn, Blei, Arsenik, abgesehen natür-lich von den lokalen Schwankungen.

Mit Hilfe der hier für Zink gegebenen Abschätzung, die annähernd 0,005 % ZnO oder 0,004 % Zn ist, wird es möglich, einen Schätzwert für das relative Vor-kommen von Cadmium zu gewinnen, denn beide Me-talle kommen fast immer gemeinsam vor. In 10 906 Waggonladungen Zinkerz aus Missouri fand *Webb* einen Durchschnitt von 57,96 Zn und 0,350 Cd. Das Verhältnis ist immer 1 Cd zu 162 Zn. Von 42 Spha-leritanalysen, die in *Hintzes* Handbuch der Mineralo-gie veröffentlicht sind, ist der mittlere Durchschnitt mit 1 : 163 gegeben. In weiteren 82 Analysen europäi-scher Zinkerze, in *Ahrens'* Sammlung chemisch-techni-scher Vorträge veröffentlicht (III, 201), stellt sich das Verhältnis auf 1 : 277, so daß man also zu einem allgemeinen Durchschnitt von 1 : 201 gelangen würde; in runden Ziffern ist demnach das Zink ungefähr 200-mal so häufig auf der Erde als das Cadmium. Eine genauere Schätzung läßt sich vorläufig wohl kaum geben. Wenn somit der Zinkpercentgehalt in der Erd-kruste mit 0,004 bestimmt wird, stellt sich die Ziffer des Cadmiumgehaltes auf 0,000 02.

Interessant sind auch die von der U. S. Geological Survey vorgenommenen Gesteinsanalysen in bezug auf

Metalle von geringerer allgemeiner Wichtigkeit. In runden Ziffern wurden etwa 1200 derartiger vollständiger Analysen vorgenommen und in 793 derselben wurde Bariumoxyd bestimmt. Es ergab sich unter genauer Berücksichtigung der quantitativen Ziffern ein Mittelwert für BaO von 0,086. Auf dieser Berechnungsbasis wurde dann folgende Prozenttabelle für die Gesteinsanalysen aufgestellt:

	Anzahl der Analysen	Maximum	Minimum	Durchschnitt
BaO	793	0,104	0,069	0,086
SiO	649	0,040	0,022	0,031
Li ₂ O	581	0,011	0,005	0,008
NiO	299	0,026	0,006	0,016
Al ₂ O ₃	293	0,050	0,012	0,031
V ₂ O ₃	102	0,026	0,002	0,014
ZrO ₂	372	0,023	0,007	0,015

Diese Ziffern stimmen ganz ausgezeichnet mit jenen überein, die in den vorher besprochenen Analysen der Gruppen A, B und C gewonnen wurden und die folgendes ergeben:

	Roter Ton	Küstenschlamm	Flußschlamm
BaO . . .	0,17	0,05	0,08
SiO . . .	0,046	0,025	Spur
NiO . . .	0,032	0,065	0,017
Cr ₂ O ₃ . . .	0,01	0,044	0,01
V ₂ O ₃ . . .	0,028	0,028	0,02
ZrO ₂ . . .	Unbestimmt	Unbestimmt	0,05

Es handelt sich bei diesen Ergebnissen allerdings noch nicht um vollständig endgültige Ziffern; kleine Korrekturen werden hie und da nötig sein, aber die Resultate sind hinreichend, um sich einen Begriff von der Aufeinanderfolge der Metalle in der Skala der relativen Häufigkeit zu bilden und ihren Anteil an der Bildung der Erdkruste zu bestimmen.

Bericht über die Tagung der Deutschen Bunsen-Gesellschaft für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig vom 22. bis 24. Mai 1914.

Von Dr. Alfred Reis, Karlsruhe.

(Schluß.)

G. Bredig, Zur chemischen Kinetik der Ameisensäurebildung.

Frühere Arbeiten von Haber mit Fonda über die Einwirkung von Kohlenoxyd unter Druck auf starke Basen hatten ergeben, daß in konzentrierten Lösungen die Menge der OH-Ionen für die Geschwindigkeit der Ameisensäurebildung nicht bestimmend ist. Die Versuche wurden nun auf niedrigere Konzentrationen ausgedehnt, bei denen die elektrische Leitfähigkeit ein hinreichend genaues Maß der OH-Ionenkonzentration bildet. Zur Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit wurde bei 40 Atmosphären gearbeitet, in einer eigens konstruierten Bombe wurde durch intensive Rührung dauernde Sättigung der Flüssigkeit mit Kohlenoxyd erzielt. Die Löslichkeit des Kohlenoxyds unter Druck wurde für die verwendeten Flüssigkeiten durch besondere Versuche bestimmt.

Es ergab sich für stark alkalische Flüssigkeiten, daß die Geschwindigkeit etwa der Bruttokonzentration des Alkalis parallel ging und zu der OH-Ionenkonzentration jedenfalls in keiner einfachen Beziehung stand. Bei schwachen Basen dagegen (sowohl Verdünnung als Affinitätskonstante wurden systematisch variiert) ist die Umsatzgeschwindigkeit nahezu proportional der elektrischen Leitfähigkeit. Neutralsalzzusatz drängt die Wirkung der Basen um so mehr zurück, je schwächer sie sind. Alle diese Beobachtungen, die zunächst beim Vergleich mit den erstgenannten Tatsachen befremdend schienen, ordnen sich der Auffassung unter, daß neben dem Hydroxyl-Ion auch das undissoziierte Molekül katalytisch wirksam ist, und daß die Wirksamkeit von undissoziierten Molekülen saurer oder basischer Natur eine deutliche Symbasie mit der Affinitätskonstante zeigt. Die Kinetik der Ameisensäurebildung läßt sich auf Grund dieser Auffassung bis zu ziemlich hohen Alkalikonzentrationen befriedigend darstellen, wenn auch die Aufklärung des Vorgangs noch keineswegs erschöpfend ist. Schließlich wird die Synthese der Ameisensäure aus Kohlendioxyd und Wasserstoff¹⁾ und die Lage des Gleichgewichtes der Ameisensäure kurz besprochen.

An der Statik und Kinetik der Ameisensäure haftet besonderes Interesse wegen der Bedeutung, die dieser Stoff für den chemischen, den photochemischen und vielleicht für den biochemischen Aufbau der organischen Chemie besitzt.

Bechhold, Gibt es kolloide Lösungen von Mononatriumurat?

Diese Frage, auf welche die optische Untersuchung und einige andere Methoden für verdünntere Lösungen keine Antwort geben, hat der Vortragende in bejahendem Sinne entschieden, indem er durch Ultrafiltration eine starke Anreicherung des Filtrerrückstandes an dem gelösten Stoff hervorbrachte. Die Frage ist für die Beurteilung der Entstehung von Gichterscheinungen von Bedeutung.

R. Marc, Die Kinetik der Adsorption.

Das Ergebnis der experimentellen und theoretischen Untersuchung ist die Auffassung der Adsorption als einer Diffusionserscheinung, die aber nicht allein durch ein Konzentrationsgefälle, sondern auch wesentlich durch Oberflächenanziehung bedingt ist. — In der lebhaften und vielseitigen Diskussion wurde außer zahlreichen Einzelfragen vor allem das Verhältnis der physikalischen und der chemischen Auffassung der Oberflächenkräfte besprochen und mancher Hinweis auf neue Möglichkeiten der Experimentaluntersuchung gegeben.

M. Le Blanc, Photobromierung des Toluols.

Bei dieser Untersuchung wurde besonderer Wert auf das Arbeiten in monochromatischem

¹⁾ Ber. d. d. chem. Ges. 47, 541 (1914).

Lichte und auf den Vergleich der Wirkung verschiedener Wellenlängen gelegt. Die gewählte Reaktion bietet die Möglichkeit, nicht nur quantitative, sondern auch qualitative Unterschiede in der Wirkung verschiedener Wellenlängen aufzufinden, da die Bromierung entweder im Benzolkern oder in der Methylgruppe angreifen kann. Die Analysen erstreckten sich auf die Bestimmung von Benzylbromid, Bromtoluol und Bromwasserstoff. Eine qualitative Änderung der Lichtwirkung mit der Wellenlänge, d. h. eine Änderung des Verhältnisses von gebildetem Benzylbromid und Bromtoluol wurde *nicht* beobachtet. Dagegen wurde die auf gleiche absorbierte Lichtenergie bezogene Menge des gesamten Umsatzes bei 325 μ relativ klein und bei noch kürzeren Wellen verschwindend klein gegen die Lichtausbeute bei längeren Wellen. Es liegt natürlich nahe, dies so zu deuten, daß nur der vom Brom, nicht aber der vom Toluol verschluckte Anteil des Lichtes wirksam ist. Bemerkenswert ist, daß orientierende Versuche über die Bromierung von Hexan ein starkes Nachlassen der Wirksamkeit kurzer Wellen *nicht* erkennen ließen.

St. Hatfield, Einige neue elektrische Apparate.

1. Eine neue Form des Wasserstoffcoulometers, bei der ein mit Rhodiummohr überzogenes Golddrahtnetz als Kathode dient.

2. Eine Effektbogenlampe, deren Kohleelektroden eine Salzmasse bestimmter Zusammensetzung nicht innen als „Docht“, sondern außen als Umhüllung tragen. Es soll erhöhte Lichtausbeute und verminderter Kohlenverbrauch erzielt werden.

W. Rohn, Über ein neues Vacuummeter.

Die Wirkung des Apparates beruht auf der verminderten Wärmeleitfähigkeit sehr verdünnter Gase und ist daher außer vom Druck auch von der Natur des Gases abhängig. Eine von konstantem Strom durchflossene Glühlampe bestrahlt eine Thermosäule, die in einem Glasgefäß eingebaut ist. Die stationäre Temperatur der bestrahlten Hälfte der Thermosäule steigt stark an, wenn der Druck unter einen gewissen Wert sinkt. Die Einstellung des stationären Zustandes geht schnell vor sich. Für absolute Anzeige des Druckes muß das Instrument empirisch geeicht werden.

O. Sackur, Die Zustandsgleichung der Gase und die Quantentheorie.

In früheren Mitteilungen¹⁾ hatte der Vortragende den Versuch gemacht, die Anwendung der Quantenhypothese in der Theorie des Energieinhaltes der Gase auch auf die translatorische Energie auszudehnen. Als Analogon der Frequenz tritt hier eine mittlere Stoßzahl auf. Die Anwendung auf die Zustandsgleichung der Gase bei tiefen Temperaturen läßt Abweichungen vom Boyle-Gay-Lussacschen Gesetz voraussehen, die eine Entscheidung in der Frage der Nullpunktsenergie lie-

fern können. Die Einsetzung der numerischen Werte in die Formeln zeigt, daß nur Wasserstoff und Helium bei genügend tiefen Temperaturen Dampfdrucke haben, welche den neuen Effekt zu erkennen gestatten.

Versuche mit diesen beiden Gasen haben den erwarteten Effekt in Richtung und ungefährer Größe bestätigt. Die Ergebnisse sind *nur* mit der neuen Form der Quantenhypothese, welche Nullpunktsenergie annimmt, vereinbar. Energie und Druck eines Gases streben bei Annäherung an den absoluten Nullpunkt nicht dem Werte Null, sondern endlichen Werten zu. Vortäuschung des Effektes durch van der Waalsche Abweichungen vom einfachen Gasgesetz scheinen ausgeschlossen, da solche eine andere Abhängigkeit des Effektes von Druck und Temperatur ergeben müßten, und da Stickstoff und Sauerstoff bei ihren Siedepunkten nicht den mindesten Effekt erkennen lassen.

Eine Diskussionsfrage veranlaßte die Feststellung, daß die hier auftretenden (scheinbaren) Frequenzen sehr viel niedriger sind als alle Schwingungs- und Rotationsfrequenzen, mit denen die Quantenhypothese bisher gearbeitet hat.

W. Löb, Zur Frage der Elektrokultur.

Frühere Versuche hatten ergeben, daß stille Entladungen folgende Reaktionen bewirken können: Bildung von Formaldehyd, Glykolaldehyd und Fettsäuren aus Kohlensäure und Wasser; Bildung von Formamid und Glykokoll aus Kohlensäure, Wasser und Ammoniak; Hydrolyse von Stärke, Desamidierung von Glykokoll. Neue Versuche werden berichtet über den Einfluß stiller Entladungen auf diastatische, tryptische und lipolytische Enzymreaktionen; und zwar zunächst auf Reaktionen von Pankreatinlösungen unter Ausschluß von Sauerstoff. Sowohl hemmende als auch fördernde Wirkung der Entladung wurde beobachtet; das Substrat spielt hierbei eine wesentliche Rolle.

In der Diskussion teilte *F. Haber* mit, daß nach Versuchen des Forschungsinstitutes für physikalische Chemie in Dahlem grüne Pflanzenblätter durch elektrische Felder *ohne* Glimmentladung weder in ihrer Kohlensäureassimilation noch in ihrer Atmung beeinflusst werden. Versuche mit lebenden Pflanzen seien nicht aussichtsreicher.

G. Schulze, Über elektrolytische Ventilwirkung.

W. A. Roth, Graphit, Diamant und amorpher Kohlenstoff.

Die Messung der Verbrennungswärmen ist der einzige gangbare Weg zur Ermittlung der Stabilitätsverhältnisse der Modifikationen des Kohlenstoffs bei gewöhnlicher Temperatur. Während *Berthelot* die Verbrennungswärme des Graphits höher fand als die des Diamanten, hat der Vortragende gezeigt¹⁾, daß sie um einen sehr kleinen Betrag (wenige Promille) niedriger ist. Es wird

¹⁾ Ann. d. Phys.

¹⁾ Ber. d. d. chem. Ges. 46, 896 (1913).

nun über die Fortsetzung der Untersuchung berichtet, die mit natürlichem und künstlichem Graphit verschiedenen Ursprungs vorgenommen wurde. Die Verbrennungswärmen der Graphitsorten bewegen sich zwischen 7832 und 7860 (Diamant = 7869). Es scheint mindestens zwei Graphitarten zu geben.

V. Falcke, Die Reaktion zwischen Eisenoxydul und Kohle und zwischen Kohlenoxyd und Eisen.

Der Vortragende teilte Beobachtungen über Gleichgewicht und Geschwindigkeit der genannten Reaktionen mit, die zum Teil mit den Ergebnissen der Untersuchungen von *Schenck* im Widerspruch stehen. Eine längere Polemik zwischen *Schenck* und dem Vortragenden schloß sich an den Vortrag.

C. Schall, Elektrolytische Kohlenwasserstoffbildung aus Salzen aromatischer Karbonsäure.

Bei Wasserausschluß läßt sich in günstigen Fällen die genannte Reaktion auch bei Derivaten der Benzoesäure beobachten.

A. Goldmann, Zur Theorie des Becquerel-Effektes.

Der Einfluß von Belichtung auf Elektrodenpotentiale wurde mit Hilfe einer eigens ausgearbeiteten, auf Kompensation beruhenden Methode untersucht. Auch die Abhängigkeit des Effektes vom Lösungsmittel, vom gelösten Salz, von Lichtstärke und von Temperatur wurde in die Untersuchung einbezogen. Die Effekte sind der Lichtstärke proportional; scheinbare Ausnahmen haben ihre Ursache in Konzentrationsänderungen der zunächst an die Elektrode grenzenden Schicht und lassen sich durch Rührung beseitigen. Alle Beobachtungen sind vereinbar mit der Auffassung, daß der Effekt primär auf einem lichtelektrischen beruht. Der *Becquerel*effekt scheint hiernach zwischen den Erscheinungen der Lichtelektrizität und der chemischen Lichtwirkung zu stehen.

K. Schaefer, Optische Untersuchungen über die Konstitution anorganischer Säuren, Salze und Ester.

Eine Anzahl Sauerstoffsäuren des Schwefels, des Chlors und des Stickstoffs wurde auf Absorption des ultravioletten Lichtes untersucht. Der Vergleich der Absorptionskurven für eine Säure und ihre Derivate läßt sofort erkennen, wie viel verschiedene Formen dieser Stoffe existieren; auch Gleichgewichte und zeitlich meßbare Umwandlungen der einzelnen Formen können optisch beobachtet werden. Mehrfach zeigt sich, daß Säuren — zumal wasserfrei oder konzentriert — in ihrer Konstitution mit den Estern und den Anhydriden übereinstimmen, von den Salzen aber abweichen.

Volmer, Photochemische Empfindlichkeit und lichtelektrische Leitfähigkeit.

Zahlreiche feste Dielektrika zeigen bei Bestrahlung mit kurzwelligem Licht eine starke Vermehrung der Leitfähigkeit. Die Untersuchung

erstreckte sich vornehmlich auf die Feststellung der wirksamen Wellenlängen für zahlreiche Stoffe und auf ihren Vergleich mit der Empfindlichkeit für den lichtelektrischen Effekt und die chemische Lichtwirkung bei den gleichen Stoffen. Fast regelmäßig gehen hierbei chemische Lichtwirkung und lichtelektrische Leitfähigkeit parallel, während der lichtelektrische Effekt — die Ausschleudern von Elektronen — meist erst durch viel kürzere Wellenlängen hervorgerufen wird. Der Mechanismus der lichtelektrischen Leitfähigkeit ist noch unaufgeklärt; der Vortragende vertritt die Auffassung, daß die vom Lichte gelockerten Elektronen von Molekül zu Molekül weiter gegeben werden.

E. Wilke, Untersuchungen am Tyndallphänomen.

An kolloiden Lösungen wurden Tyndallversuche ausgeführt, indem die Intensität des seitlich ausgestrahlten Lichtes mit einem Polarisationsphotometer gemessen wurde. Wird mit parallelem Licht bestrahlt und der Querschnitt dieses Lichtbündels variiert, so hat diese Schichtdickenänderung des seitlich ausgestrahlten Lichtes Änderungen in dessen Intensität zur Folge, die — wie zu erwarten war — einem Exponentialgesetz gehorchen. Überraschend war aber die Beobachtung, daß der Betrag der Konstante im Exponenten mit steigender Lichtintensität enorm anwuchs, so daß er den für geringe Intensitäten gültigen Wert um das Zweihundertfache übertraf. Es tritt also außer der bekannten, durch die Rayleighsche Theorie dargestellten Zerstreuung des Lichtes ein neuer lichtschwächender Effekt auf. Das Verhalten kolloider Lösungen im Licht wird durch zwei Konstanten charakterisiert, deren numerische Werte keineswegs parallel gehen: den Bruchteil des eingestrahlt Lichtes, der vom Raumelement zerstreut wird und die spezifische Lichtschwächung im Lichtfelde gleicher Wellenlänge. Daß Lichtstrahlen stark verschiedener Wellenlänge einander hierbei nicht beeinflussen, wurde durch besondere Versuche erwiesen.

M. Trautz, Zwei Gasreaktionen.

Die Theorie des Vortragenden über die chemische Reaktionsgeschwindigkeit¹⁾ wird auf die Oxydation des Jodwasserstoffs und auf die Bildung von Nitrosylchlorid aus Stickoxyd und Chlor angewendet. Die neuerdings gewonnenen Erfahrungen sind mit den Voraussagen der Theorie im Einklang. Besonderen Wert legt der Vortragende auf den Fall des Nitrosylchlorids, weil hier die Reaktion über ein größeres Temperaturintervall verfolgt wurde und weil dies der erste Fall einer Reaktion dritter Ordnung ist, in dem der beobachtete und der berechnete Wert der „kinetischen Integrationskonstante“ verglichen werden konnten.

¹⁾ Z. f. physik. Chem.

XIX. Tagung des Deutschen Geographentages zu Straßburg i. Els. vom 2.—4. Juni.

Bericht von Prof. A. Steinhauff, Marburg a. L.

(Schluß.)

Dritter Tag.

Die Vormittagssitzung war landeskundlichen Themen gewidmet.

Zuerst sprach Professor Dr. Langenbeck (Straßburg) über:

Bau und Oberflächengestaltung der Vogesen.

Die Vogesen sind anzusehen als der Südwestflügel eines SW—NO streichenden Gewölbes, dessen Nordostflügel durch den Schwarzwald gebildet wird und dessen Mittelstück in der Rheinebene versunken ist. Die Herausbildung dieses Gewölbes hat eine lange Geschichte. Die ersten Faltungen fanden im Silur statt, die Hauptfaltung, der das Variscische Gebirge seine Entstehung verdankt, in der mittleren Karbonzeit. Mit dem Beginn des Mesozoikums begann ganz Süd-Deutschland unter den Meeresspiegel zu sinken. Der Ansicht, daß das Variscische Gebirge damals im wesentlichen eingeebnet war, widerspricht der Redner.

Gegen Ende der Jurazeit hob sich Südwestdeutschland wieder aus dem Wasser, infolge neuer Faltungen aus SO, welche die zunächst ganz flachen Gewölbe Vogesen—Schwarzwald und Hardt—Odenwald erzeugten. Im Tertiär bildeten sich dann die Oberrheinische Tiefebene und ihre Randgebirge in ihrer jetzigen Gestalt heraus. Redner bringt mit *van Werwecke*, gegen die Ansicht von *Eduard Sueß* vom Rheingrabeneinbruch und stehen gebliebenen Randhorsten, die Bildung der Spalten und den Einbruch des Rheintales mit Faltungsvorgängen in ursächlichen Zusammenhang. Vogesen und Schwarzwald zeigen wesentliche Verschiedenheiten: die Vogesen zeigen Kammbildung, der Schwarzwald hat mehr plateauartigen Charakter, die Vogesentäler sind durchschnittlich breiter und im Gefälle ausgeglichener. Ursache ist die stärkere Zerlegung der Vogesen, weswegen die Flüsse hier tiefer einschneiden konnten, ferner ihr höheres Alter, weswegen sie schon in ein reiferes Stadium des Erosionszyklus eingetreten sind.

Alle Gesteine, jünger als Buntsandstein, sind abgewaschen, eine zusammenhängende Decke bildet er nur im nordwestlichen Zuge. Im übrigen bestehen die Vogesen aus Granit, aus devonischen und unterkarbonischen Grauwacken und Schiefern und den zwischen ihnen ausgebreiteten Porphyren und Diabasdecken. Die granitischen Südvogesen zeigen Kuppenform, die Buntsandsteindecken Trapezform.

Die Kammbildung ist in den Südvogesen am deutlichsten, ein wasserscheidender Hauptkamm und zahlreiche nach Osten abzweigende Seitentäler. Dabei zeigen sich 2 Typen. Der erste: breite, unbewaldete Kämme mit schroffem terrassenförmigen Abfall nach Osten, ist reich an Karen und lebenden oder ausgestorbenen Seen, der zweite ermangelt der Terrassenbildung und ist weniger schroff, aber auch hier schroffer im Osten als im Westen. Der Kamm ist schmaler und bewaldet, Kare und Seen fehlen. In diesen Unterschieden zeigen sich Zusammenhänge mit dem Flußnetz und weiterhin mit tektonischen Verhältnissen. Für die meisten Hochseen nimmt *Langenbeck* glazialen Ursprung an, den Weißen See aber hält er für ein Einsturzbecken vor der Eiszeit.

In den Nordvogesen sind drei Teile von ziemlicher Selbständigkeit zu unterscheiden: die Climontgruppe, das Granitmassiv des Hochfeldes und der Buntsandsteinzug im Nordwesten links der Breusch.

Stabsarzt a. D. Dr. Ernst Krause besprach an der Hand von Karten:

Besonderheiten der elsäß-lothringischen Flora,

namentlich die Häufigkeit der Edeltanne in den Vogesen, die Veränderung der Vegetation am Vogesenkamm durch Anpflanzung von Legföhren, die Häufigkeit der Eiche im Lande und das Fehlen auffallend starker Exemplare derselben, das Vorherrschen von Niederwald in den Laubholzgebieten der Ebenen und Hügel, die Verbreitung der Stechpalme in Europa und die des Roten Fingerhutes in Deutschland, sodann das Vorkommen von Salzflora in Lothringen und ihr Fehlen im Elsaß, die Verbreitung der Weinberge und die verschiedene Lösung der Rebblausfrage in verschiedenen Landesteilen, die Riede der Rheinebene und das Vorkommen von Alpenpflanzen im Rheintale, die Heiden und Moorbildungen der Hochvogesen, die Verschiedenheiten zwischen Vogesen- und Schwarzwaldflora und zuletzt die eigentümliche Verbreitung des Spelzes.

Geheimrat Professor Dr. Wolfram (Straßburg) führte in seinem Vortrage über:

Sprach-, Kulturgrenzen und Siedlungsformen in Elsaß-Lothringen

folgendes aus:

Elsaß-Lothringen ist beim Eindringen der Römer ein keltisches Land; die germanischen Tribokker, von deren Eindringen im Elsaß Cäsar berichtet, können nicht lange ihre Nationalität gewahrt haben und werden bald romanisiert worden sein. Eine römische Kolonisation hat im größeren Maßstabe nicht stattgefunden. Erst mit den sozialen Revolutionen des 3. Jahrhunderts und dem Einbruch der Germanen wird die aufsteigende blühende Entwicklung des Landes unterbrochen.

Längst vor der Völkerwanderung beginnt dieser Ansturm. Zunächst sind es die Alemannen, die das Elsaß überschwemmen, aber auch über die Vogesen hinüberdringen. Straßburg fällt. Nur Metz leistet sowohl dem allemannischen wie dem fränkischen Ansturm dauernden Widerstand. Die Ortschaften auf „ingen“ sind allemannische Gründungen. Die Alemannen verdrängen die Eingeborenen und siedeln in dichten Volksmassen. So bilden ihre Siedelungen auf „ingen“ die Sprach- und Nationalitätsgrenzen in Luxemburg, Lothringen und der Schweiz.

Etwas später als die Alemannen dringen die Franken vor. Wichtig ist vor allem die fränkische Siedlungsperiode unter Clodwig. Der König läßt die Eingeborenen ungestört und okkupiert auf romanischem Gebiet nur herrenloses oder fiskalisches Land. Er vergibt die einzelnen Höfe an seine Krieger, die nun mitten zwischen der alten Bevölkerung ihren Wohnsitz einnehmen. Das sind die Ortschaften auf „ville“ und „court“ im romanischen, auf „heim“ und „hofen“ im allemannischen Gebiete. Hier kann sich die fränkische Sprache gegenüber der Masse der Umwohner nicht durchsetzen. Redner bespricht dann die sogenannte Weilerfrage. Auch in den Orten auf „weiler“ sieht der Vortragende germanische, nicht romanische Gründungen.

Die Nationalitätsgrenze, wie sie sich in Lothringen zur Völkerwanderungszeit bildete, hat Metz und einen Teil Lothringens romanisch gelassen. Im Mittelalter

ist sie wenig verschoben, erst im 17. Jahrhundert dringt das Romanentum infolge der Entvölkerung um etwa 20 Kilometer in der Gegend von Dieuze vor.

Im Elsaß läuft die alte Grenze auf dem First der Vogesen entlang. Nur im Breusch- und Lebertal hat die französische Sprache gleichfalls im 16. und 17. Jahrhundert einige Ortschaften gewonnen.

Den Schluß bildete der Vortrag des Stadtbaudirektors Beigeordneten *Eisenlohr* über:

Die Rheinregulierung.

Durch die Verschleppung schwerer Geschiebe von einem unterhalb Basel vorhandenen Gewölbekegel auf der unterhalb gelegenen Stromstrecke ist nach und nach eine Aufhöhung und eine Verwilderung des Strombettes eingetreten. 1817 kam ein Vertrag mit Bayern zustande, nach welchem 6 Durchstiche ausgeführt wurden. Die günstigen Erfahrungen beim Hochwasser 1825 führten zu weiteren ähnlichen Vorkehrungen. Auf der Strecke längs der badisch-französischen Grenze mußten erst die Eigentums- und Hoheitsrechte festgestellt werden. Die Korrektionsarbeiten konnten deshalb erst 1840 aufgenommen werden und wurden in den 1870er Jahren beendet.

Die beteiligten Uferstaaten haben für das Unternehmen etwa 100 Millionen Mark ausgegeben. Dafür sind aber auch die erstrebten Besserungen in weitem Umfange eingetreten.

Die Behauptung, daß infolge der Rheinkorrektion die Schiffsverkehrsverhältnisse verschlechtert worden seien, ist nicht zutreffend und der Eingang der Schifffahrt dem Wettbewerb mit den beiderseitigen Eisenbahnlinien zuzuschreiben. Es muß aber zugegeben werden, daß der durch die Korrektionsgeschaffene Zustand den heutigen Anforderungen der Großschifffahrt nicht entspricht. 1906 genehmigten die Landesverwaltungen die Kosten und 1907 wurde mit der Ausführung begonnen, für welche ein Zeitraum von 14 Jahren vorgesehen ist.

An Hand von Karten und besonders deutlich an 4 Modellen, welche die Kaiserliche Wasserbauverwaltung anfertigen ließ, wurde die allmähliche Veränderung, welche im Strombett hervorgerufen wird, dargelegt. Der Erfolg ist heute schon da, denn seit Februar 1911 ist die Schifffahrt nur kurz durch zu hohe, nie aber durch zu niedrige Wasserstände unterbrochen worden. Er zeigt sich am deutlichsten in der Zunahme des Rheinverkehrs in Straßburg, der von 600 000 t im Jahre 1907 auf 2 000 000 t im Jahre 1913 gestiegen ist.

Der *Nachmittag* brachte die Schlußsitzung, an erster Stelle den Vortrag von Professor Dr. *Weule* (Leipzig) über:

Völkerwanderungen in Afrika.

Innerhalb der physischen Beschaffenheit des Erdteils sind vertikale und horizontale Gliederung, der Boden und seine Bedeckung mit Steppe, Urwald, Savanne und Wüste, seine Durchsetzung mit Flüssen, Seen und Sümpfen, schließlich das Klima mit seinem ausschlaggebenden Einfluß auf Menschen und Tiere für Lage und Richtung der Wanderstraßen maßgebend. In Afrika sind die bevorzugten Wanderzonen in den relativ trockenen, hochgelegenen Steppen und Savannen mit gutem Weideland zu suchen. Die vielleicht begangenste Straße verläuft auf dem ostafrikanischen Hochland bis zur Höhe der Sambesi-Wasserscheide, um sich hier in einen geradeaus verlaufenden Zweig und einen nach Westen bis Angola verlaufenden zu teilen.

Die historisch beglaubigten Wanderungen gehören der jungen Zeit an, wo der Weiße schon festen Fuß

im Lande gefaßt hat. Es sind das die Wanderungen der Hottentotten im Anfang des 19. Jahrhunderts aus der Kapkolonie über den Oranje in Namaland nach Norden. Um dieselbe Zeit beginnen sodann die Züge der Südostkaffern weiter im Osten, um 1818 ferner die langjährigen Wirren im Gefolge des Auftretens des Sulufürsten Tschaka. Den äußersten Nordpunkt dieser Suluwanderungen haben bekanntlich die Watuta im nordwestlichen Unjamwesi erreicht.

Dem Schluß des 15. und einem großen Teil des 16. Jahrhunderts hingegen gehören die vielerörterten und noch immer nicht vollkommen klargestellten Völkerwellen der Nundequete, Dschagga und Wasimba an. Alle 3 Völker sollen dem Quellgebiet der großen Ströme entstammt haben. Neuerdings mehren sich die Stimmen, die in den Wasimba die Vorfahren der Herero sehen wollen.

Die Zahl der nur durch Überlieferung bezeugten Wanderungen ist erheblich größer.

Die soeben erwähnten Herero wollen vor mehreren Jahrhunderten aus dem südlichen Kongobecken gekommen sein, wofür ihre Sprache spricht.

Ein Gebiet radial abströmender Wanderungen ist das alte Lundareich.

Ostafrika ist gekennzeichnet durch die drei großen Völkerwellen der Wahuma, zwischen der großen Seenkette des zentral-afrikanischen Grabens und dem Viktorien, durch die Nordsüdwanderung der Massaigruppe aus nordostafrikanischen Gebieten zwischen Viktorien und Kilimandscharo.

Für die Aufhellung der großen Wanderprobleme Afrikas reichen weder Geschichte noch Tradition aus. Hier treten vielmehr die Wissenschaften der vergleichenden Sprachforschung, der Anthropologie, der Ethnographie und der Urgeschichte als willkommene Helfer auf.

Noch wenig abgebaut, darum aber nicht an Hoffnungen arm ist die afrikanische Urgeschichte. Durch die Feststellung, daß der bekannte Grabstockring der Buschmänner bis nach dem Norden Deutsch-Ostafrikas verbreitet ist, hat sie uns den Gedanken eingeflößt, ob nicht diese kleinwüchsige Rasse ursprünglich große Teile des ganzen südlichen Dreiecks besiedelt habe.

Die Sprachforschung hat den wohl endgültigen Nachweis eines hamitischen, nordostafrikanischen Einschlags im Hottentotten erbracht.

Die Rolle der Ethnographie setzt erst mit der Anwendung der exakten Methode des Vergleichs des materiellen und geistigen Kulturbesitzes der Völker und Rassen ein. Der besterforschte Komplex dieser Art in Afrika ist der sogenannte westafrikanische Kulturkreis, der scharf umrissen ist und der zu der Forderung geführt hat, daß zwischen Westafrika und Indomalnesien alte Beziehungen bestanden haben müssen, die die indomalanesische Kultur nach dem Westen gebracht haben.

Über

Malaiopolynesische Wanderungen

berichtet Hauptmann a. D. Dr. *Friedrich*:

Von ihrem Stammlande Hinterindien aus hat das Seefahrervolk der Malaiopolynesier die umliegende Inselwelt bevölkert und sich mit den dort einheimischen Völkern, besonders den Papuas vermischt. Zweimal, im 2. bis 4. und im 10. Jahrhundert unserer Zeitrechnung, gingen malaiopolynesische Wanderströme nach Madagaskar, andere erreichten die Philippinen und Formosa, noch andere die Molukken und bildeten hier durch Verbindung mit den Papuas die

in das Innere gedrängten Alfuren. Wieder andere gelangten bis in die Südsee und bildeten durch Verbindung mit Bainigvölkern die Melanesier ältester Schicht. Durch verschlagene Boote mögen diese ältesten Melanesier nach Tasmanien gekommen sein.

Ein jüngerer melanesischer Schwarm ging von den Alfuren der Molukken an der Nordküste von Neu-Guinea bis nach Fidschi; ein zweiter vom Stamm philippinischer Sprache berührte ebenfalls die Nordküste von Neu-Guinea und erreichte Fidschi. Später besiedelten die Polynesier fast ausnahmslos sämtliche Inseln der Pacific. Vereinzelt haben sie auch die Westküste Amerikas erreicht und sind dort die Kulturbringer geworden. Zur Zeit der Entdeckung waren alle landfernen Inseln Amerikas unbewohnt. Mikronesien hat höchstwahrscheinlich seine Bevölkerung durch Melanesier ältester Schicht erhalten. Polynesische und philippinische Einflüsse haben dann die heutigen Mikronesier bilden helfen.

Der letzte Vortrag von Dr. Fritz Krause (Leipzig) hieß

Wanderungen nordamerikanischer Indianer; ein Beitrag zur Methode der Wanderforschung.

Der Vortragende gab an dem Beispiele der Schyenne-Indianer einen Einblick in die Arbeitsweise der modernen Völkerkunde und erläuterte dann in kurzen theoretischen Ausführungen die völkerkundliche Methode der Wanderforschung. Das Ergebnis der Zusammenfassung solcher Untersuchungen bei allen Völkern eines Erdteils wird der Nachweis einer gewissen Urverteilung dieser Völker sein. Nun erst kann man nachforschen, ob sich diese Urvölker zu größeren gemeinschaftlichen Gruppen zusammenfassen lassen, so daß sie also von je einer Stelle ausgegangen sein würden, wie sich die Gruppen und die Abwanderung ihrer Glieder zeitlich zueinander verhalten, und ob und welche Zusammenhänge mit Völkergruppen außerhalb des Erdteils bestehen. Diese Untersuchungen stützen sich fast rein auf kulturelles, sprachliches und anthropologisches Material. Ihr Ergebnis, das immer nur einen Wahrscheinlichkeitswert haben wird, werden die Ursitze der verschiedenen Völker und Kulturgruppen in oder außerhalb der betreffenden Erdteile sein; und indem man die Ergebnisse all dieser Untersuchungen miteinander verbindet, erhält man einen Überblick über die Wanderungen der Völker und Kulturen von ihrem wahrscheinlichen Ursitze an bis in ihre heutigen Sitze.

Nachdem der Vortragende diese Forschungsmethode dargelegt hatte, ging er auf die mit ihr gewonnenen Ergebnisse bei der Untersuchung über die Wanderungen der nordamerikanischen Indianerstämme ein und gab dann in der Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Schilderungen ein Bild der wahrscheinlich ältesten Wanderungen und Kulturzusammenhänge der großen nordamerikanischen Völkergruppen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Bemerkungen zu dem Referat des Herrn Kähler: „Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre.“¹⁾

Die vorläufige Mitteilung über die Ergebnisse der Messungen der durchdringenden Strahlung, die ich

neuerdings gleichzeitig an 2 Wulfschen Apparaten meiner Konstruktion¹⁾ bis zu 9300 m Höhe durchgeführt habe, gibt mir Gelegenheit, einige Bemerkungen zu der oben zitierten Arbeit des Herrn Kähler zu machen.

Zunächst seien die Ergebnisse der Hochfahrt vom 28. Juni mitgeteilt. Es wurde in der erreichten Maximalhöhe von 9300 m eine Zunahme der Ionisierungsstärke von 90 Ionen im cm³ und in der sec gegenüber den Bodenwerten gleichzeitig an beiden Apparaten einwandfrei nachgewiesen. Die in geringeren Höhen erhaltenen Werte schließen sich ausgezeichnet an meine früheren Resultate²⁾ an, so daß wohl nunmehr jeder Zweifel an der Zunahme der Ionisation mit der Höhe im geschlossenen dickwandigen Zinkgefäß, somit also an der Zunahme der durchdringenden Strahlung und an deren Vorhandensein in der Atmosphäre, ja vielleicht in unserem Sonnensystem behoben ist. Es existiert eine Strahlung sehr hohen Durchdringungsvermögens in der Atmosphäre.

Ausführliche Publikationen über die Fahrt und deren Ergebnisse sowie über den zweiten zu den Messungen verwandten Strahlungsapparat meiner Konstruktion (III) sollen demnächst an anderer Stelle gegeben werden.

Auf Grund dieser und meiner früheren Ergebnisse stellen sich nun die Verhältnisse etwas anders und die folgenden Bemerkungen sollen dazu dienen, hier einige Ergänzungen zu bringen und Mißverständnissen vorzubeugen, die bei einer derartig kurzen Zusammenfassung nur zu leicht auftreten können. Im übrigen möchte ich betreffs der Strahlungsapparate und der Zahlenangaben über die einzelnen Ionisierungsstärken auf meine Abhandlung³⁾ hinweisen, in der die Verhältnisse eingehend besprochen werden. Auf experimentellen Ergebnissen fußend, stellen sich die Werte der Ionisierungsstärken in Übereinstimmung mit *Eve, McLennan* und *Heß* sämtlich niedriger, als Herr *Kähler* angibt.

Was die Ballonbeobachtung anbelangt, so kann wohl *Gockels* Angaben höchstens orientierende Bedeutung zugesprochen werden. Die 3 Messungen von *Heß* in 4000—5000 m Höhe leiden, wie auch seine übrigen Ballonbeobachtungen darunter, daß er den alten Wulfschen Strahlungsapparat verwendet, dessen starke Abhängigkeit von Druck- und Temperatureinflüssen gerade bei Ballonfahrten bedeutend hervortritt und die Ergebnisse, solange keine Angaben über deren Einflüsse bei den verwendeten Apparaten vorliegen, nicht einwandfrei erscheinen lassen. Um so erfreulicher ist es, daß seine Messungen durch meine Beobachtungen ihre Bestätigung finden, stützen sie dadurch doch auch meine Ergebnisse.

Herr *Kähler* selbst weist auf diese Fehlerquellen an dem Wulfschen Apparat hin, wie sie sich ja schon bei Beobachtungen an der Erdoberfläche herausgestellt haben; demgegenüber möchte ich aber betonen, daß bei vorsichtiger Verwendung des alten Instrumentes seine Angaben doch mehr Zutrauen verdienen, als man in letzter Zeit anzunehmen geneigt ist.

Die erwähnten Fehlerquellen habe ich unabhängig von *Dorno* und *Bergwitz* und gleichzeitig mit ihnen erkannt und bei der Konstruktion meines Apparates I nach Möglichkeit zu vermeiden gewußt. Daher sind

¹⁾ W. Kolhörster, Phys. Ztschr. 14, 1066 (1913); vgl. auch ²⁾.

²⁾ W. Kolhörster, Abhandl. der Naturf. Ges. zu Halle a. S. Neue Folge Nr. 4, Halle a. S. 1914.

³⁾ W. Kolhörster l. c.

¹⁾ K. Kähler, diese Ztschr. 21, 501 (1914).

meine Messungen, die ich auf 3 Ballonfahrten bis 4100, 4300 und 6300 m durchgeführt habe, wohl in dieser Beziehung als einwandfrei anzusehen und wegen der Menge und sehr guten Übereinstimmung des gesamten Zahlenmaterials sowie der vorgenommenen Prüfungen des Apparates auf Druck und Temperatur als quantitativ zu betrachten. Im übrigen werden sie durch die neuesten Ergebnisse, die mit diesem und einem weiter verbesserten Apparat meiner Konstruktion (III) gewonnen sind, aufs beste bestätigt.

Es könnte erscheinen, als vertrete ich auch die früher geäußerte Meinung des Herrn Heß, der die Sonne nicht als Quelle der durchdringenden Strahlung ansah. Nach mündlichen sowie lebenswürdigen brieflichen Mitteilungen von Herrn Heß hält dieser seine diesbezüglichen Messungen für nicht entscheidend in dem einen oder anderen Sinne. Ich glaube sogar (vgl. meine Abhandlung) gerade auf die Sonne als eine der Hauptquellen der durchdringenden Strahlung hinweisen zu müssen, und hoffe, durch Nachhochfahrten sowie durch Beobachtungen unter bestimmten Bedingungen am Erdboden, auch während der totalen Sonnenfinsternis vom 21. August d. J., eine Entscheidung in dieser Frage herbeiführen zu können.

Wie ich ferner gezeigt zu haben glaube, wird die durchdringende Strahlung schwächer absorbiert als die bekannten γ -Strahlen radioaktiver Substanzen. Sie ist daher auch noch auf dem Erdboden nachzuweisen, wie dies die Messungen auf und im Wasser zeigen (Pacini, McLennan, Kolhörster).

Aus den Simultanmessungen¹⁾ an der Erdoberfläche ist, wenigstens mit den bis jetzt gebrauchten Apparaten, meines Erachtens nicht zu folgern, und das negative Resultat derselben glaube ich daher ganz in meinem Sinne deuten zu können. Es kann daher auch dieser Einwand ebenso wie der vorhergehende nicht gegen die Annahme einer noch unbekannten durchdringenden Strahlung herangezogen werden.

Charlottenburg, 10. Juli 1914.

Werner Kolhörster.

Besprechungen.

Keller, H., Ursprung und Verbleib des Festland-Niederschlags. Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilungen Bd. II, Nr. 7. Berlin, Ernst Siegfried Mittler & Sohn, 1914. III, 46 S. u. 1 Tafel. Preis M. 1,25.

Die kurze aber inhaltreiche Arbeit geht zunächst auf die Beziehungen zwischen Niederschlag, Meereszufuhr und Abfluß ein. Die bisherigen Untersuchungen hatten die Einwirkung der Bodenbeschaffenheit und der sonstigen Eigenart der Flußgebiete auf den Verbleib des Niederschlags, auf Abfluß und Verdunstung einigermaßen geklärt. Ebenso erwies sich innerhalb derselben klimatischen Gebiete die Abflußhöhe einigermaßen proportional der Niederschlagshöhe.

Verfasser konnte schon 1906 ein für Mitteleuropa gefundenes Abflußgesetz graphisch darstellen, welches die Beziehungen zwischen Niederschlag, Abfluß und Verdunstung im Jahresmittel darstellte. Doch kann naturgemäß ein solches für ein engeres Gebiet gefundenes Gesetz für Gebiete anderer Beschaffenheit, für

andere klimatische Zonen nur sehr bedingte Gültigkeit besitzen. Die vorliegende Schrift versucht nun eine allgemeinere Gesetzmäßigkeit herauszustellen.

Der Ursprung des Niederschlags setzt sich zusammen aus Meereszufuhr und Landverdunstung, die Ausfuhr zusammen aus Abfluß und Landverdunstung. Auf Grund der letzteren lassen sich der reinen Meereszufuhr gegenüber beraubte bzw. bereicherte Gebiete feststellen, die sich freilich schließlich das Gleichgewicht halten müssen. Auf keinem Faktor beruht aber das Maß der Landverdunstung mehr als auf der Einwirkung der Temperatur. Da sich nun die Untersuchung auf das gesamte Festland erstreckt, wird man gut tun, schon von vornherein die Gebietsgruppen nach Jahrestemperaturen einzuteilen, und zwar unterscheidet der Verfasser vorläufig 3 klimatische Hauptgruppen: Tropengebiete mit rund 24° C., gemäßigt warme Flußgebiete mit rund $9,7^{\circ}$ C. und kalte Flußgebiete mit rund $1,6^{\circ}$ C. Mitteltemperatur.

Für jede dieser drei klimatischen Hauptgruppen finden sich nun in der beigegebenen Tafel, der graphischen Darstellung der gefundenen Gesetze, zwei Hauptlinien in ein Koordinatennetz eingetragen, entsprechend der durchschnittlichen Zusammensetzung der Herkunft der Niederschläge in den betreffenden Gebieten aus Meereszufuhr und Landverdunstung. Dabei sind auf der Abszisse die Niederschlagshöhen x , auf der Ordinate erstens die Höhen der Meereszufuhr m und zweitens die Höhen der Landverdunstung l eingetragen. Es ergeben sich so 2 Linien, die in ihrem Verlaufe gesetzmäßig voneinander abhängig sind und in denen sich eine ganze Fülle wichtiger Gesetzmäßigkeiten zur Darstellung bringt.

Die Form der Hauptlinien der Landverdunstung ist bedingt durch die Meereszufuhrslinien nach der Gleichung $x = m + l$. In den niederschlagsfreien Gebieten ist unabhängig von der Temperatur $x = 0$, $m = 0$, $l = 0$, d. h. die Hauptlinien der Meereszufuhr und der Landverdunstung gehen durch einen Punkt, den Anfangspunkt des Koordinatennetzes. Bei geringer Meereszufuhr ist der Umsatz durch Verdunstung relativ sehr viel bedeutender, was sich in dem zunächst sehr viel stärkeren Ansteigen der Verdunstungslinien gegenüber den zunächst nur langsam ansteigenden Meereszufuhrslinien deutlich ausdrückt. Ebenso deutlich tritt hier der Einfluß der Temperatur auf das verschiedene rasche Ansteigen der Linien hervor. Mit allmählicher Zunahme der Meereszufuhr, deren Linien, erst relativ flach, sich allmählich immer steiler, bis zu 45° erheben, nimmt die Bedeutung der Landverdunstung mehr und mehr ab und wird konstant: Die Kurven verlaufen zuletzt horizontal. Die Einwirkung der Temperatur äußert sich dadurch, daß die Abstände der konstanten Landverdunstungslinien mit steigender Mitteltemperatur weiter von der Abszissenachse entfernt liegen. Entsprechend liegen auch die unter 45° ansteigenden höheren Teile der Meereszufuhrslinien mit steigender Temperatur weiter von der Ordinatennachse entfernt.

In den Punktschwärmen, deren Mittellinien die eben beschriebenen drei Hauptlinien der Meereszufuhr bilden, sind etwa 70 der wichtigsten Stromgebiete der Erde dargestellt durch Eintragung der Beziehungen zwischen Abfluß und Niederschlag im Jahresmittel. Die Abweichungen der Einzelgebiete gegenüber dem Durchschnittsverhalten der betreffenden Gruppen können verschiedenen Ursachen entspringen. Einwirkungen der Temperatur, der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge, der Bodenbeschaffenheit der Gebiete und

¹⁾ Brundorf, Dorno, Heß, von Schweidler, Wulf, Phys. ZS. 14, 1141 (1913).

der Gestalt ihrer Oberflächen und andere Ursachen mehr kommen hier zum Ausdruck. —

Weiterhin wird die Beraubung und Bereicherung der Gebiete durch Landverdunstung eingehend behandelt. Dabei werden topographische Bedingungen, z. B. Gebirge, vielfach als „Wetterfänge“ eine wichtige Rolle spielen. Die Meereszufuhr kann von Gebiet zu Gebiet weiterwandernd weit ins Innere der Festländer eindringen. Die festländischen Wasservorräte wirken als natürliche Sammelbecken und Reservoirs der ursprünglich vom Meere herstammenden Gewässer. Auch Gebiete ohne oberflächlichen Abfluß können auf diese Weise an dem Austausch des großen Wasserhaushaltes der Erde teilnehmen.

Auf Grund dieser Gesichtspunkte werden die Bezirke der Meereszufuhr auf dem Festlande behandelt. Leider verzichtet der Verfasser mit Rücksicht auf die z. T. ungenügenden Angaben über manche Gebiete auf die Herausgabe einer Karte, welche, wenn schon skizzenhaft, im Vergleich mit den bekannten Niederschlagskarten seine Ansichten deutlicher erläutert hätte und wohl manches kürzer, anschaulicher und übersichtlicher hätte zur Darstellung bringen können.

Bedeutsam ist die große Rolle, welche die Landverdunstung nicht nur als Ursache verminderter Abflüsse, sondern ebenso sehr auch als Lieferant weiterer Niederschläge spielt. Kein Teil der Festlandsoberfläche, in der überhaupt Regen oder Schnee fällt, ist vom großen Kreislauf des Wassers zwischen Meer und Land ausgeschlossen. Soviel Feuchtigkeit jedes Gebiet erhält, soviel wird es in irgend einer Form, flüssig oder gasförmig auch wieder abgeben. Über die Art und Weise, wie über die Verteilung der Mengen entscheidet die Lage und die Beschaffenheit des Gebiets. Weitest Gebiete stehen so im engen Konnex miteinander. Ein innerer Kreislauf der Einzelgebiete dürfte höchstens eine geringe Rolle spielen, da sich der Gesamtkreislauf der Atmosphäre an Wasserscheiden nicht bindet.

Die allgemeinen atmosphärischen Verhältnisse sind es, die im Zusammenwirken mit der Lage und den lokalen Bedingungen die Niederschläge, Verdunstung und Abfluß bestimmen und auf ihnen beruht so in letzter Linie die gesetzmäßige Verteilung der großen Gruppen oberflächlicher Vorgänge und Formen und der biogeographischen Verhältnisse unserer Erde.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Brückmann, R., Beobachtungen über Strandverschiebungen an der Küste des Samlands. III. Palmnicken. Leipzig u. Berlin, B. G. Teubner, 1913. S. 117—144, 9 Tafeln, 13 Kartenskizzen und 2 Textbilder. Preis geh. M. 3,—.

Die genaue Beobachtung der oft geringfügig erscheinenden Veränderungen im Bilde unserer gegenwärtigen Erdoberfläche hat nicht nur häufig ein gewisses wirtschaftliches, sondern namentlich auch ein großes wissenschaftliches Interesse. Nur durch die genaue Beobachtung dieser Vorgänge können wir ihre Gesetzmäßigkeiten und Bedeutung erkennen und zugleich auch Schlüsse auf analoge Vorgänge aus früheren geologischen Perioden mit einiger Genauigkeit ziehen.

So sind denn die sehr genauen Beobachtungen, wie sie schon seit einiger Zeit im Auftrage der Zentralkommission für wissenschaftliche Landeskunde von Deutschland (*Organ des Deutschen Geographentages*) planmäßig an der Küste unseres Samlandes gemacht werden und deren 3. Heft hier vorliegt, im Interesse

der Geographie wie der allgemeinen Geologie aufs lebhafteste zu begrüßen.

Verfasser untersucht hier aufs genaueste die etwa 8 km lange Küstenstrecke unserer eigentlichen Bernsteinküste zwischen Groß-Hubnicken und Sorgenau. Die direkte Wirksamkeit des Meeres wird auf dieser Strecke noch kompliziert, und zwar bald gefördert, bald gehemmt durch das Eingreifen des Menschen gelegentlich der Bernsteingewinnung. Gegenwärtig macht die Küste fast durchweg den Eindruck, sich in ausgeglichenem Ruhezustand zu befinden. Dazu trägt zum Teil menschlicher Uferschutz, Abpumpen von Sickerwässern zur Trockenhaltung der Bernsteingruben, ferner wesentlich der Schutz der Pflanzendecke, speziell auch des sorgfältig geschonten Waldes, sowie neue Anpflanzungen bei. Landverluste sind namentlich an den vorspringenden Haken zu beobachten, von Zerstörungen durch Eingriffe des Menschen wären namentlich Abrutschungen über den verlassenen Stollen der alten Bergwerke zu erwähnen.

Aus dem sorgfältig durchgeführten Vergleich älterer Karten, speziell genauer Aufnahmen von 1840 und 1908, ergibt sich fast für die ganze Küste ein durchschnittlicher jährlicher Landverlust von 0,5 m, der sich ziemlich gleichmäßig verteilt, nur die Sorgenauer Bucht hat wesentlich geringere Verluste erlitten, durchschnittlich nur 0,1 m. Verfasser schreibt dies neben der von vornherein geschützteren Lage der Bucht besonders dem Fehlen menschlicher Zerstörungstätigkeit bei der Bernsteingewinnung zu.

Es ergibt sich die Frage nach dem Verbleiben dieser gewaltigen jährlich verlorenen Erdmassen. Sie belaufen sich auf jährlich rund 1 Million Kubikmeter, wozu noch rund $\frac{1}{4}$ Million Kubikmeter aus der Bernsteingrube „Anna“ zu Palmnicken kommen, die ins Meer geworfen werden. Die Frage wird auf Grund des Vergleiches von Seekarten von 1875, 1898 und 1913 behandelt. Der Wegtransport der Sandmassen ist, im einzelnen nicht wohl verfolgbar, einem von Süd nach Nord verlaufenden Küstenstrom zuzuschreiben, dessen Vorhandensein ausführlich dargelegt wird.

Die Schrift ist mit mehreren sehr instruktiven Bildern sowie ausführlichem Kartenmaterial gut ausgestattet.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Tornquist, A., Die Wirkung der Sturmflut vom 9. bis 10. Januar 1914 auf Samland und Nehrung. Sonder-Abdruck aus den Schriften der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg i. Pr. LIV. Jahrgang, 1913. III. Leipzig—Berlin, B. G. Teubner, 1913. 2 Skizzen, 6 Tafeln. Preis geh. M. 1,20.

An die eben vorhin besprochene Arbeit reiht sich die hier vorliegende sehr glücklich an. War dort von den Veränderungen die Rede, die im einzelnen oft unbedeutend, im Laufe längerer Jahre sich mehrend und anhäufend schließlich doch recht beträchtliches Ausmaß gewinnen können, so ist hier an einem besonders deutlichen Beispiel die starke Wirksamkeit vereinzelter katastrophaler Ereignisse festzuhalten versucht.

Es handelt sich um die Wirkung der Sturmflut vom 9.—10. Januar 1914 auf die samländische Küste. Die Beobachtung der Wirkungen unmittelbar nach dem Ereignisse, wie sie durch den anhaltenden Frost festgehalten wurden, gestattete hier die unmittelbaren Wirkungen des Naturereignisses von den mittelbaren, wie sie namentlich in Nachstürzen und ausgleichenden Rutschungen noch einige Zeit lang nachfolgen werden, getrennt zu beobachten.

Es konnte ein Steigen der See um 3—4 m über den Normalstand an mehreren Stellen nachgewiesen werden. Dies führte zu mehrfachen Dünendurchbrüchen. Es erhöhte ferner die zerstörende Kraft der Sturmflut insofern bedeutend, als die Brandung, die normal weit vor dem Strande aufläuft, nun mit einmal unmittelbar bis an den Steilrand der Küste herangebracht war. Die gewaltige Stärke der Schlagwellen gegen die Küste ergibt sich besonders aus der interessanten Angabe, daß die Erschütterungen durch dieselben noch in einer Entfernung von über 100 km vom Vertikalpendel-Seismographen der Erdbebenstation Groß-Raum aufgenommen wurden.

Bemerkenswert sind ferner die Wirkungen des gleichzeitig mit der Flut auftretenden starken Frostes. Durch die Brandungsvereisung wurden zwar Bäume vielfach überlastet und geknickt, dagegen war der Widerstand des gefrorenen Kliffs den Wellen gegenüber entschieden gesteigert, weiterhin wurden einige Partien des Strandes durch herangetriebene Eismassen aufs beste gegen die Brandung selbst geschützt.

Interessant war die verschiedene Widerstandsfähigkeit der einzelnen Gesteine. Sande tertiären und diluvialen Alters hatten unter den direkten Wirkungen am stärksten zu leiden. Relativ groß war die Widerstandsfähigkeit diluvialer Blockpackungen, während Geschiebemergelkliffs, bei denen besonders die starke Hohlkehlenbildung auffiel, sehr zu leiden hatten. Horizontale Abrasionsflächen wurden da geschaffen, wo von der widerstandsfähigen Unterlage der Sand abgewaschen wurde.

Sehr groß war namentlich die Masse weggespülten Strandsandes. Das Gesamtvolumen der bewegten Gesteins- und Sandmassen beziffert der Verfasser auf rund 2 Millionen Kubikmeter, d. h. für den Meter der Strandlänge auf rund 12 cbm. Den unmittelbaren Landverlust, der durch Nachstürzen usw. sich noch erheblich vermehren dürfte, schätzt der Verfasser auf mindestens 270 000 qm für Samland und über 300 000 Quadratmeter für die Kurische Nehrung.

Die genaue Feststellung der nachfolgenden Wirkungen der Sturmflut, wie sie sich wohl noch weit in den Sommer hinein und vielleicht selbst bis ins nächste Jahr spürbar machen werden, wird die Darstellung zu einer außerordentlich wertvollen Monographie eines bedeutenden, wennschon lokalen Naturereignisses ergänzen können, zumal auch die Ausstattung mit Photographien gut und reichlich ist.

Ernst Fischer, Halle a. S.

Mylius, E., Wetterkunde für den Wassersport. Yachtbibliothek Band 8. Berlin, Dr. Wedekind & Co., 1914. VIII, 108 S. und 21 Tafeln. Preis geb. M. 6,—.

Wenn die praktische Wetterkunde nur langsam fortschreitet, hat das nicht zum wenigsten darin seinen Grund, daß die Berufsmeteorologen so wenig Zeit zur systematischen Beobachtung haben. Umgekehrt mangelt den Menschen, welche ihr Beruf zur Wetterbeobachtung hinführt, wie den Seeleuten, Landleuten, Jägern usw., sehr oft das Verständnis für das Geschaute. Sie werden leicht zu Automaten, welche zwar mit bewundernswerter Präzision die Bedeutung einer Einzelbeobachtung an ihrem Wohnort anzugeben vermögen, über den inneren Zusammenhang der Witterungserscheinungen aber völlig im unklaren bleiben.

Es war daher sehr interessant, in dem vorliegenden Buch von Mylius eine Darstellung der Wetterkunde zu finden, welche einen Mann zum Verfasser

hat, dem die Beschäftigung mit Wetterkunde in einer mehr als 25-jährigen sportlichen Tätigkeit auf dem Gebiete der Segelkunst zum Bedürfnis geworden ist, dem sein künstlerisches Talent das Auge für die Beobachtung meteorologischer Vorgänge gegeben hat und der noch die Energie besessen hat, sich auch mit der Theorie vertraut zu machen.

Dr. Mylius ist in den Kreisen der Meteorologen bereits bestens bekannt durch seine ausgezeichneten Aquarellstudien, in denen er bemerkenswerte Wolkenformen, Luftstimmungen usw. festgehalten hat. In der „Wetterkunde“ ist eine Auswahl dieser Bilder (Tafel 1—21), leider mit Rücksicht auf die Kosten der Reproduktion nur Schwarz-Weiß, beigegeben. An der Hand dieser Bilder sind die betr. Witterungsvorgänge erläutert: Einzelne Abschnitte, wie z. B. über die Böen und Gewitter sind direkt spannend geschrieben.

Unter der großen Zahl populärer Darstellungen der Wetterkunde, welche in den letzten Jahren erschienen sind, ragt daher das Buch von Mylius durch Originalität hervor. Es ist für den Berufsmeteorologen und den Laien gleich wertvoll, weil es jedem eine Ergänzung des eigenen Wissens nach der Richtung zu geben vermag, die ihm selbst ferner liegen muß.

A. Schmauß, München.

Das deutsche Observatorium in Spitzbergen. Beobachtungen und Ergebnisse. I. Teil. Herausgegeben von H. Hergesell. Straßburg, K. J. Trübner, 1914. V, 65 S., 10 Abbildungen im Text, 8 Tafeln und 1 Karte. Preis M. 6,—.

Auf Veranlassung von H. Hergesell ist auf Spitzbergen ein deutsches Observatorium errichtet worden, das seit August 1911 ständig arbeitet. Die Aufgaben desselben erstrecken sich in erster Linie auf meteorologische Forschungen, denen sich, je nach der speziellen Vorbildung der einzelnen Beobachter, besondere geophysikalische Untersuchungen anschließen.

Die Besatzung des Observatoriums besteht aus zwei Gelehrten, denen zwei Hilfskräfte beigegeben sind. Ähnlich wie auf dem Hochobservatorium auf der Zugspitze erfolgt jeweils im Sommer der Wechsel der Beobachter.

Die vorliegende Veröffentlichung, die in höchst dankenswerter Weise von der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Straßburg ermöglicht wurde, enthält den ersten Bericht über das Observatorium.

In einem Vorworte legt H. Hergesell kurz die Entstehungsgeschichte und die Ziele der Station dar. An seinen Ausführungen erwecken insbesondere die Ausblicke Interesse, welche von der bevorstehenden großzügigen meteorologischen Polarforschung gegeben werden. Darnach wird das Spitzbergen-Observatorium in Bälde unterstützt werden durch die Mitarbeit der Expedition Amundsen, durch feste russische Stationen in Nowaja Semlja und an der sibirischen Küste, durch dänische aerologische Stationen in Island und Grönland, durch eine kanadische Expedition und einige andere noch nicht feststehende Unternehmungen. Man muß dankbar anerkennen, daß die Initiative H. Hergesells es verstanden hat, bei allen in Betracht kommenden Staaten erfolgreiche Anregungen zu geben.

Es folgt ein Tätigkeitsbericht des Observatoriums in der Adventzeit, an welchem als die ersten Beobachter G. Rempp und A. Wagner 1911 auf 1912 tätig waren. Wie überall bei derartigen Unternehmungen hatten sie manche Pionierarbeit zu leisten, die zwar in den wissenschaftlichen Ergebnissen nicht zum Ausdruck

kommt, aber überall Anerkennung finden wird, insbesondere bei den Nachfolgern, denen bereits verwertbare Erfahrungen geboten werden können.

Am *Spitzbergen-Observatorium* konnten dieselben allerdings zunächst weniger ausgenützt werden, da sich aus äußeren Gründen, die im Berichte näher dargelegt sind, im Sommer 1912 eine Verlegung nach der nördlicher gelegenen *Crossbai* als notwendig erwies. Die Herren K. Wegener und M. Robitzsch mußten daher mit manchen Aufgaben von neuem beginnen.

K. Wegener gibt eine Beschreibung des neuen Observatoriums sowie einen Überblick über die Tätigkeit desselben im Jahre 1912 auf 1913.

Es folgt zum Schluß der wertvollste Teil der Veröffentlichung: die Studien, welche K. Wegener über das *Polarlicht* in *Spitzbergen* unter Zuhilfenahme von photogrammetrischen Methoden angestellt hat. Wegen dieses Teiles kann das Buch nicht bloß Meteorologen und Geographen, sondern insbesondere auch Physikern angelegentlichst zum Studium empfohlen werden. Wir heben hervor, daß es K. Wegener gelungen ist, die speziellen Eigentümlichkeiten des Polarlichtes auf Spitzbergen festzuhalten, die in wesentlichen Punkten von den bekannten norwegischen Untersuchungen abweichen und darauf hindeuten, daß die Lage zum magnetischen Pole eine Rolle spielt. Eine Auswahl guter Photographie ist beigegeben; an der Hand derselben ist eine Reihe neuer Gedanken über das Wesen der Polarlichter bzw. den Verlauf der sie erzeugenden Kathodenstrahlen beigelegt.

A. Schmauß, München.

H. Conwentz, Über den Schutz der Natur Spitzbergens. Denkschrift, der Spitzbergenkonferenz in Kristiania 1914 überreicht. Mit Beiträgen von H. Pohl und H. Spethmann. Beiträge zur Naturdenkmalpflege Bd. IV, Heft 2, S. 65—137. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1914.

Schon der zweiten Konferenz, die zum Zwecke der Regelung der völkerrechtlichen Stellung und der Einsetzung einer Verwaltung auf Spitzbergen von Vertretern Rußlands, Schwedens und Norwegens im Januar 1912 in Kristiania abgehalten wurde, hatte Professor Conwentz eine Eingabe eingereicht, in der die Notwendigkeit der Förderung des Tier- und Pflanzenschutzes in dem Archipel dargelegt wurde. In der Tat erfuhr der Naturschutz Aufnahme in die Bestimmungen der von der Konferenz entworfenen Konvention. Für die im Juni d. J. abgehaltene dritte Konferenz, an der auch Deutschland und andere interessierte Mächte teilnahmen, hat Conwentz die vorliegende Denkschrift bearbeitet, in der eine große Zahl von ihm eingeholter Gutachten deutscher und auswärtiger Kenner Spitzbergens mitgeteilt wird, und die Auskunft gibt über die Entwicklung der Spitzbergenfrage, über die natürlichen Verhältnisse der Inseln und über die Bedrohung der Fauna. Zum Schluß wird eine Reihe von Vorschlägen zum Schutze der Natur Spitzbergens gemacht. Danach soll insbesondere alles gewerbsmäßige Schießen oder Fangen von Tieren sowie jede Art von Jagd oder Fang, die nur der Sportlust dient, verboten sein. Walroß, Weißwal, Grönlandwal und Eiderente sollen während des ganzen Jahres, Schneehuhn und Eisente vom 1. Mai bis 15. September, alle Arten von Gänsen vom 1. Mai bis 10. August Schonzeit haben. Das Ausnehmen und Zerstören der Nester ist zu verbieten. 20 namhaft gemachte Pflanzenarten dürfen nicht eingesammelt werden. Die Bäreninsel, ferner ganz Nordwestspitzbergen bis zum Eisfjord, der Dick-

son Bay und der Wijde Bay, einschließlich Prinz-Karl-Vorland, sowie die Vogelberge (Brutstätten) überhaupt sollen als generelle Reservate völlig geschützt werden, während als partielle Reservate Inseln dem Eisbären, Barents Land und Stans Vorland dem Renntier überwiesen werden sollen. Zu diesen Vorschlägen wird u. a. folgendes bemerkt: Das Walroß ist schon sehr selten geworden und nach Norden und Osten verdrängt. Weißwal und Grönlandwal sind schon so gut wie gänzlich ausgerottet. Auch der Eisbär ist schon sehr zurückgedrängt und im Küstengebiet des westlichen Spitzbergen im Sommer nicht mehr anzutreffen; da er aber, wie der Polarfuchs, über das Eis wandern kann, so mag die vorgesehene Schonzeit genügen. In dem (von norwegischer Seite vorgeschlagenen) Reservat Nordwest-Spitzbergen ist noch ein reicher Bestand von Renntieren vorhanden. Das Renntier ist besonders schutzbedürftig, da es in natürlichem Zustande nur noch in Spitzbergen, Nowaja Semlja, Sibirien, Grönland und den angrenzenden Inseln lebt. Auf Spitzbergen handelt es sich außerdem um eine abweichende Form, die auch erheblich kleiner als das skandinavische Renntier ist. *Camcrano* hat sogar eine besondere Art daraus gemacht. Die partiellen Schutzgebiete für das Renntier sind von den Schweden vorgeschlagen worden, ebenso die für den Eisbären. Durch Schaffung des umfangreichen generellen Schutzgebietes in Nordwest-Spitzbergen würden auch die von mehreren Seiten geäußerten Wünsche nach Sicherung landschaftlicher, geologischer, botanischer und zoologischer Einzelheiten erfüllt werden. Unter den Pflanzen müßten vor allen Dingen *Betula nana* und *Rubus Chamaemorus* Schutz genießen.

F. Moewes, Berlin.

Hann, J., Lehrbuch der Meteorologie. 3., unter Mitwirkung von Prof. Dr. R. Süring (Potsdam) umgearbeitete Auflage. Lieferung 4—7. Leipzig, Chr. H. Tauchnitz, 1914. S. 289—640 und 10 Tafeln. Vollständig in etwa 10 Lieferungen zum Preis von M. 3.60.

Das Lehrbuch Hanns, dessen bisher erschienene Teile auf S. 39 bzw. 163 dieses Jahrganges besprochen worden sind, nähert sich rasch seinem Abschluß. Die vorliegenden Lieferungen behandeln den Rest der Darstellung der Wolken, die Niederschlagsformen des Wasserdampfes in der Atmosphäre, die Erscheinungen der Luftbewegung (dynamische Meteorologie) sowie die atmosphärischen Störungen.

Bei der abgeklärten Darstellung, die schon die erste und zweite Auflage des Lehrbuches auszeichnete, übertrifft sich jedes Wort der Anerkennung für die vorliegende Auflage. Überall finden wir eine Neubearbeitung vor, die auch noch den jüngst erschienenen Abhandlungen, insbesondere in der *Meteorologischen Zeitschrift*, Rechnung trägt. Man muß den Verfasser, der vor kurzem das siebzigste Lebensjahr erreicht hat, beneiden um die ungewohnte Frische und das lebhaftes Interesse, womit er an der Entwicklung seiner Wissenschaft Anteil nimmt.

Unter den vorliegenden Lieferungen ragen besonders hervor die Abschnitte über die allgemeine Zirkulation der Atmosphäre sowie über die Zyklonentheorie. Hann weist nach, daß diese beiden wichtigsten Fragen der Meteorologie untrennbar miteinander verbunden sind; aus seiner lebendigen Darstellung läßt sich schließen, daß die vollständige Lösung nicht mehr ferne sein kann.

A. Schmauß, München.

Ekman, Sven, Studien über die marinen Relikte der nordeuropäischen Binnengewässer. II: Die Variation der Kopfform bei *Limnocalanus grimaldii* (de Guerne) und *L. macrurus*. G. O. Sars. *Int. Revue d. ges. Hydrobiol. u. Hydrographie* VI, 1913, S. 335—372. Artbildung bei der Copepodengattung *Limnocalanus* durch akkumulative Fernwirkung einer Milieuveränderung. *Zschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre* 11, 1913, S. 39—104.

Wieder hat der schwedische Forscher, der in den letzten Jahren so manche wertvolle hydrobiologische Studie aus der Waldeinsamkeit seines Wohnsitzes am Wettersee in die Welt der Wissenschaft hinaussandte, uns mit Arbeiten beschenkt, die für die Frage der Artbildung von allergrößter Bedeutung sind.

Von den in den nordeuropäischen Gewässern lebenden beiden *Limnocalanus*-Arten ist die eine, *L. macrurus* G. O. Sars, ein Abkömmling der anderen, *L. grimaldii* (de Guerne). Die letztgenannte lebte während der spätglazialen Zeit im skandinavischen Eismeer und lebt noch im Ostseebecken. Durch die in Skandinavien seit der Eiszeit bis heute fortdauernde Landhebung wurden Meerbusen allmählich in Reliktenseen umgewandelt und die in ihnen lebenden *Limnocalanus*-Populationen wurden Relikte im strengsten Sinne des Wortes. Isoliert sowohl von der marinen Stammform wie auch von den übrigen Reliktenpopulationen haben sich die einzelnen *Grimaldii*-Populationen zu mehr oder weniger typischen *Macrurus*-Formen umgebildet.

Die beiden Arten unterscheiden sich hauptsächlich durch die Form des Kopfes; beim extremen *L. grimaldii* ist die Dorsalkontur des Vorderkopfes sehr wenig gewölbt, der Scheitel ist niedriger als der Cephalothorax, beim extremen *Macrurus* ist die Dorsalkontur des Vorderkopfes sehr stark gewölbt, fast halbkreisförmig, ihr höchster Punkt liegt höher als der Cephalothoraxrücken.

Bei geringerem Salzgehalt, z. B. in den nördlichen Teilen des Ostseebeckens, bekommt *L. grimaldii* eine Kopfform, die sich der des *L. macrurus* etwas nähert. Sehr groß sind die Unterschiede zwischen den verschiedenen Süßwasserp Populationen (individuelle und temporale Variationen der Kopfform fehlen dabei ganz). Bei Untersuchung eines hinreichend großen Materiales (Ekman untersuchte Tiere von 27 verschiedenen Fundstätten!) bekommt man eine lückenlose Reihe vom extremen *L. grimaldii* bis zum extremen *L. macrurus*. Und zwar ist die Umbildung des *Grimaldii*-Typus in den *Macrurus*-Typus um so weiter vorgeschritten, je länger das Süßwasserleben der betreffenden Population gedauert hat, je früher also der betreffende See vom Meere abgesperrt wurde. In den ältesten Reliktenseen, z. B. dem Siljan (in Dalekarlien) und Mjösen (in Südnorwegen) lebt der extreme *L. macrurus*, in dem ganz jungen Pescanojensee auf der Insel Kolguev im nördlichen Eismeer aber noch der extreme *L. grimaldii*. Dank der geologischen Forschungen der letzten Jahre (De Geers Untersuchungen über die Jahresschichtung der glazialen und postglazialen Ablagerungen) kann die Ausbildungszeit des extremen *L. macrurus* auf etwa 6000 Jahre angesetzt werden, und da jedes Jahr nur eine Generation hervorgebracht wird, so bedeutet dies ebenso viele Generationen.

Die Umbildung des *Limnocalanus grimaldii* in die *Macrurus*-Form, deren Grad von der Zeitdauer des Süßwasserlebens abhängig ist, ist ein etwas modifizierter Fall der sog. Akkumulation der erblichen Umprägung oder, wie Sven Ekman sagt, *akkumulative*

Fernwirkung einer Milieuveränderung; er versteht darunter, daß eine Milieuveränderung durch Wirkung auf sehr viele Generationen den erblichen Zustand (Genotypus) ändert, und zwar so, daß sich der Betrag dieser Veränderung mit der Zeitdauer (Generationszahl) steigert, ohne daß aber die Milieuveränderung selbst gesteigert wird.

Zwei Momente stecken in dieser akkumulativen Fernwirkung: 1. die Akkumulation: diese ist schon von anderen Forschern experimentell nachgewiesen worden; 2. eine durch eine mäßige Milieuveränderung hervorgerufene kleine erbliche Veränderung: diese ist prinzipiell nichts anderes als die früher ebenfalls bewiesene Tatsache, daß eine extreme Veränderung des Milieus eine erhebliche erbliche Veränderung bewirken kann.

Die *Limnocalanus*-Umbildungen haben zum ersten Male gezeigt, daß nicht nur extreme, wie sie in den bisher ausgeführten Experimenten angewandt worden sind, sondern auch mäßige — natürliche — Milieuveränderungen erbliche Umbildungen hervorrufen können. Eine Akkumulation kann ebenfalls durch eine mäßige Veränderung hervorgerufen werden und kann sich dennoch während Tausender von Generationen fortsetzen. Die bei *Limnocalanus* aufgetretenen erblichen Veränderungen repräsentieren unzweifelhaft eine ganz neue Eigenschaft, die in der Vorfahrenreihe der Art nicht vorhanden war; neue Eigenschaften können also in der Natur durch Milieuveränderungen entstehen.

Wichtig sind auch die Folgerungen für die Systematik, die Sven Ekman aus seinen Studien zieht. Viele der *Macrurus*-Populationen stehen in keiner unmittelbaren Verwandtschaftsbeziehung zueinander; sie sind unabhängig voneinander entstanden und nur durch die *Grimaldii*-Urform verwandt. Es ist nicht anzunehmen, daß *Limnocalanus* in dieser Hinsicht unter den Tieren und Pflanzen einzig dastehen sollte!

In solchen Fällen kann das System kein wahrer Ausdruck der phyletischen Entwicklung sein, es birgt im Gegenteil die Gefahr der Hervortäuschung einer nicht vorhandenen unmittelbaren Verwandtschaft in sich.

Nach den bis jetzt vorliegenden so wertvollen und ergebnisreichen Untersuchungen Sven Ekmans dürfen wir seine weiteren in Aussicht gestellten Studien über die marinen Relikte der schwedischen Binnenseen mit dem größten Interesse erwarten.

A. Thienemann, Münster i. W.

Bavink, Bernhard, Allgemeine Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaft. Eine Einführung in die moderne Naturphilosophie. Leipzig, S. Hirzel, 1914. XIII, 314 S., 19 Figuren und 2 Tafeln. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Die Zahl der Bücher, herrührend von Philosophen oder Naturforschern, größeren oder kleineren Umfangs, populär oder mehr fachlich geschrieben, deren Gemeinsames das Lösungswort „Naturphilosophie“ ist, wächst ins Ungemessene; und es ist eine kaum noch zu bewältigende und im ganzen nicht eben dankbare Aufgabe, sie zu lesen und in Beziehung zueinander zu setzen. Jeder Autor hält etwas anderes für das Wesentliche und Entscheidende; und wie groß die Gegensätze hier sind, entnimmt man am besten dem Umstande, daß Begriffe und Prinzipien, die die eine Darstellung fundieren oder krönen, in einer andern nicht einmal Erwähnung finden.

Das vorliegende umfangreiche Buch ist jedenfalls das Ergebnis ernsthafter Arbeit, und man wird es unbedingt zu den besseren Vertretern der oben charak-

terisierten Literatur rechnen dürfen. Es hat den Vorteil, induktiv vorzugehen, das Erfahrungsmaterial (einschließlich des unmittelbar sich daran anschließenden fachlich-theoretischen Materials) in den Mittelpunkt zu rücken und von hier aus nach unten zur Erkenntnistheorie, nach oben zur Weltanschauung zu gelangen. Freilich, daß man auf diese Weise nun wirklich zu bindenden Schlüssen komme, ist, wie man längst eingesehen hat, ein schöner Wahn; und wenn der Verfasser sein Werk als eine „Einführung in die Naturphilosophie“ bezeichnet, so muß man dem Einzuführenden mit der Empfehlung des Buches gleich auch eine Warnung mit auf den Weg geben, er möge nicht meinen, das Gebäude, das hier errichtet wird, sei das einzig mögliche. Aber das wird schließlich billigerweise der Leser auch von einem Buch, dessen Form (also auch wohl der Inhalt) als rein „sachlich“ bezeichnet wird, nicht verlangen.

Das Buch zerfällt in zwei ziemlich gleiche Teile, deren erster sich mit der anorganischen Natur, deren zweiter sich mit dem Leben befaßt; in jenem werden der Reihe nach die Grundbegriffe der Chemie, die Grundlagen der Physik und schließlich Erde und Weltall als Ganzes besprochen; in diesem wird mit der Physik, Chemie und Physiologie der lebendigen Substanz begonnen und dann das Problem der Artenbildung bis hinauf zum Menschen aufgesetzt. Die Anzahl der in den Kreis der Betrachtung einbezogenen Fragen ist sehr groß, und den in der heutigen Zeit als besonders bedeutsam erkannten ist die breiteste Darstellung gewidmet.

Auf einzelne Bedenken hier einzugehen, wäre bei ihrer stattlichen Menge und mit Rücksicht auf die Weiterungen, die sich an ihre Begründung knüpfen würden, völlig aussichtslos. Aber drei Punkte müssen ihrer allgemeinen Bedeutung wegen hervorgehoben werden. Erstens wäre es doch an der Zeit, das Postulat einer „Einheit des physikalischen Weltbildes“ in dem bewußten Sinne endlich einmal aufzugeben, nachdem sich gezeigt hat, daß jede Auflösung eines Dualismus immer wieder zu einem neuen Dualismus führt, und das durchaus nicht zum Schaden der Erkenntnis und noch weniger zum Schaden der Forschung. Zweitens wird über den Entropiebegriff denn doch gar zu rasch hinweggegangen; es sind ihm nur zwei kurze Stellen gewidmet, und die eine von ihnen betrifft noch dazu eine ganz spezielle Frage, die zeitliche Endlichkeit oder Unendlichkeit des Universums; es ist ja sehr verdienstlich, wenn hier nochmals gezeigt wird, daß die Entropie darüber gar nichts Entscheidendes aussagt. Aber die Bedeutung des Begriffs ist doch eine tausendmal weitere und tiefere und höhere und unmittelbare; er ist doch, insofern es sich um die positive Gestaltung allen Geschehens handelt, der führende Begriff, und in dieser Hinsicht läßt das Buch vollkommen im Stich. Übrigens hängen diese beiden Punkte natürlich eng zusammen; denn gerade der Dualismus Erhaltung-Entwertung hat ja so befruchtend auf Erkenntnis und Forschung gewirkt und wird es noch für lange hinaus tun, daß niemand die Auflösung dieses Dualismus herbeisehnen wird. Und auch der dritte Punkt hängt wiederum mit dem zweiten zusammen. Denn wenn der Verfasser sagt, es liege in der Natur der Sache, daß in der Physik die erkenntnistheoretischen, in der Biologie die Weltanschauungsfragen dominieren, so ist das insofern mißverständlich, als eine tiefer begründete und auf das Allgemeine gerichtete naturwissenschaftliche Weltanschauung gar nicht anders kann als von den Ideen der Energie und der Entropie auszugehen; was die Biolo-

gie dazu tut, das sind immer nur Spezialzüge chemischen, physiologischen und historischen Charakters. Wer ein naturwissenschaftliches Weltbild allgemeinen Sinnes entwerfen will, der muß zum mindesten auch Physiker sein; und es hat sich wiederholt bitter gerächt, daß hiergegen gesündigt worden ist¹⁾.

Wenn zum Schluß noch die Bemerkung fällt, daß das Literaturverzeichnis einigermaßen willkürlich ausgewählt ist, so geschieht das nicht (wie boshafte Menschen etwa annehmen könnten), weil die Schriften des Referenten, deren Spuren man in dem Buche öfters begegnet, nicht erwähnt sind, sondern weil mancherlei fehlt, was inniger hingehört hätte als manches aufgeführte; aber in dieser Hinsicht, das muß man zugeben, wird es ein Autor selten dem Kritiker ganz recht machen. *Felix Auerbach, Jena.*

Horn, Carl, Goethe als Energetiker, verglichen mit den Energetikern Mayer, Rosenbach und Mach.
Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1914. 91 S. Preis M. 2,—.

Dieses mit großer Liebe geschriebene und mit vielen guten Gedanken durchsetzte Büchlein wird kaum starken Widerhall finden. Gerade wer *Goethe* als den reichsten und tiefsten Deutschen verehrt, wird es mißbilligen, ihm Ideen gewaltsam zuzuordnen, von denen er nach Lage der Dinge weit entfernt sein mußte; denn auch der Pionier kann nur mit dem Material seiner Zeit arbeiten. Und in unserm Falle tritt das Vergebliche des Bemühens noch dazu deutlich zutage. Gesteht doch auch der Verfasser ein, daß *Goethe* zwar „Energetiker“ gewesen sei, den Satz von der Erhaltung der Energie aber nicht anerkannt habe und auch auf Grund seiner ganzen Weltauffassung nicht habe anerkennen können. Nun erhält aber der Begriff der Energie, wie wir ihn der modernen Naturlehre zugrunde legen, seine Existenzberechtigung erst durch das Erhaltungsprinzip, ohne das er zu einem bloßen Schatten hinabsinken würde. Auch kann man dem Verfasser den Vorwurf nicht ersparen, daß er beim Sammeln seines Materials denn doch zu weit geht, daß er Dinge an den Haaren herbeizieht, die mit der zu beweisenden Sache nicht das mindeste zu tun haben.

Soweit *Goethe*. Was nun die andern Energetiker betrifft, die zum Vergleich herangezogen werden, so brauchen wir uns bei *Robert Mayer*, dessen epochemachende Leistungen längst allgemein bekannt sind, nicht aufzuhalten, und können auf *Ernst Mach* nicht näher eingehen, weil die Kritik seiner Stellung zum Energieprinzip, entsprechend der außerordentlich feinsinnigen Denkart dieses Philosophen, sich nicht in wenige Worte zusammendrängen läßt. Am interessantesten an dem Buche ist wohl das, was über *Ottomar Rosenbach* gesagt wird; einen Denker, von dem allerdings sehr zu Unrecht die meisten Heutigen nichts wissen. Der Schreiber dieser Zeilen gehört zu ihnen nicht; hat er doch in seiner Jugend jahrelang mit *Rosenbach* verkehrt und eifrig über physikalische, speziell energetische Fragen diskutiert; und hat er doch dabei feststellen können, daß *Rosenbach* zwar — infolge seiner sehr losen Beziehung zur mathematischen Denkweise — ein nicht sehr exakter und außerdem, zu seinem eigenen Schaden, ein gar zu eigensinniger Denker war, daß er sich aber in selten wiederzufindender Weise bestrebte, für die große Sache, deren Bedeu-

¹⁾ Man vergleiche hierzu u. a. die Schrift des Referenten: Ektropismus oder die physikalische Theorie des Lebens, Leipzig 1910.

tung er erkannt hatte, die Anwendung der Energetik auf Biologie und Medizin, zu wirken. Wenn heute die Berufenen auf diesem Gebiete ihm, wie es scheint, die gebührende Anerkennung nicht oder nur sehr unvollkommen zuteil werden lassen, so mag das eben an der eigensinnigen Form liegen, in der *Rosenbach* seine Ideen vertreten hat. Als anregende Lektüre ist also das Büchlein von *Horn* Lesern mit der hinreichenden Dosis Skepsis warm zu empfehlen.

Felix Auerbach, Jena.

Dingler, H., Die Grundlagen der Naturphilosophie.

Leipzig, Verlag Unesma G. m. b. H., 1913. X, 262 S. Preis geh. M. 6,—, geb. M. 7,—.

Der Verfasser geht von der Absicht aus, die philosophischen Betrachtungen, die an die Methoden und Denkweisen der exakten Wissenschaften anknüpfen, in ähnlicher Weise zu bearbeiten, wie *Hilbert* in seinen berühmten Untersuchungen die Grundlagen der Geometrie behandelt hat. Die in neuerer Zeit sich immer steigende Wertschätzung der Logik auf methodologischem und erkenntnistheoretischem Gebiet kommt in dem vorliegenden Werke sehr zur Geltung, auf das auch *Ernst Machs* „antimetaphysische Tendenz“ durchdringenden Einfluß gehabt hat.

Es ist hier weder der Ort für die breitere Darstellung philosophischer Ausführungen, noch für ihre kritische Beurteilung. Wir müssen uns mit einigen Hinweisen begnügen, die nur den Zweck haben, auf *H. Dinglers* Werk im naturwissenschaftlichen Lager aufmerksam zu machen.

Dingler kommt durch ein genaues Studium der wissenschaftlichen Methode zu der Erkenntnis, „daß in den verschiedensten Verkleidungen und Gestalten es doch immer wieder ein und dieselbe Methode ist, die Wissenschaft hervorbringt“, die „unmittelbar Gegebenes in theoretische Wissenschaft überführt“.

Wir haben einmal das „unmittelbar Gegebene“ und auf der anderen Seite die „Fähigkeit der logischen Verarbeitung“. Diese beiden Grundpfeiler der Erkenntnistheorie werden dadurch definiert, daß alles, was nicht logische Verarbeitung ist, zum unmittelbar Gegebenen gehört. Die Entscheidung selbst, ob etwas zur logischen Verarbeitung gehört, muß als unmittelbar gegeben angenommen werden.

Die logischen Vorschriften, die in letzter Linie den Aufbau der wissenschaftlichen Erkenntnis regeln, lassen sich nur als völlig grundlos, als freiwillige Festsetzungen darstellen. „Man kann sie ableiten aus der Tendenz der Ökonomie, aus einer Regel zur Ökonomie, diese aber ist und muß in unserem System völlig grundlos und freiwillig bleiben.“

Der Aufbau der Erkenntnis geschieht dadurch, daß die ersten Sätze aufgestellt werden auf Grund einer freiwilligen Tendenz der Ökonomie. Das Ziel des Prozesses, der dahin gerichtet ist, allmählich die ganze Wirklichkeit der Methode der theoretischen Wissenschaft zu unterwerfen, wird als theoretischer Urbau bezeichnet. Er „enthält ausschließlich allgemeine Sätze und Gesetze, soweit er logisch ist, d. h. Sätze, die die Form von Konditionalsätzen haben (wenn das ist, dann ist das . . .), falls sie nicht Gesetze von Elementarvorgängen sind, die allgemeine apriorische Sätze apodiktisch aussprechen“. Die ganze Wissenschaft besteht aber keineswegs nur aus solchen allgemeinen Sätzen, sondern sie enthält auch Sätze, die etwas Einmaliges, Spezielles mitteilen. Die darin genannten Vorgänge fanden an einem bestimmten Ort und zu einer bestimmten Zeit statt. Es gibt also außer dem

theoretischen Urbau noch einen anderen großen Gedankenbau: den historischen Urbau, der die Aufgabe hat, das Geschehen in Zeit und Raum darzustellen. Sein Ziel ist die räumlich und zeitlich geordnete, in ihren kausalen Zusammenhängen erklärte Darstellung sämtlicher Vorgänge des Weltalls zu allen Zeiten.

Nach der Festlegung der fundamentalen Begriffe (logische Verarbeitung, unmittelbar Gegebenes, populärer Begriff, theoretischer Urbau, historischer Urbau u. a. m.), kommt eine große Anzahl von Detailfragen (Verhältnis von Innen- und Außenwelt, Psychologie und Erkenntnistheorie, Seelenbegriff, Kausalität usw.) zur Behandlung, und es wird die Lösung der Probleme versucht oder wenigstens der Weg zu solchen Versuchen gezeigt.

J. Schawel, Jena.

Wentscher, Max, Hermann Lotze. I. Band: Lotzes Leben und Werke. Heidelberg, Carl Winters Universitätsbuchhandlung, 1913. VI, 376 S. und zwei Porträts. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 10,50.

Lotzes geistesgeschichtliche Stellung kann man kurz dahin kennzeichnen, daß er eine Versöhnung und eine Synthese habe stiften wollen zwischen mechanistischer und idealistischer Betrachtungsweise, zwischen der Welt der Tatsachen und der Welt der Werte, oder, historisch gefaßt, zwischen den Ergebnissen der modernen Naturwissenschaft und den besten Traditionen der klassischen deutschen Philosophie. Er wurde, ähnlich wie *Fechner*, zu solcher Synthese hingedrängt, weil er sich zwischen beide Tendenzen mitten hineingestellt sah und seine wichtigste Entwicklungsperiode (*Lotze* ist 1817 geboren und starb 1881) fällt in jene Zeit, da die moderne Naturwissenschaft schon im vollsten Aufschwung begriffen und andererseits die Traditionen der klassischen, der sogenannten spekulativen Philosophie noch in stärkster Weise lebendig waren. Von beiden Seiten her wurde *Lotzes* geistige Entwicklung, man kann sagen ziemlich gleichmäßig, beeinflußt, und er wurde einerseits ein Schüler der Philosophie, erfuhr namentlich starke Einwirkungen von seiten *Herbarts* und seiner Schule, und mehr noch von seinem Leipziger Lehrer *Weiß*, der, besonders den ästhetischen Problemen zugewandt, eine Art Mittelstellung zwischen *Schelling* und *Hegel*, wenn auch mehr dem ersten zuneigend, einnahm; er wurde andererseits ein Schüler der modernen Naturwissenschaft, die Medizin war sein eigentliches Fach- und Brotstudium. Daher ist *Lotze* auch nicht nur, wenngleich überwiegend, mit philosophischen Schriften hervorgetreten — unter denen sein berühmtes dreibändiges Hauptwerk, der „*Mikrokosmos*“, die zentrale Stellung einnimmt —, sondern ebenso mit wichtigen naturwissenschaftlich-medizinischen Schriften wie der „*Pathologie*“ von 1842, der „*Allgemeinen Physiologie*“ von 1851, der „*Medizinischen Psychologie*“ von 1852 und anderen kleineren Publikationen, Rezensionen u. dgl.

Jedenfalls darf unter solchen Umständen eine Biographie *Lotzes* wie die vorliegende auch vom rein naturwissenschaftlichen, abgesehen vom philosophischen Standpunkte, aus auf Interesse rechnen. Bereits vor 13 Jahren, 1901, hat *Richard Falckenberg*, der Erlanger Philosoph, in der von ihm selbst herausgegebenen Sammlung „*Frommanns Klassiker der Philosophie*“ den ersten Teil einer *Lotze*-Biographie erscheinen lassen, der „das Leben und die Entstehung der Schriften nach den Briefen“ darstellte. — Der abschließende zweite Band ist bis jetzt ausgeblieben. Der vorliegenden Biographie *Wentschers* wird hoffentlich dieser Abschluß nicht versagt bleiben. Auch er behandelt in dem hier

angezeigten ersten Bande — der zweite später nachfolgende soll „die systematisch-kritische Darstellung der Lotzeschen Anschauungen in ihrer abschließenden Gestalt, im wesentlichen also nach dem System des Philosophen, bringen — zunächst „*Lotzes Leben und Werke*“. Indessen ist das erstere, der biographische Teil im engeren Sinne, nur recht kurz, ja man kann sagen etwas dürftig behandelt, trotz des umfangreichen Materials, das dem Verfasser zu Gebote stand, und das er mit vielem Fleiß auch aus entlegeneren Quellen zusammengetragen hat. Den bei weitem größten Teil des recht stattlichen Bandes (350 Seiten) nimmt die Darstellung der Entstehung seiner Schriften und deren eingehende Analyse in chronologischer Folge ein. Diese läßt in sehr klarer Weise die Entwicklung der Lotzeschen Gedankenwelt hervortreten, sie bringt auch im einzelnen, durch Heranziehung mancher kleinerer halbverschollener oder im Nachlaß erst aufgefundenen literarischer Arbeiten manches Neue, und in jedem Falle ist eine solche sorgfältig gearbeitete analytische Darstellung ein dankenswertes Orientierungsmittel für jeden, der sich näher mit der Gedankenwelt *Lotzes* beschäftigen will.

Es ist, wie gesagt, zu hoffen, daß die vorliegende Biographie nicht ebenso wie diejenige *Falckenbergs* unvollendet bleiben, vielmehr dem vorliegenden ersten Bande in nicht zu ferner Zeit der zweite nachfolgen werde. Wenn dieser kritisch-systematisch ebenso sorgfältig gearbeitet ist wie der erste chronologisch und analytisch, so wird *Wentschers Lotze-Biographie* sicherlich dauernden Wert beanspruchen dürfen.

M. Kronenberg, Berlin.

Meumann, E., Intelligenz und Wille. Zweite umgearbeitete und vermehrte Auflage. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. VIII, 362 S. Preis geh. M. 4,60, geb. M. 5,20.

Der bekannte Psychologe behandelt in dieser Schrift in gründlicher und umfassender Weise das im Titel angedeutete Problem von großer Tragweite auf der Grundlage moderner psychologischer Forschung, also auch gestützt auf zahlreiche eigene und fremde experimentelle Untersuchungen und überhaupt nach Analogie naturwissenschaftlicher Methoden, unter steter Berücksichtigung körperlicher Begleiterscheinungen und insbesondere in Verbindung mit physiologischen Tatsachen usw. Während im ersten Hauptteil die Intelligenz nach ihrem Wesen, ihren wichtigsten Erscheinungsformen, ihren materiellen und formalen Vorbedingungen, für sich untersucht wird, analysiert der zweite Hauptteil ebenso den Willen, um schließlich das Verhältnis von Intelligenz und Wille abschließend zu erörtern. Dabei entscheidet sich *Meumann* in der alten metaphysischen Streitfrage „Voluntarismus oder Intellektualismus?“ zuletzt, im Gegensatz zu dem auch heute unter Psychologen (z. B. bei *Wundt*) vielfach vertretenen Voluntarismus, für den Intellektualismus, d. h. bei aller Bedeutung, die dem Willen als selbständigem Faktor der Psyche zukommt, läßt er ihn zuletzt doch durchaus bedingt und abhängig sein von der Intelligenz — nicht umgekehrt, wie es zahlreiche Denker, vom Scholastiker *Duns Scotus* bis auf *Fichte* und *Schopenhauer*, angesehen haben.

Indessen liegt das Schwergewicht des Buches weniger in diesem abschließenden Resultate als in den mit Sorgfalt durchgeführten, scharfsinnigen und in klarer Sprache dargestellten Einzeluntersuchungen, namentlich denen des ersten Teiles über das Wesen der Intelligenz; und hier wiederum sind neben den Unter-

suchungen über die materiellen Voraussetzungen und Vorbedingungen der Intelligenz (Beobachtung, Gedächtnis, Phantasie, Denken) die über die formalen Voraussetzungen und Vorbedingungen hervorzuheben. Zu den letzteren rechnet *Meumann* neben der Aufmerksamkeit hauptsächlich die Übung. Bei der Untersuchung dieser letzteren, die ja auch der experimentellen Prüfung die ausgedehntesten Möglichkeiten bietet, werden auch die physiologischen Faktoren in weitestem Maße berücksichtigt und ebenso manche vom medizinischen Standpunkte aus wichtige Fingerzeige gegeben. So behandelt *Meumann* hier neben den psychologischen die physiologischen Grundlagen der Übung überhaupt, ferner ebenso die Gewöhnung, das Wesen der Ermüdung und deren körperliche Grundlagen, die neurasthenische und hypochondrische Müdigkeit, die Erholung, das Verhältnis von Erholungsfähigkeit und Intelligenz usw. Hier tritt *Meumann* auch dem weit verbreiteten und in unserer sportwütigen Zeit besonders genährten Aberglauben entgegen, daß körperliche, und insbesondere angestrenzte körperliche Tätigkeit in jedem Falle einen Ausgleich für geistige Tätigkeit bilde und der geistigen Ermüdung, insbesondere auch der neurasthenischen, entgegen wirke, während diese dadurch meist nur noch gesteigert wird.

Die *Meumannsche* Schrift bietet in dieser Art überhaupt eine Fülle wertvoller Fingerzeige und Anregungen und ist in jedem Falle eine willkommene Bereicherung der psychologischen Literatur.

M. Kronenberg, Berlin.

Das Jahr 1913. Ein Gesamtbild der Kulturentwicklung. Herausgegeben von Dr. D. Sarason. Leipzig-Berlin, B. G. Teubner, 1913. VII, 549 S. Preis in Leinwand M. 15,—, in Halbfranz M. 18,—.

Es ist wohl kein Zufall, daß in demselben Verlage, der das große Sammelwerk „Die Kultur der Gegenwart“ herausgibt, nunmehr auch ein Jahrbuch erscheint, das bestimmt ist, ein „Gesamtbild der Kulturentwicklung des Jahres“ zu bieten.

Seitdem ich eine tiefgründige Abhandlung über das Kulturproblem der Gegenwart gelesen habe, weiß ich, daß man den Begriff „Kultur“ höchst vorsichtig von „technischer Zivilisation“ trennen muß, wenn man sich nicht den Unwillen der Philosophen zuziehen will. Der Herausgeber dieses Jahrbuches, Herr Dr. D. Sarason, fürchtet offenbar die Philosophen nicht, denn er rechnet zur Kultur so ziemlich alle Arten menschlichen Wirkens, einerlei ob es vom Einzelwesen oder von größeren oder kleineren Verbänden ausgeht.

Der große Umfang des zu behandelnden Stoffes verlangte eine Verteilung auf zahlreiche Mitarbeiter; und die Tatsache, daß sich unter diesen Persönlichkeiten von hohem Ansehen finden, spricht dafür, daß der Grundgedanke dieses Werkes auch vielfach urteilsfähige Freunde gefunden hat.

„Nicht eine Chronik, sondern ein Denkmal der Zeit“ sollte nach den Worten des Herausgebers geschaffen werden, eine streng subjektive Darstellung der Eindrücke, die die Zeitereignisse — im weitesten Sinne — auf den Einzelnen ausübten; und aus den zahllosen Geschehnissen sollten die allgemeinen Strömungen auf den verschiedenen Gebieten erschlossen und nach Möglichkeit in einen geistigen Zusammenhang gebracht werden. In der Tat ein kühnes Programm, dem man wohl seine Zustimmung nicht versagen kann.

Einem so umfassenden Sammelwerk gegenüber wird man leicht von dem Gefühl vollkommenster

Laienhaftigkeit überfallen und man ist geneigt, das Urteil darüber einem Polyhistor oder dem Journalisten zu überlassen; doch erkennt man bald, daß dieser Standpunkt nicht richtig ist: denn vor dem Ganzen ist jeder Laie, und der Laie daher der eigentliche Fachmann. Der Wert der Aufsätze darf nicht darin gesucht werden, was sie den Nächtbeteiligten geben, sondern in der Belehrung, Aufklärung und Anregung, die sie den Fernstehenden bieten.

Wer daher nur mit engbegrenzten Fachinteressen an das Jahrbuch herantritt, wird wohl meist etwas gekränkt sein, wenn er sieht, wie knapp und lieblos seine „Lebensaufgabe“ hier behandelt ist; dem philosophisch Denkenden aber wird es eine Freude sein, sich von bewährten Führern durch alle Gebiete menschlicher Arbeit, menschlichen Fühlens und Denkens leiten zu lassen. Natürlich wird man nicht an allem gleiches Interesse nehmen können, aber es ist ja auch schon ein Gewinn, wenn man vielleicht ein Dutzend Aufsätze findet, die anschaulich zeigen, was „die Anderen“ fühlen und erstreben.

Zwar glaube ich nicht, daß solche Ausflüge in fremde Gedankenwelten geeignet sind, einen Ausgleich zwischen den durch Veranlagung gegebenen verschiedenen Denkrichtungen herbeizuführen; ihr Wert liegt vielmehr darin, daß sie die Belehrbaren zur kritischen Betrachtung des eigenen Ideenkreises führen.

Die Absicht des Herausgebers geht allerdings weiter; es sollen „Brücken erwachsen von einem Wissensgebiet zum anderen“; aber außer bei den nach Ziel und Methoden verwandten Wissenschaften habe ich derartige nicht finden können, vielmehr drängten sich gerade mit größter Deutlichkeit die herrschenden starken Gegensätze auf. Trotz der immer und überall betonten Notwendigkeit, „das unübersehbare Tatsachenmaterial der Einzelforschung einheitlich zusammenzufassen“, ist wohl die Zeit hierzu noch nicht reif. Vielleicht auch sind alle diese Bestrebungen, so modern sie sich gebärden, nur Nachklänge des alten Begriffes einer alle Wissenschaft umfassenden Philosophie, und vielleicht ist es für den wahren Fortschritt des Menschentums ganz belanglos, daß sich Assyriologie, Finanzwesen und theoretische Physik auf einen Generalnennen bringen lassen. Wer wollte das heute entscheiden?

J. Koppel, Berlin.

Hirschfeld, Magnus, Die Homosexualität des Mannes und des Weibes. Band III des Handbuches der gesamten Sexualwissenschaft. Berlin, Louis Markus, 1914. XVII, 1067 S. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 14,—.

In dem 1067 Seiten starken Band gibt der Verfasser zusammenfassend diejenigen Beobachtungen wieder, welche er an 10 000 homosexuellen Männern und Frauen machen konnte. Er betont mit Recht, daß sich ein Urteil über Homosexuelle nicht schon der anmaßen sollte, den der Zufall mit einigen wenigen solchen Menschen in Berührung gebracht hat, sondern daß es einer umfassenden Erfahrung bedarf, um wirklich einen Überblick über diese schwierigen, zum Teil noch dunklen Gebiete des Geschlechtslebens zu bekommen.

Man muß homosexuelle Handlungen und homosexuelle Veranlagung unterscheiden. Die ersteren werden, wie *Hoche* und zahlreiche andere Autoren betont haben, außerordentlich häufig als Ersatz für normale geschlechtliche Betätigung ausgeübt, ohne daß die Person, welche sich in diesem Sinne betätigt, auch homosexuell gewesen wäre.

Das, worauf es nach *Hirschfeld* für die Diagnose

ankommt, ist die auf dasselbe Geschlecht gerichtete „conträre“ Sexualempfindung, das heißt, es kommt nicht so sehr auf die momentane Art der Betätigung an, als vielmehr darauf, daß das Individuum in seinem ganzen Denken und Fühlen vom Erwachen des Geschlechtstriebes bis zu dessen Erlöschen nur für das gleiche Geschlecht empfindet. Damit verbunden ist eine Abneigung gegen das andere Geschlecht, ferner sexuelle Inkongruenzen, das heißt das Vorhandensein solcher Geschlechtszeichen auf psychischem und körperlichem Gebiete, welche mit dem Geschlechtscharakter der Genitalien nicht übereinstimmen, und schließlich eine neuropathische Disposition. In mehreren Kapiteln werden die Kindheit und Reifezeit des Homosexuellen, das Verhalten gegenüber dem eigenen und dem anderen Geschlecht, die sexuellen Inkongruenzen und damit in Verbindung stehende Probleme besprochen und dabei besonders betont, daß es verhältnismäßig selten zu grobsinnlicher Betätigung kommt, wie sie das Strafgesetz verbietet, sondern daß häufiger gerade die feineren Regungen die einzigen erkennbaren Zeichen der abnormen geschlechtlichen Veranlagung darstellen.

Im zwölften Kapitel des Buches gibt der Verfasser seine Untersuchungsmethode homosexueller Männer und Frauen genau in Form eines Schemas an. Dasselbe enthält 127 Fragen, die nicht allein der Aufdeckung der gleichgeschlechtlichen Veranlagung, sondern daneben auch der Feststellung sonstiger geschlechtlicher Abnormitäten, wie Sadismus, Masochismus usw. dienen sollen.

Ein besonderes Kapitel ist der Rolle homosexueller Männer und Frauen innerhalb der menschlichen Gesellschaft gewidmet. In ihm werden besonders die verschiedenen Formen, unter denen Homosexuelle in größerer Zahl sich vereinigen, beschrieben. *Hirschfeld* weist dabei richtig auf die Tatsache hin, daß die Vereinigungen weiblicher Homosexueller sich bei ihrem Auftreten in der Öffentlichkeit nicht selten viel unangenehmer bemerkbar machen als die männlichen Klubs dieser Art. Ob der Verfasser auch Recht hat, wenn er der „Wandervogelbewegung“ eine stark homoerotische Komponente imputiert, möchte Referent bezweifeln.

Die Homosexualität in dem vom Verfasser angenommenen Sinne ist für ihn eine angeborene Erscheinung und zwar beruht sie seiner Ansicht nach auf der Tatsache, daß der menschliche Fötus zunächst bisexuell angelegt ist.

Die Homosexualität ist für *Hirschfeld* keine Anomalie, sondern eine Varietät des genus humanum. Er betont gleichzeitig aber, daß sie sich oft mit einer „nervösen Labilität“ vergesellschaftet.

In einigen weiteren Kapiteln wird dann die Ausbreitung der Homosexualität über die wichtigsten Länder der Erde und die strafrechtlichen Bestimmungen, welche in den verschiedenen Ländern gelten, besprochen.

Alles in allem handelt es sich um ein auf sehr ausgedehnten Erfahrungen beruhendes Buch, in dem eine enorme Arbeit steckt und das sich von anderen Publikationen über das gleiche Thema vorteilhaft durch große Sachlichkeit unterscheidet. *Hübner, Bonn.*

Bechterew, W. von, Das Verbrechen im Lichte der objektiven Psychologie. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1914. V, 53 S. Preis M. 1,60.

Der bekannte russische Psychiater sucht in der vorliegenden kleinen Schrift den Nachweis zu führen, daß man an die Untersuchung der Ursachen des Verbrechens nicht mit Moraltheorien herantreten dürfe, sondern die „objektiven“ Ursachen des Verbrechens

suchen müsse. Verbrecherisch ist seiner Ansicht nach alles das, „was eine Übertretung des Minimums der festgesetzten Gemeinwesenennormen bewirkt, wobei jedoch die rechtliche Deutung des Verbrechens erfordert, daß die genannte Übertretung Gegenstand des Strafgesetzbuches sein muß“.

Nach einer Aufzählung der wichtigsten Theorien über den Verbrecher und das Verbrechen (*Lombroso, Nordau* usw.), in der er als „psychiatrische Theorie“ den wohl nicht allgemein anerkannten Satz aufstellt, daß „das Verbrechen, die Degeneration und die Geisteskrankheit untereinander eng verwandt sind, daß das Verbrechen nur eine Degenerationsart ist,“ geht er auf seine eigenen Theorien ein. Er will auch auf das Studium des Verbrechens die Lehren der „objektiven Psychologie“ (vgl. diese Zeitschrift, Heft 8, S. 185 und folgende) angewandt sehen. Von seinem objektiv-psychologischen Standpunkte aus erscheint „die verbrecherische Handlung einer Persönlichkeit einerseits als das Resultat der äußeren allgemeinen und nächsten Einflüsse, welche sich um die betreffende Persönlichkeit gruppiert haben, andererseits als eine Folge der Einflüsse, welche in ihrer Vergangenheit, d. h. in der Befruchtungsperiode (im Sinne der Heredität) in ihrer Entwicklungsperiode und weiteren Lebenszeit zusammentrafen; deshalb muß die Untersuchung sowohl das Verbrechen, als auch die äußeren allgemeinen und nächsten Faktoren, sowie die individuellen beachten“. Nach seiner Theorie muß man außer den allgemeinen sozialökonomischen Faktoren hauptsächlich folgende Bedingungen im Auge haben:

1. das Mißverhältnis zwischen den Lebensbedingungen und den notwendigsten Bedürfnissen;
2. die Beseitigung der hemmenden Familien- und Gesellschaftseinflüsse (gemeint ist damit: Beschäftigung in der Fremde, frühe Entfernung der Kinder von der Vormundschaft der Eltern, Auswanderungen in Großstädte aus kleinen Dörfern usw.);
3. Einfluß der Verführung;
4. die Veränderung des persönlichen Verhältnisses zu der Umgebung (hier wird *Tolstois* Kreuzersonate zitiert);
5. die Beeinflussung durch Tat und Wort (insbesondere weist der Verfasser auf den ungünstigen Einfluß, den das Zusammenleben verbrecherischer Elemente im Gefängnis auf die Neulinge ausübt, hin);
6. der Einfluß der „akuten Berausung“;
7. der Einfluß der Gesetzgebung (den der Verfasser sehr gering veranschlagt).

Von den individuellen Bedingungen sind zu berücksichtigen die Degenerationszeichen, die gesamte geistige Entwicklung des Verbrechers, insbesondere auch die „Schwäche seiner intellektuellen Prozesse“, der Mangel der sittlichen Erziehung, die erbliche Degeneration, Epilepsie und Geisteskrankheit und schließlich die körperliche Gesundheitsschwäche.

Den Unterschied seiner eigenen Anschauung gegenüber der anderer Autoren sieht er darin, daß bei seiner Theorie die gesamte Gesellschaft für das Verbrechen der einzelnen Mitglieder verantwortlich ist, „genauer genommen, die sozialökonomischen Verhältnisse, die ethisch richtigen Normen und Bräuche, die Gemeinwesenregeln und endlich die ganze Reihe der gegebenen Persönlichkeit umgebenden Verhältnisse“. Er erwartet eine radikale Abnahme der Kriminalität „bis zum Minimum“ nur bei entsprechender Änderung der sozialökonomischen Verhältnisse, unter anderem auch der existierenden kapitalistischen Gesellschaftsordnung.

Infolgedessen verspricht er sich für die Bekämpfung des Verbrechens von einer Verwirklichung zahlreicher Forderungen, wie sie auch die deutsche Sozialdemokratie aufstellt (vgl. z. B. Seite 51), besonderen Erfolg. Da wir nun aber noch sehr weit von den glücklichen Tagen entfernt sind, „wo es keine Reichen und Armen, keine Herren und Knechte auf Erden“ geben wird, „wo sowohl die Erziehung als auch die Bildung für alle obligatorisch sein wird, wo unter den Menschen Gleichheit, Liebe und Brüderlichkeit herrschen und Neid und Kampf unter den Menschen schwinden wird und die Menschen statt einander zu bekämpfen und zu vernichten, einander helfen werden“, so wirft der Verfasser die Frage auf, was soll mit dem Verbrechen einstweilen geschehen? Da empfiehlt er systematische Verbesserung der sozialökonomischen und sozialrechtlichen Verhältnisse, öffentliche Erziehung, Gründung von Gesellschaften zur Hebung des sittlichen Wohls der Bevölkerung, Arbeitsnachweise, philanthropische Gesellschaften, Asyle zur Fürsorge und Erziehung heimatloser Kinder, Verbesserung der Bedingungen der Fabrikarbeit, ärztliche Begutachtung bei Eheschließungen. Statt der Gefängnisse wünscht er Erziehungsanstalten in der Form von Kolonien. Die Einzelhaft verwirft er.

Soweit das Buch die Erforschung der Ursachen des Verbrechens darstellt, bringt es nicht viel, was von den neueren Kriminalpsychologen nicht schon ausgesprochen wäre. Wer *Bechterews* Zukunftswünsche liest, der darf nicht vergessen, daß der Verfasser der kleinen Schrift in einem Lande lebt, in dem die Not der Zeit auch viele Gebildete Sozialisten werden ließ.

Hübner, Bonn.

Fließ, Wilhelm, Vom Leben und vom Tode. Biologische Vorträge. Zweite vermehrte Auflage. Jena, Eugen Diederichs, 1914. VIII, 133 S. Preis geh. M. 2,50, geb. M. 3,50.

Jedes lebende Wesen ist aufgebaut aus zweierlei „Substanz“, aus männlicher und weiblicher. Jede „Einheit“ der männlichen Substanz lebt genau 23 ganze Tage, jede „Einheit“ der weiblichen genau 28 ganze Tage. Alle Änderungen im Lebensgeschehen, wie Geburt, Tod, Krankheiten usw., sind in ihrem Ablauf an einen Rhythmus von genau 23 oder 28 Tagen gebunden. Das ist in aller kürzester Fassung die Lehre, durch die *W. Fließ* ein „neues biologisches Weltbild“ vor den erstaunten Augen seiner Hörer oder Leser entrollt zu haben glaubt. Welche Glaubensstärke zur Annahme dieses Systems der Zahlenmystik gehört, mag aus folgendem erhellen: die Perioden müßten nach *Fließ* so genau 23 bzw. 28 Tage sein, daß die einzelne Periode nicht um 1½ Minute (!) von dieser Dauer (23×24 Stunden bzw. 28×24 Stunden) abweicht, denn sonst hätte es keinen Sinn bei Daten, die um 29 624 Tage voneinander entfernt sind, zu fordern und zu finden, daß sie genau auf den Tag sich in Perioden von 23 und 28 Tagen zerlegen lassen. Wäre die mittlere Länge der einzelnen Perioden um 10 Minuten länger, so würden 144 Perioden stets um einen Tag länger sein. In der Analyse, die *Fließ* den Zahlen angedeihen läßt, wäre das allerdings nicht zu bemerken, denn jede Zahl, wenn sie nur groß genug ist, läßt sich als Summe einer gewissen Zahl 23 er und 28 er Perioden darstellen. Diesen methodischen Einwand, der gegen *Fließ'* Aufstellungen schon früher mit Recht erhoben ist, sucht *F.* durch seltsame Zahlenspielereien zu entkräften, wodurch aber an der zahlen-theoretisch bekannten Tatsache nichts geändert wird.

Wir wollen hierauf nicht eingehen, sondern noch die Frage erörtern, auf die der Autor großen Wert legt: die Zahlen 23 und 28 seien nicht willkürlich gewählt, sondern in der Natur gefunden.

Bei den 28 Tagen der weiblichen Periode denkt man sogleich an die in der Tat durchaus periodischen Menstruationserscheinungen des Weibes, beim Menschen die einzigen langfristigen Lebenserscheinungen, bei denen wir die Periodizität kennen. Diese Periodizität zeigt einige Merkmale, die wir überall beobachten können, wo Lebensvorgänge in *autogenem* Rhythmus ablaufen, d. h. in einem Rhythmus, für den die physiologische Eigenart des lebendigen Systems, nicht die periodische Änderung äußerer Bedingungen ausschlaggebend ist. Die Länge der Menstruationsperiode ist 1. bei verschiedenen Individuen *nicht genau gleich*, die Dauer variiert bei ganz gesunden Frauen um mehrere Tage; 2. bei derselben Frau sind die Abstände zweier Menstruationen zwar im allgemeinen, aber durchaus *nicht immer gleich*, es kommen auch hier Unterschiede vor, die die Dauer von einem Tage überschreiten, und endlich ist 3. die Länge des Intervalls von *äußeren Bedingungen abhängig*, von Reizen, die vor allem zu einer erheblichen Abkürzung der Periode führen können. Die Unregelmäßigkeiten der menstruellen Perioden unter pathologischen Umständen, stellen ja — allgemein physiologisch betrachtet — eine Veränderung des autogenen Rhythmus durch Reize dar.

Die Perioden, die *Fließ* im Leben des Menschen, der Säugetiere und auch einiger Blütenpflanzen in ganz übereinstimmender Weise beobachtet haben will, sollen nun für alle Objekte genau von gleicher Länge, bei demselben Objekt zu verschiedenen Zeiten konstant und unabhängig von äußeren Einflüssen sein. Man darf wohl *sehr* gewichtiges Beweismaterial erwarten, wenn Erscheinungen festgestellt werden sollen, die so sehr von allem abweichen, was wir über rhythmische Vorgänge bei Lebewesen bisher kennen!

Da wird als erstes Paradebeispiel eine *Clivia* vorgeführt, an der 4 neue Triebe erschienen, eine Knospe erschien, eine Blüte aufbrach und endlich diese Blüte spontan abfiel. Von diesen Ereignissen sind die ersten vier durch je 28 Tage getrennt, die folgenden durch je 23. Hierzu ist zu bemerken, daß sich das Erscheinen eines neuen Triebes kaum auf einen Tag angeben läßt, und daß alle angeführten Erscheinungen bekanntermaßen sehr stark von der Temperatur abhängen. Würde *Fließ* diese Beobachtung bei etwas höherer oder etwas niedriger Temperatur ausführen, so würde er ganz andere Werte erhalten.

Als Beweismaterial können wir *nur* solche Fälle anerkennen, bei denen jeder Periodentag durch das fällige Ereignis gekennzeichnet wird, und so bleibt von einem zweiten Paradebeispiel, einem Pferde des Köstritzer Gestütes, nur die Beobachtung übrig, daß es an drei Tagen lahm war, die durch je 23 Tage getrennt waren! Solcher Art ist all das Beweismaterial, auf das dies „neue biologische Weltbild“ basiert ist. Wenn *Fließ* ausrechnet, daß sein ältester Sohn an einem Tage geboren ist, der von dem Todestage seiner Urgroßmutter 7 ($28^2 + 28 \cdot 23$), d. h. 9996 Tage entfernt ist, und in die begeisterten Worte ausbricht: „Hier sehen Sie, wie von dem Todestag der Urgroßmutter mütterlicherseits der Geburtstag des Urenkels induziert ist . . .“, so muß ich gestehen, daß ich in solchen Aufstellungen nur eine sinnlose Zahlenspielerlei, aber keinen Hinweis auf irgendeinen biologischen Zusammenhang erblicken kann.

Gäbe es wirklich für alle Änderungen im Lebensgeschehen kritische Tage, die in Perioden von *etwa* 23 und *etwa* 28 Tagen, also z. B. in Perioden von 21—25 Tagen und in Perioden von 26—30 Tagen wiederkehrten, so würde das nicht auf die Weise nachweisbar sein, wie *Fließ* es versucht. Es würde ja nie genügen, ein beliebig langes Intervall in Perioden zu zerlegen, man müßte vielmehr jeden Tag der Wiederkehr einer Periode als solchen objektiv zu charakterisieren in der Lage sein. Sieht man von diesem methodischen Postulat ab, so kommt man zu solchen Zahlenkunststücken wie *Fließ*, die nur einen Beleg zu dem mathematischen Satze abgeben, daß man jede Zahl als die Summe zweier Produkte mit teilerfremden Faktoren darstellen kann, die aber biologisch ohne jede Bedeutung sind. A. Pütter, Bonn.

Kroner, Richard, Zweck und Gesetz in der Biologie.

Eine logische Untersuchung. Tübingen, J. C. B. Mohr (Paul Siebeck), 1913. IV, 166 S. Preis M. 4,—.

Diese Habilitationsschrift bekennt sich zu *Rickerts* Schule, mit deren Denkmitteln sie haushält. Sie bringt keine Argumente, die zwingen, sich aufs Neue mit dieser Philosophie auseinanderzusetzen. Wen *Rickert* nicht davon überzeugen konnte, daß kritische Logik die Methoden der Naturforschung sichert und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit umreißt, den wird auch *Kroner* nicht gewinnen. *Kroner* könnte sogar manchen in seiner Anerkennung irre machen, soviel fällt nach ihm unter die „Kompetenz der logischen Selbstbesinnung“. Wer wirklich biologische Arbeit leistet, besinnt sich doch auch über die Tragweite seiner Methoden; und ob solche Naturforscher *Kroner* zugeben werden, daß seine Philosophie „ihrerseits die Biologie begreift“ (S. 1), das ist mir fraglich. Aber auch den Logiker wird *Kroner* nicht leicht davon überzeugen, daß ihm der Versuch gelungen sei, der „die Biologie in ihre logischen Grenzen zurückweist“ (S. 1). *Kroner* beginnt mit einem Kampfe gegen die „mechanistische Anschauung“ in der Biologie. Er erkennt S. 18 „die große Bedeutung und empirische Brauchbarkeit“ von *Darwins* Selektionstheorie an, findet aber deren „mechanistische Deutung“ nur „relativ wahr“; d. h. er bestreitet so ziemlich alles, was diese Deutung an positiven Behauptungen vorbringt. Für uns fragt es sich nun nicht, was die mechanistische Lehre wert ist, sondern wie *Kroner* sie bekämpft. Da behauptet denn der Verfasser, daß die Selektionstheorie „als eine a priori geltende Voraussetzung den teleologischen Begriff des Organismus“ verwendet. Genauer sagt er darüber S. 23: „Die Selektionstheorie bewährt ihre echt naturwissenschaftliche Methodik darin, daß sie den teleologischen Kern des Organismusbegriffes empirisch verwertet und mit seiner Hilfe die Richtung zur Kausalerklärung einschlägt.“ Es ist zu vermuten, daß ein heutiger Selektionstheoretiker seine Methode anders kennzeichnen wird. Er wird bestreiten, was *Kroner* S. 22 lehrt: „Unter Führung der Selektionstheorie wird die Biologie nicht zu einer mechanischen, sondern zu einer teleologischen Disziplin.“ Dabei sieht *Kroner* ganz klar, warum der Mechanist die Selektionstheorie nicht teleologisch nennt; „sie lehnt den Gedanken . . . eines die Umwandlung beherrschenden Endzieles . . . ab“ (S. 23). *Kroners* Scheidung zwischen Teleologie und Mechanistik ist nicht die vieler Biologen, sondern seine eigene. Warum ist nun nach *Kroner* die mechanistische Deutung falsch? „Dürfen wir . . . diese Erklärung noch

mechanisch nennen, nachdem wir eingesehen haben, daß sie sich auf einen so durchaus unmechanischen Begriff wie den der ursprünglichen Organisiertheit stützt“ (S. 17). Wir lassen es dahingestellt, ob die Selektionstheorie diese Annahme einer ursprünglichen Organisiertheit braucht (wir wollen uns nicht dabei aufhalten, daß man wohl Dinge mechanisch nennen kann, nicht aber Begriffe), wir fragen nur nach *Kroners* Denkart. Ihm ist der Begriff Organismus ein unveränderliches Denkmittel, mit dem wir die Gegenstände der Biologie bearbeiten. Ohne daß dies gerechtfertigt wird, zeigt *Kroner* durch logische Selbstbesinnung, daß Erkenntnis von Zweckmäßigkeiten heraus kommt, nicht Erkenntnis von Gesetzmäßigkeiten, wenn man dies Denkmittel anwendet. Die biologische Forschung mag finden, was sie immer will, das und nichts anderes steckt in dieser Denkform — so findet es die Logik nach *Kroner* — und in der Forschung muß immer wieder herauskommen, was das Denkmittel in sie hineinbringt. Was das Zeichen „Organismus“ in der wirklichen Forschung meine, fragt *Kroner* nicht: ob ein Ding, das beschrieben werden soll, ob ein Problem, das gelöst werden soll. Es muß a priori eine Kategorie sein, eine fertige Denkform. Glücklicher als den Mechanismus bekämpft *Kroner* den Vitalismus und *Bergsons* „Biologismus“. Seine aufbauenden Ausführungen beginnt der Verfasser mit erkenntnis-theoretischen Vorbemerkungen, die sehr dunkel stilisiert sind (worunter gelegentlich der syntaktische Zusammenhang leidet). Dann bringt er sein System der Naturwissenschaften. Hier behauptet *Kroner* S. 83: die moderne Naturwissenschaft wende die mathematische Methode an. Von vergleichender Beobachtung, vom nachprüfbaren Experiment als besonderen Wahrzeichen der Naturforschung ist nicht die Rede. „Aus dem Schoße der Mechanik entsteht . . . ein Gemälde der Wirklichkeit“ (S. 84). Darin ist „die ganze Natur eine einzige komplexe (?) mathematische Reihe, die in verschiedene Reihen und Reihenzusammenhänge (?) auflösbar (?) wäre“ (S. 85). Von der Mechanik bis zur Biologie wird „eine Methode (die mathematisch-naturwissenschaftliche) . . . durch eine Reihe von Phänomenen hindurchgeführt, die ihr wachsenden Widerstand leisten“. Dabei verlieren die Ergebnisse „gradweise an Formgemäßheit“ (S. 91); das ganz Formgemäße ist hier „das am meisten mathematisch durchherrschte Wirkliche“ (S. 90). An den erwähnten „Widerständen“ scheint es nach *Kroner* zu liegen, daß manche Stoffe „chemisch begriffen werden“, die darum „biologisch noch nicht begriffen zu sein brauchen. Damit stünden wir bei dem Problem, das für *Kroner* Grundproblem sein muß. Alles, was er im Teil II über die Biologie als empirische Wissenschaft noch ausführt, über „Gesetz und Artbegriff“, über die „Urzeugung“, über „Larmarkismus und Darwinismus“, steht und fällt mit des Verfassers Behandlung der Frage, auf deren Beantwortung nach ihm selbst alles ankommt. „Wir fragen: Denkt die Biologie die lebendige Einheit des organischen Körpers als eine chemische Einheit oder nicht? Läßt sich der eine Gedanke mit dem anderen vertauschen?“ (S. 91.) Ich weiß nicht recht, was *Kroner* eine chemische „Einheit“ nennt, jedenfalls aber würde ich erwarten, daß *Kroner* über seine Frage bei den heute führenden Biologen nachsieht. Dann wird er finden, was die Biologie darüber denkt. Aber *Kroner* löst das Problem schneller; der Logiker besinnt sich und entdeckt, daß beide Denkmittel grundverschiedene Formen sind. Organismus

ist ein Begriff mit teleologischem Kern, „chemische Einheit“ nicht. Wie beweist nun *Kroner* seine Behauptung von der dauernden Unfähigkeit der Chemie, Leben zu erklären? Er sagt: „Wir denken ja diese lebendige Einheit, ehe wir die hypothetische chemische Einheit (?), die sie interpretieren (?) soll, entdeckt haben; sie ist der Ausgangspunkt aller biologischen Forschung.“ Also, weil die Biologie sich erst einmal ihre Aufgabe stellen muß, ehe sie diese lösen kann, darum kann ein Sachverhalt, den man vorläufig als Lebensprozeß bezeichnet, sich nicht endlich herausstellen als chemischer Prozeß. Die ersten Bezeichnungen, die man brauchen muß, um ein Problem zu umreißen, sollen irgendwen verbinden, nach der Lösung des Problems nicht die Begriffe zu bilden, die den erforschten Sachverhalt hinreichend bezeichnen. Die vorläufige Bezeichnung, und laute sie „Organismus“, kann nicht identisch sein mit der zutreffenden Beschreibung des geklärten Sachverhalts; aber das beweist nichts für *Kroner*, auch wenn er fragt, wie der Begriff vom Organismus identisch sein könne „mit einem noch gar nicht gefundenen chemischen Begriffe“ (S. 92). Wenn dieser Begriff noch gar nicht gefunden ist, woher weiß *Kroner*, womit er dereinst „identisch“ sein wird? Wie denn, wenn eines Tages eine Retorte synthetisches reizempfindliches Plasma enthielte? *Kroner* würde nach seiner Methode fortfahren müssen zu behaupten, „die Zulassung einer solchen Möglichkeit widerstreitet der logischen Analyse“ (S. 164). Ein Logiker vom Range *Sigwarts* wird sich dahin so wenig von *Kroner* belehren lassen, wie ein „mechanistisch gesinnter Biologe“.

Siegfried Behn, Bonn.

Astronomische Mitteilungen.

Einen Überblick über die Fortschritte der Astronomie im Jahre 1913 bringt ein eingehender Bericht der englischen „Royal Astronomical Society“, die jüngst ihre 94. Jahresversammlung in London abhielt. Das Wichtigste daraus sei an dieser Stelle kurz hervorgehoben. An kleinen Planeten oder *Planetoiden* wurden im Jahre 1913 im ganzen 88 entdeckt, davon allein auf der Sternwarte Königstuhl bei Heidelberg 32. Gegenwärtig kennt die Astronomie bereits 814 *Planetoiden*. Die Zahl der 1913 entdeckten *Kometen* betrug 6, wovon drei als periodische *Kometen* elliptische Bahnen zeigten. Alle 6 *Kometen* waren nur teleskopische, also lichtschwache Objekte, und der Haarstern 1913 d konnte als identisch mit dem periodischen *Kometen* Westphal angesehen werden, dessen Wiederkehr 1913 mit 61-jähriger Umlaufzeit erwartet wurde. Für die *Sonnenoberfläche* bezeichnete 1913 ein Jahr des Minimums der Fleckenbildung; es gab nicht weniger als 320 Tage ohne Sonnenflecken, und im ganzen Jahre 1913 konnten nur 15 Fleckengruppen überhaupt beobachtet werden. Aus Messungen der Protuberanzen, deren Auftreten mit der Fleckenhäufigkeit zusammenhängt, ergaben sich auch horizontal gerichtete Strömungen in diesen Wasserstofferuptionen der farbigen Sonnenhülle, die sogar in verschiedenen Höhen verschiedene Richtungen zeigten. Die Strahlung der Sonne zeigte sich nicht nur in großer, der elfjährigen Sonnenfleckenperiode entsprechender Dauer veränderlich, sondern auch im Laufe von etwa acht bis zehn Tagen um erhebliche Beträge schwankend. Neue Temperaturbestimmungen auf der Sonnenoberfläche ergaben in

Übereinstimmung mit früheren Resultaten etwas über 6000 °C. Besonders sorgfältige Untersuchungen des Chromosphären-Spektrums führten zur Ausmessung von fast 2850 Linien zwischen den Wellenlängen 3300 und 6200 und zeigten, daß in jener farbigen Sonnenhülle keine radioaktiven Substanzen vorhanden sein dürften. Das magnetische Feld der Sonne ist nach neuen Gesichtspunkten erforscht worden, und es ergab sich, daß der Zentralkörper unseres Planetensystems als kugelförmiger Magnet mit einer Feldstärke von rund 50 Gauß angesehen werden kann. In den Sonnenflecken fanden sich starke elektrische Ströme. Aus der *Fixstern*-Astronomie, deren tiefere Ergründung eine Hauptaufgabe der modernen Himmelskunde bildet, ist zu berichten, daß etwa 700 neue Doppelsterne entdeckt wurden, von denen über die Hälfte der südlichen Himmelskugel angehören. An veränderlichen Sternen wurden nur 30 im Jahre 1913 aufgefunden, dagegen konnte die photometrische Untersuchung der Sternhelligkeiten durch Einführung eines besonders empfindlichen Apparates, der photoelektrischen Zelle, wesentlich erfolgreicher gestaltet werden. Sterngeschwindigkeiten in der Gesichtslinie wurden für über 1300 Fixsterne bestimmt, und auch über Sternströme liegen neue Untersuchungen vor, die als Zielpunkt eine Himmelsgegend in 283 ° Rektaszension und in — 19 ° Deklination ergaben.

Zur Festlegung des Termins für das bisher noch bewegliche Osterfest bringt das Juliheft des „*Sirius*“, dessen ausgezeichnete Herausgeber Prof. H. Klein (Köln) leider in diesen Tagen gestorben ist, eine Mitteilung, die hauptsächlich auf Äußerungen des französischen Astronomen C. Flammarion sich bezieht. Bekanntlich schwankt das Osterfest zwischen den Daten des 22. März und 25. April hin und her, da es nach den Festsetzungen des Nicaeischen Konzils vom Jahre 325 auf denjenigen Sonntag fallen soll, der dem ersten Vollmond nach dem Frühlingsanfang folgt. Da im bürgerlichen Leben wichtige Einrichtungen, wie Schul- und Gerichtsferien, sich nach dem Osterfeste richten, wäre ein festes Datum für den Ostersonntag in allen Ländern erwünscht. Flammarion schlägt nun vor, unter Respektierung der durch alte Bestimmungen gezogenen Grenzen (22. März bis 25. April) den Ostersonntag ungefähr in die Mitte zwischen diese beiden Grenzdaten zu legen. Da der 22. März der 80. und der 25. April der 114. Tag des Jahres ist, liegt in der Mitte der 97. Tag, und es käme danach der 8. April heraus. Da jedoch auf dieses Datum nicht immer ein Sonntag fällt, müßte der nächstliegende Sonntag (1914 der 10. und 1915 der 4. April usw.) als Ostersonntag gewählt werden. Vielleicht findet dieser praktische Vermittlungsvorschlag Flammarions, der dem Osterfest nur noch einen Spielraum von wenigen Tagen in der zweiten Aprilwoche läßt, Annahme bei den kirchlichen Behörden. Dagegen kann man sich mit den übrigen Vorschlägen Flammarions zur Reformierung des Gregorianischen Kalenders, der doch unseren praktischen Bedürfnissen auf Jahrhunderte hinaus vollauf genügt, nicht einverstanden erklären. So möchte dieser französische Astronom den Jahresanfang vom 1. Januar fortlegen und ihn auf den Frühlingsanfang (21. März) schieben, mit der Begründung, daß dies die günstigste (?) Jahreszeit für die Mehrzahl der Menschen sei.

Über Polarlichter und Tierkreislicht liegen neue Untersuchungen von K. Birkeland vor, die besondere Beachtung verdienen. Der ausgezeichnete norwegische

Forscher nimmt an, daß die Polarlichter durch eine von der Sonne ausgehende Elektronenstrahlung entstehen und im kleinen Maßstabe auch im Laboratorium experimentell nachgemacht werden können. Aus besonderen elektrischen Versuchen, die im luftleeren geschlossenen Raum unter Nachahmung von Erde und Sonne ausgeführt wurden, ging ziemlich einwandfrei hervor, daß die Polarlichter der Erde hauptsächlich als Effekte der von unserem Zentralkörper ausgehenden Kathodenstrahlen aufzufassen sind und in den obersten Luftschichten aufleuchtend durch den Magnetismus unseres Planeten angezogen werden. Birkeland fand bei seinen interessanten Experimenten, daß ganz besonders um die Polstellen der imitierten Erde (er nennt sie „Terella“) sich ein sehr helles Aufleuchten bemerkbar machte, das er richtig mit der Zone der größten Häufigkeit unserer irdischen Polarlichter an den Erdpolen in Verbindung brachte. Von ganz hervorragendem Interesse ist aber noch die weitere Anordnung der Birkelandschen Versuche, die zur Erklärung der Sonnenflecken und des Tierkreislichtes führen können. Läßt man nämlich die künstliche Erde oder die „Terella“ ihrerseits als Quelle einer intensiven Kathodenstrahlung wirken oder gleichsam als künstliche Sonne funktionieren, so zeigt sich von ihrer Oberfläche eine besondere elektrische Entladung ausgehend, die kleine leuchtende Punkte aufweist, deren Anordnung nach Magnetisierung des Eisenkerns der „Terella“ sich der Äquatorebene anpaßt. Außerdem umschwebt die zur Sonne gemachte „Terella“ bei dieser Versuchsanordnung sogar ein Lichtring, der sich unmittelbar mit dem Tierkreislicht vergleichen läßt und der weit in den Raum hinausreicht. Jedenfalls dürfte die kritische Fortsetzung dieser vielversprechenden Experimente von Birkeland dazu berufen sein, unsere Kenntnisse von den atmosphärischen und kosmischen Lichterscheinungen noch wesentlich aufzuhellen.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Über das Zeppelin-Luftschiff zur See sprach Freiherr Max von Gemmingen im Institut für Meereskunde. Vortragender wies darauf hin, daß für die Verwendung zur See nur große Luftschiffe in Betracht kommen könnten und ließ keinen Zweifel darüber, daß die bisherigen tatsächlichen Erfolge und Erfahrungen noch nicht derartige wären, als daß man die wirkliche Verwendbarkeit anders als Zukunftsmusik bezeichnen könnte.

In einer kurzen physikalischen Einleitung wurde über Bau und Einrichtungen der Z-Schiffe berichtet. Besonderes Interesse aber verdiente die Besprechung der Verwendbarkeit auf See. Unsere Küstengewässer, die Nord- und Ostsee, sind mehrfach von Z-Schiffen befahren worden. Den ersten Versuch machte die „Viktoria Luise“ und die „Hansa“, dann auch das bei Helgoland verunglückte Marine-Luftschiff „L 1“. Auf diesen Fahrten wurden reiche Erfahrungen gesammelt; so zeigte es sich, daß die Einrichtungen des Wetterdienstes an unsern Küsten für die Bedürfnisse der Luftfahrt noch nicht genügen. Bei dem häufigen Vorüberziehen der Minima bei Schottland bilden sich oft Teilminima aus, welche mit solcher Geschwindigkeit südöstlich nach Deutschland wandern, daß es bei dem augenblicklichen System der Wettermeldungen für die Seewarte nicht möglich

ist, rechtzeitig Warnungen zu erlassen. Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, in der nördlichen Nordsee, etwa auf einem verankerten Schiffe, eine Station zu errichten, welche die Bildung und das Herannahen von Teilminima drahtlos zu melden hat. So hätte die „L 1“-Katastrophe verhindert werden können.

Mit den Fahrten über See könnte auch ein nützlicher Zweck verbunden werden. Eine Post- und Passagierverbindung von Berlin mit Schweden und Dänemark z. B. würde gute Dienste leisten, wenn die Ostsee zugefroren ist. Der Dienst könnte von zwei Luftschiffen ausgeübt werden: das eine am frühen Morgen über Malmö nach Kopenhagen und am selben Tage zurück, das andere mittags über Malmö nach Kopenhagen, wo es die Nacht verbringen müßte, um am nächsten Morgen mit der dänischen und schwedischen Frühpost nach Berlin abzugehen.

Große Bedeutung dürfte die Verwendung von Luftschiffen im Kriege für Deutschland als Aufklärungs- und Kampfmittel haben, da wir alleine über brauchbare Luftkreuzer verfügen. Die Aufklärung ist sehr einfach, da sich auf dem ebenen Meere dem Beobachter nichts entziehen kann. Aus einer Höhe von 500 m hat man eine Rundsicht von 85 km, also so weit, daß man selbst mit den besten Ferngläsern kaum noch beobachten kann. Dabei kann das Luftschiff sich bei wolkeigem Wetter an der unteren Wolkgrenze halten, wo es gut beobachten kann, selbst aber nicht gesehen wird. So kann der Führer der Flotte mit Funkspruch durch seine Luftschiffe über Stärke und Zusammensetzung des Feindes unterrichtet werden, ohne daß dieser es ahnt. Es kann daher die Gefechtsbereitschaft in aller Ruhe getroffen werden, während der Feind auf seine schnellen Aufklärungskreuzer angewiesen, bei denen es immer zweifelhaft ist, ob es ihnen gelingt, in genügende Sehweite zu kommen. Gleichzeitig kommen die Luftkreuzer als Angriffswaffe in Betracht, da sie Sprengstoffe mitführen können, welche sie auf feindliche Hafenanlagen, Werften, Schleusen, Docks, Vorratshäuser und auch auf das Deck der Schiffe schleudern. Wenn dadurch auch kein Schiff zum Sinken gebracht wird, so wird es dennoch kampfunfähig gemacht oder wenigstens sehr behindert. Vor allem werden die Kohlenflotten, welche der Flotte in fremde Gewässer folgen müssen, eine willkommene Beute der Luftkreuzer. Ebenso können Truppentransporte zur See sowie Zufuhr von Nahrungsmitteln leicht verhindert werden.

Endlich bespricht der Vortragende die Möglichkeit und die Aussichten einer Überquerung des Atlantischen Ozeans mit dem Luftschiff. Ein Flug von Hamburg nach New York von etwa 6300 km würde für ein Z-Schiff von 65 km Stundengeschwindigkeit 4 bis 6 Tage, je nach den Windverhältnissen, in Anspruch nehmen.

Bei Betrachtung der Luftdruck- und Windkarten des Atlantischen Ozeans fällt ein Hochdruckgebiet auf, welches sich beständig an der Nordgrenze der Tropen im Winter etwa zwischen 20 und 25° n. Br. hält und sich mit zunehmender Sonnenhöhe nach Norden verschiebt, aber niemals von einem Minimum eingenommen wird. Daher wird ein Luftschiff, welches im allgemeinen dem Dampferweg folgen will, meist westliche Winde antreffen. Es liegt daher der Gedanke nahe, einen anderen Weg einzuschlagen. Einmal über das Gebiet des NO-Passats. Jedoch würde hier die starke Sonnenbestrahlung zu große Gasverluste mit sich bringen. Auch würden etwa 10 000 km zurückzulegen

sein. Dann würde der Weg von Hamburg über England nach Belle Isle in Betracht kommen, eine Strecke von Land zu Land von 3100 km, welche bei 65 km Stundengeschwindigkeit in 2 Tagen zurückzulegen ist. Da man aber wohl England nicht wird überfahren dürfen, so verlängert sich der Weg auf 4000 km. Um nun zu zeigen, wie das Luftschiff die Wetterlage auszunutzen hat, gibt Vortragender eine ganze Reihe von interessanten Beispielen. Das Prinzip ist, vor allem die Fahrt so einrichten, daß das Luftschiff in der Regel Rückenwind antrifft. Zu diesem Zweck muß es durch drahtlose Telegraphie von den großen atlantischen Dampfern und den Küstenstationen fortwährend über die Änderung des Luftdrucks in den verschiedenen Teilen des Ozeans unterrichtet werden, um seinen Kurs jedesmal so einrichten zu können, daß es sich nördlich der Minima bewegt.

Michaelsen.

Elektrolytische Kondenswasserentölung. Die Kondenswasser der Dampfmaschinen, Rohrleitungen, Dampfheizungen sind bekanntlich ihrer Reinheit an Kesselsteinbildnern und Wärme wegen sehr für die Kesselspeisung geschätzt. Immerhin sind aber die Niederschlagwässer der Kondensatoren usw. meistens durch Schmieröl verschmutzt, welches aus den Dampfzylindern mitgerissen wird. Dieses Schmieröl erscheint im Kondensat meistens nur in sehr fein zerstäubtem Zustand und bildet mit diesem in der Regel eine Emulsion, welche sich als milchig aussehende Trübung kennzeichnet und aus welcher sich das Öl auch nach längerem Absitzen nicht abscheidet. Man wird zwar einen Teil des Öles abschöpfen können, nie aber das Kondensat gänzlich hierdurch von den Fettstoffen befreien können. Dies ist auch nicht durch Filtrierung zu erreichen, da die Erfahrung lehrt, daß sich hierbei in der Regel bereits nach kurzer Zeit die Filter stark verschmutzen bzw. verstopfen und eine öftere Erneuerung des Filtermaterials, abgesehen von der unangenehmen Arbeit, auf die Dauer zu kostspielig wird. Da die vollkommene Entölung auch mit den besten Ölabscheidungsapparaten auf die Dauer nicht möglich ist, andererseits aber im Interesse der Betriebssicherheit von Kesselanlagen kein ölhaltiges Wasser gespeist werden darf, so ist versucht worden, das Problem der Kondenswasser-Entölung auf elektrolytischem Wege zu lösen und ist dieses Bestreben auch von Erfolg begleitet gewesen. Dieses elektrolytische Verfahren beruht auf der Eigenschaft des durch das Kondensat geleiteten elektrischen Stromes, die Öl-wasser-Emulsion zu zerstören und das Öl zu schaumigen Flocken zusammenzuballen, so daß diese durch eine mechanische Trennung aus dem Wasser entfernt werden können. Die erforderliche Apparatur besteht aus einem hölzernen Wasserbehälter, in welchem das zu entöhlende Kondensat zwischen einer Anzahl plattenförmiger bzw. spiralförmiger Elektroden hindurchgeführt und dem elektrischen Strome ausgesetzt wird. Infolge Einwirkung desselben gerinnt die Öl-wasser-Emulsion und scheidet sich das Öl in Form von kleinen Flocken aus dem Kondensat ab. Diese Flocken und alle sonstigen Unreinigkeiten werden dann durch ein Kiesfilter zurückgehalten, aus welchem das gereinigte Kondensat vollkommen kristallklar einem Vorratsbehälter zugeführt werden kann.

Das ölhaltige Kondensat kann dem Reiniger direkt mittels der Kondensatpumpe zugeführt werden. Enthält dasselbe tropfenförmige Ölteile, so sind diese durch ein Holzwoolfilter vorher zurückzuhalten. Dasselbe muß so groß bemessen sein, daß das Kondensat

Gelegenheit hat, hierin mindestens 30 Minuten zu verweilen, bis alle groben Ölteilchen abgeschieden sind und nur die Ölwasser-Emulsion dem elektrolytischen Reinigungsapparat zufließt. Um das Wasser für den elektrischen Strom besser leitend zu machen, wozu nur Gleichstrom in Frage kommt, wird eine Wenigkeit hartes Brunnen- oder Flußwasser dem Kondensat zugesetzt. In diesem Zusatzwasser gelösten Kalk- und Magnesiumsalze stellen dann das Leitungsvermögen her. Der Zusatz braucht nur gering zu sein und kann mithin für Kesselspeisezwecke nicht schädlich wirken. Man kann die bessere Leitfähigkeit auch durch den Zusatz von einer Sodaulösung erreichen. In diesem Falle ist in die Zulaufleitung ein automatisch arbeitender Verteilungsapparat einzubauen, aus welchem sowohl die Sodamenge als auch die zur Lösung derselben erforderliche Wassermenge selbsttätig vereinigt und gelöst wird und dann dem zu reinigenden Kondensat zufließen. Die Entlösung soll möglichst in heißem Zustande des Kondensats vorgenommen werden, da sich hierbei der Abscheidungsvorgang schneller abwickelt als bei kalten Abwässern, außerdem kann aber dann auch die Anlage etwas kleiner und somit billiger ausfallen. Der Gleichstromverbrauch beträgt je nach dem Ölgehalt des Kondensats ungefähr 0,15 bis 0,20 kW für 1 cbm Kondensat. Danach betragen die Reinigungskosten, unter Zugrundelegung eines Kilowattpreises von etwa 7 Pfg. (bei eigener Stromerzeugungsanlage) und bei nicht allzu hohem Ölgehalt der Abwässer etwa 1 Pfg. pro 1 cbm Kondensat. Einer besonderen Wartung bedarf die elektrolytische Reinigung nicht, dieselbe arbeitet vielmehr vollkommen selbsttätig. Es ist nur nach Verlauf einiger Tage mit Hilfe eines Stromwechslers die Stromrichtung zu wechseln, damit sich der an den Elektroden anhaftende Ölschlamm ablöst, nach oben steigt und hier abgeschöpft werden kann. Ferner ist je nach Bedarf das Filter zu waschen, um es von den aufgenommenen Unreinigkeiten zu befreien bzw. damit es dauernd aufnahmefähig bleibt. Diese Arbeiten verursachen aber höchstens einen Zeitaufwand von etwa 10 Minuten und können von dem betreffenden Maschinisten der Maschinenanlage mit vorgenommen werden. Die für diese Apparate verwendeten Kiesfilter sind von der gleichen Konstruktion, wie solche auch für ähnliche andere Klärzwecke (Wasserreiniger) benutzt werden. Das elektrolytische Kondensationswasser-Reinigungsverfahren kann bei Vorhandensein billiger Strompreise auch zum Reinigen der ölhaltigen Abwässer industrieller Anlagen benutzt werden, bevor dieselben den natürlichen Flußläufen zugeführt werden.

W.

Die Herstellung und Verwendung holzgefütterter Rohre. In vielen Betrieben bereitet die Beschaffung eines geeigneten Materials für Rohrleitungen erhebliche Schwierigkeiten, weil die chemische Beschaffenheit der durch die Leitung zu fördernden Flüssigkeiten oft zerstörend auf die Rohre einwirkt; neben den chemischen Eigenschaften wirken manchmal auch elektrolytische Ströme an der Zerstörung der Rohrleitungen mit. Die laufenden Reparatur- und Ersatzkosten für Rohrleitungen bedeuten daher für manche Betriebe eine starke Belastung der Betriebskosten. Überall dort, wo die Farbe und der Geschmack einer Flüssigkeit durch abgelöste Metallteilchen oder Rost ungünstig beeinflusst wird, wie z. B. bei der Herstellung von Genußmitteln, haben sich Metallrohre oft nicht gut bewährt, weshalb man in vielen Fällen mit einem anderen Material, so z. B. mit Holz, Versuche angestellt hat.

Der Gebrauch von Holzrohren ist zwar schon seit alters bekannt, und diese Rohre besitzen im allgemeinen auch eine recht hohe Lebensdauer, aber trotzdem hatten ihnen mehrere Übelstände an, wie ihre geringe Festigkeit, schwierige Dichtung und die umständliche Herstellung von Abzweigungen und Richtungsänderungen. Die Aufgabe, Holzrohre für hohen Druck herzustellen, die sich in gegebenen Grenzen biegen lassen, sowie die Schaffung passender und den allgemeinen Formen entsprechender Formstücke ist erst in jüngster Zeit von *Crotogino* gelöst worden. Diese „Crotoginorohre“ werden von *H. Winkelmann* in der „Zeitschrift für angewandte Chemie“ 1914, S. 182, näher beschrieben. Es sind schmiedeeiserne (schwarze oder verzinkte) Rohre mit einem Holzfutter, das aus einzelnen, mit Nut und Feder versehenen Stäben besteht und das nach einem patentierten Verfahren in das Metallrohr eingepreßt wird. Diese Holzstäbe sind nach Art der Faßdauben hergestellt, sie haben die gleiche Länge wie das Rohr selbst und die Holzfasern laufen der Rohrachse parallel. Das Holz muß lufttrocken und möglichst astfrei sein. Da das Holzfutter maschinell unter hohem Druck in das Metallrohr eingepreßt wird, besitzt es weder Ritzen noch Fugen und ist ebenso dicht wie ein aus dem Vollen gebohrtes Rohr; infolgedessen kann die durch das Rohr geleitete Flüssigkeit mit dem Mantelrohr überhaupt nicht in Berührung kommen. Im Betrieb quillt das Holz noch weiter auf, so daß an den Stoßstellen der Rohre die Fasern gewissermaßen ineinander wachsen. Die Rohre werden in einer Länge bis zu 5,5 m und in Weiten von 20—200 mm Durchmesser sowie in jeder gewünschten Futter- und Rohrwandstärke hergestellt; sie können sowohl als gerade, wie auch als gebogene Rohre sowie mit allen Formstücken (Krümmer, Abzweigstücke, Kreuzstücke usw.) geliefert werden. Die Verbindung der Rohre erfolgt wie sonst bei schmiedeeisernen Rohren durch Flanschen und Muffen. Die geraden Rohre kleineren Durchmessers können ohne Beschädigung des Holzfutters auch nachträglich kalt gebogen werden. Für Erdleitungen verwendet man Stahlmuffenrohre, die außen entweder verzinkt oder durch eine Bandage von asphaltierter Jute geschützt werden.

Diese Rohre werden überall dort verwendet, wo solche Flüssigkeiten gefördert werden sollen, die Metalle angreifen und zerfressen, die aber auf Holz nicht einwirken. Sie sind in erster Linie wichtig für die Fortleitung von empfindlichen Flüssigkeiten, wie Wein, Bier, Fruchtsäfte, Mineralwasser u. a. Weiter eignen sie sich zum Fördern von warmen oder kalten Flüssigkeiten und Gasen, die gegen Abkühlung bzw. Erwärmung geschützt werden sollen. Die Crotoginorohre verdienen in der Regel den Vorzug vor den gebräuchlichen, außen mit Kork oder anderen Isolierstoffen umgebenen Rohren, da das Holzfutter eine fast unbegrenzte Haltbarkeit besitzt. Gegenüber den alten, ganz aus Holz bestehenden Rohrleitungen zeichnen sich die holzgefütterten Rohre auch durch größere Feuersicherheit und durch ihre große Elastizität aus. Außer für die schon genannten Betriebe der Nahrungsmittelindustrie sind die Crotoginorohre für Soleleitungen in Salinen, in der Kaliindustrie, für Gefrier- und Kälteanlagen, chemische Fabriken, Färbereien, für Bergwerksbetriebe u. a. von Bedeutung. Die Mehrkosten der Rohre machen sich in fast allen Fällen durch Ersparnisse an Rohrsatz reichlich bezahlt.

S.

Keine ungünstige Beeinflussung biologischer Vorgänge im Flußwasser durch Kaliendlaugen. Für die

Kaliindustrie von geradezu hervorragender Bedeutung sind die Ergebnisse zweijähriger Experimentaluntersuchungen, die im Reichsgesundheitsamte von *Arno Müller* und *Ludwig R. Fresenius* ausgeführt worden sind behufs Beantwortung der Frage, ob eine mittelbare Schädigung der Fische durch die Endlaugen der Kalifabriken durch Verringerung der Nahrung der Fische stattfindet? Noch am 8. Januar 1910 hatte der Reichsgesundheitsrat ein Gutachten erstattet, in welchem er auf Grund sorgsamer Arbeiten von Professor *Hofer* zugab, daß für gewisse, höher organisierte Tierarten Nachteile aus der Endlaugenableitung nicht entstehen, gleichzeitig aber hinzugefügt, daß die niedere Tier- und Pflanzenwelt eine Beeinträchtigung wohl erfahren könnten, wie dies z. B. die Herabsetzung einer selbstreinigenden Kraft des Wassers von *Wipper* und *Unstrut* durch die Versalzung des Wassers zeigen könne. In Hunderten von Fällen haben sich in der Zwischenzeit Einsprechende gegen Konzessionserteilungen auf dieses Gutachten mit Erfolg bezogen. Es war höchste Zeit, eine Richtigstellung jener Ansicht durch exakte Versuche herbeizuführen.

Als Versuchsobjekte wurden biologische Tropfkörper benutzt. Sie sind mit Koksstückchen beschickt und haben einen Rauminhalt von 3500 ccm. Nach dem Prinzip der Mariotteschen Flasche erhalten sie tropfenweise das rohe Abwasser bei gleichmäßiger Belichtung. Im Ablauf wurden die Abnahme der Oxydierbarkeit und der Gehalt an salpetersaurem Salz untersucht, ebenso der Chlorgehalt und meist auch das elektrolitische Leitvermögen. Auch wurde der Unterschied des Gehalts an organischem und Ammoniak-Stickstoff im Zu- und Ablauf festgestellt.

Die biologischen Untersuchungen bezogen sich auf die Fäulnisunfähigkeit. Bei fäulnisfähigen Wässern zeigt sich nämlich Entfärbung, wenn man eine Wasserprobe mit Methylenblau versetzt und die Probe in luftdicht verschlossener Flasche aufbewahrt. Fäulnisunfähig muß ein Wasser dann genannt werden, wenn die Entfärbung nach Verlauf von sechs Stunden ausbleibt.

Aus den Versuchsergebnissen sind folgende Lehren für die Praxis von Bedeutung: Auch für die niedere Fischnahrung, wie überhaupt für alle biologischen Vorgänge in Gewässern beginnt die Schädlichkeitsgrenze des Wassers erst bei einem 3,5 g Chlormagnesium pro Liter übersteigenden Gehalt an Endlaugen. Dies ist derselbe Gehalt, den Professor *Hofer* auch für die höher organisierte Fischnahrung als Grenze festgestellt hatte. Jeder nachteilige Einfluß der Endlaugen auf die Selbstreinigungskraft eines Gewässers erscheint hinsichtlich der in der Praxis in Betracht kommenden Mengen völlig ausgeschlossen.

Angesichts der Bestimmtheit, mit welcher diese Ergebnisse festgelegt werden, dürfte ein völliger Umsehung in der Praxis bei Konzessionserteilungen eintreten, eine für viele Industrielle jedenfalls sehr erfreuliche Botschaft! (*Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamt* XLV, 4, 1913.) —z.

Ein Kühlbad zur Konstanthaltung einer Temperatur von -112° C. beschreiben *Stock* und *Friederici* in den *Berichten der deutschen Chem. Ges.* 46, S. 1971. Man füllt einen Dewar-Zylinder etwa zur Hälfte mit flüssiger Luft und trägt in diese unter Umrühren mit einem langstieligen hölzernen Löffel langsam Schwefelkohlenstoff ein, der vorher durch einmalige Destillation gereinigt wurde. Der Schwefelkohlenstoff erstarrt

in der flüssigen Luft zu einer schneecartigen kristallinen Masse, die sich rasch zu Boden setzt. Man setzt so lange Schwefelkohlenstoff zu, als noch flüssige Luft im Überschuß vorhanden ist und bis diese von dem lockeren Schwefelkohlenstoffschnee fast vollständig aufgesaugt wird. Mehr Schwefelkohlenstoff darf man nicht zusetzen, da sonst eine zusammenhängende Decke von festem Schwefelkohlenstoff entsteht, die die noch darunter befindliche flüssige Luft einschließt und Explosionen verursachen kann. In einen zweiten Dewar-Zylinder, der zu einem Drittel mit Schwefelkohlenstoff gefüllt ist, gießt man flüssige Luft zu, bis die Masse eben zu erstarren beginnt, und trägt in die kalte Flüssigkeit soviel von dem zuvor hergestellten Schwefelkohlenstoffschnee ein, daß ein dicker Brei entsteht. Bei Benutzung der gebräuchlichsten Dewar-Zylinder behält das so bereitete Kältebad, wenn es gelegentlich umgerührt wird, die Schmelztemperatur des Schwefelkohlenstoffs ($-112,1^{\circ}$) während mehrerer Stunden genau bei. S.

Zur Bestimmung der Stärke der Signale wird auf den Empfangsstationen der drahtlosen Telegraphie zu meist die sogenannte Parallel ohmmethode benutzt. Sie besteht darin, daß man parallel zum Empfangstelephon einen veränderlichen Widerstand schaltet und diesen so lange verkleinert, bis im Telephon der Ton gerade verschwindet. Der dann eingestellte Parallelwiderstand ist ein Maß für die Empfangsenergie, und zwar ist sie um so größer, je kleiner der parallel geschaltete Widerstand ist. Man hat bisher vielfach angenommen, daß zwischen der Empfangsenergie und dem Parallelwiderstand eine lineare Beziehung besteht. *A. Klages* und *O. Demmler* haben (*Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie* VIII, p. 212, 1914) diese Annahme experimentell geprüft, indem sie einerseits die Empfangsenergie nach einer objektiven, einwandfreien Methode maßen und zu gleicher Zeit die Einstellungen nach der Parallel ohmmethode durchführten. Sie finden die von mehreren andern Seiten erhobenen Bedenken gegen die Parallel ohmmethode in jeder Beziehung bestätigt, insofern als ein starker subjektiver Fehler eingeht und auch unter den Messungen derselben Versuchsperson Abweichungen bis zu 100 % vorkommen. Aus den Versuchsreihen, die eine quantitative Auswertung ermöglichten, ergab sich, daß mit zunehmender Empfangsstärke der parallelgeschaltete Widerstand zunächst sehr schnell kleiner wird, und daß die Kurve sich dann asymptotisch der X-Achse nähert. Von einer linearen Beziehung kann also keine Rede sein. P. Lg.

Über die Verwendung des Petroleums im frühen Mittelalter berichtet Prof. Dr. E. O. v. Lippmann (*Chemiker-Zeitg.* 44, 473, 1914). Das Erdöl war ein Bestandteil des von *Kallinikos* erfundenen griechischen Feuers, das ist jener Mischung von Erdöl und Kalk, die sich bei der Berührung mit Wasser entzündete. Die Naphtha wurde für Kriegszwecke in ausgedehntem Maße verwendet. Die Schiffe führten Naphtha mit sich, um sich der Angriffe der Piraten zu erwehren. Zur Zeit der Kreuzzüge bediente man sich des Erdöls zum Anzünden der feindlichen Belagerungstürme und Sturmvorrichtungen. Es gab sogar eine eigene Abteilung von Fußsoldaten, die den Namen „Schleuderer von Naphtha und von Mischkrügen“ führten. Die Mischkrüge enthielten eine aus Naphtha, Schwefel, grünem Eisenstein (?), Harz und Essig zusammen-

gesetzte Masse. In der Medizin wurde das Erdöl schon im 9. Jahrhundert als Salbe und Desinfiziens gebraucht. Auch die Verwendung des Erdöls als Brennstoff für Lampen scheint bis ins 9. Jahrhundert zurückzugehen. In der Kirche des heiligen Grabes hing eine Wunderlampe, die sich angeblich von selbst entzündete, die aber in Wirklichkeit durch einen langen mit Naphtha bestrichenen Draht, längs welchem sich das Feuer fortpflanzte, von außen in Brand gesetzt wurde. Besonders die Khalifen der Fatimidendynastie häuften das Erdöl in großen Mengen an. Als im Jahre 1077 Kairo von einer Feuersbrunst zerstört wurde, verbrannten nicht weniger als 100 000 Liter Erdöl, was ein Beweis dafür ist, daß es schon damals in großem Maßstabe gewonnen werden konnte; trotzdem scheint es einen hohen Wert besessen zu haben, da es in der Schatzkammer des Khalifenschlosses aufbewahrt wurde.

O. F.

Unterschied zwischen Säuregehalt und Säuregrad eines Weines. Ein seltsamer Widerspruch wurde bei zwei verschiedenen Jahrgängen angehörenden Weinsorten aus demselben Weinberge des Geisenheimer Fuchsberges festgestellt. Der 1909 er zeigte einen viel saureren Geschmack als der 1910 er, während die chemische Untersuchung ergab, daß der erstere 7,65 ‰, der letztere dagegen weit mehr, 9,5 ‰ titrierbare Säure enthielt. C. von der Heide und W. J. Baragiola haben an diesen beiden Beispielen die chemisch-analytische und chemisch-physikalische Untersuchung in der ökonomischen Versuchsstation Geisenheim durchgeführt und sind zu folgendem Ergebnis gelangt: Der 1909 er mit dem geringen Säuregehalt zeigt gegenüber dem 1910er einen höheren Schwefelsäuregehalt, die sich im Geschmack als sogenannte Schwefelsäurefärbung äußert und den Säuregrad bedingt. Die aus der häufig zugeführten schwefligen Säure gebildete Schwefelsäure macht als starke Säure einen ansehnlichen Teil der Fruchtsäuren des Weines frei. Die Erhöhung des Säuregrades ist daher nicht direkt auf den Schwefelsäuregehalt zurückzuführen, sondern indirekt: einer größeren Menge frei gemachter organischer Säuren stehen nur wenig organische Salze gegenüber. Die größere Menge der freien Säuren ist daher auch noch stärker dissoziiert. Man sieht so, wie diese Erwägungen den Widerspruch zwischen chemischer Analyse und Kostprobe aufheben. (*Zeitschrift für analytische Chemie* 53, 4/5, 249 f.)

—2.

Englische Apotheken und Drogengeschäfte. Wie in vielen anderen Dingen, geht England auch im Apothekerwesen seinen eigenen und, wie gleich bemerkt sei, auch etwas eigenartigen Weg. Ob es ein Unfug ist, daß die englischen Ärzte ihre Medizin selbst zubereiten und an ihre Besucher verkaufen, soll hier nicht entschieden werden; vielleicht liegt darin eine größere Beruhigung für die Kranken, wirklich im Sinne ihres ärztlichen Beraters bedient zu sein. Jedenfalls haben sich die Apotheken oder, wie sie in England heißen, Chemist Shops, veranlaßt durch den so beträchtlichen Ausfall an Einnahmen im Vergleich mit deutschen Apotheken, ihre besonderen Erwerbsquellen gesucht. So werden mindestens 50 % aller photographischen Artikel durch die Apotheken vertrieben, ferner Parfüms, Toilettenartikel aller Art und jene Spezialartikel, für welche der Engländer in

unerreichter Weise Reklame zu machen versteht. Ludwig W. Schmidt (London) spricht daher auch direkt von einer Degenerierung des englischen Apothekerstandes. (*Die Chemische Industrie* 1913, 15/16, 461 f.) Für die Leser der „Naturwissenschaften“ sei noch bemerkt, daß das englische Wort Chemist „Apotheker“ und nicht etwa „Chemiker“ bedeutet. Dieses deutsche Wort wird im englischen meist mit Assayer, d. h. Analytiker, wiedergegeben. Aus Vorstehendem scheint aber hervorzugehen, daß das englische Wort Chemist am besten mit „Drogist“ zu übersetzen ist.

—2.

Bei chemischen Reaktionen in hohen Temperaturen tritt sehr oft die Schwierigkeit auf, daß die Gefäßwände auf den Verlauf der Reaktionen einwirken. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, führen F. Meyer und H. Kerstein Reaktionen bei hohen Temperaturen in umgekehrten Flammen aus. Da diese ein sehr wirksames Reduktionsmittel bilden, haben sie die umgekehrte Chlor-Knallgas-Flamme benutzt, um die flüssigen, wasserfreien Chloride der Gruppen 3—5 des periodischen Systems zu reduzieren. Die Chloride des Bors und des Siliciums ließen sich in der Chlor-Knallgas-Flamme allerdings nicht reduzieren, wie dies im elektrischen Lichtbogen möglich ist. Da die Temperatur in der Flamme zu niedrig ist, blieben diese Chloride darin unverändert und es erfolgte weder eine Ausscheidung von B noch von Si. Dagegen wurde Kohlenstofftetrachlorid in der umgekehrten Flamme reduziert unter Abscheidung eines fein verteilten sehr voluminösen Kohlenstoffs, der etwas chlor- und wasserstoffhaltig war. Titan-tetrachlorid wurde in Trichlorid und Zinn-tetrachlorid in Dichlorid umgewandelt. Phosphor-pentachlorid lieferte in der umgekehrten Flamme ein rotes, dem Schenkschen Phosphor sehr ähnliches Produkt, das aus 92 bis 94 % Phosphor bestand und etwas Chlorid enthielt. Durch Verwendung von Wasserstoff im Überschuß ließ die Menge des Chlorides sich erheblich verringern. Arsen-trichlorid lieferte nahezu quantitativ reines Arsen. Antimon-pentachlorid gab ein grauschwarzes, lockeres Pulver, das zu 93 % aus schwarzem Antimon und zu 7 % aus Antimon-trichlorid bestand. Vanadium-tetrachlorid endlich ergab ein violettes, außerordentlich voluminöses Pulver, das von 80 % Dichlorid und von 20 % Trichlorid gebildet war. (*Chem. Ber.* 47, 1036, 1914.)

Mk.

Durch ihr Alter unlesbar gewordene Handschriften bieten dem um ihre Entzifferung bemühten Forscher oder Rechtsgelehrten oft große Schwierigkeiten. Eine Methode, solche alte Handschriften lesbar zu machen, beruht auf dem Umstand, daß die früher benutzten Tinten sämtlich eine saure Reaktion zeigen. Man legt auf die unleserliche Schrift einen Bogen mit Salpetersäure behandeltes Silberchloridpapier, läßt ihn 12 Stunden lang darauf liegen und setzt ihn dann dem Tageslicht aus. Die Säure der Tinte wirkt auf das Silberchlorid ein und veranlaßt seine Reduktion zu Silber, das in metallischem Glanz auf dem dunklen Grund des Papiers erscheint. Das so erhaltene Bild der ursprünglichen Schrift läßt sich nicht fixieren, doch ist es auf kurze Zeit lesbar. Noch besser lesbar wird das Bild, wenn das Papier nach der Exposition in einem verschlossenen Kasten den Dämpfen brennenden Phosphors ausgesetzt wird. Auch kann man das Bild auf eine photographische Platte übertragen und diese entwickeln. (*Scient. Amer.* 110, 76, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 31.

31. Juli 1914.

Zweiter Jahrgang.

LIBRARY
RECEIVED
OCT 17 1914

U.S. Department of Agriculture

INHALT:

Über optische Abbildung. Von *Prof. Dr. M. v. Laue*,
Zürich. S. 757.

Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre. Von
Prof. Dr. G. Berndt, Berlin-Friedenau. S. 760.

Physiologie des Menschenwachstums. Von *Ernst*
Gellhorn, Berlin. S. 765.

Über neuere Saurierfunde aus Canada und deren
geologische Position. Von *Dr. Karl L. Henning*,
Denver. S. 769.

Besprechungen. S. 776.

Kleine Mitteilungen. S. 779.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Mai 1914 erschien:

Abwehrfermente

Das Auftreten blutfremder Substrate und Fermente im tierischen
Organismus unter experimentellen, physiologischen
und pathologischen Bedingungen

Von

Emil Abderhalden

Direktor des Physiologischen Instituts der Universität Halle a. S.

Vierte, bedeutend erweiterte Auflage

427 Seiten mit 55 Textfiguren und 4 z. T. farbigen Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite 11.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Hefes beträgt 60 Pf.

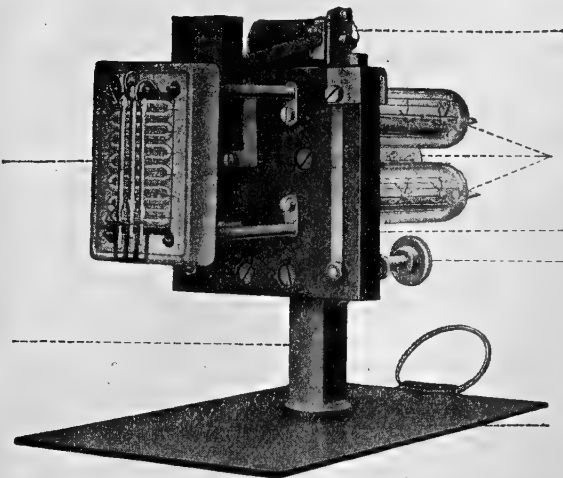
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich	6	12	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen



Neue
Preisliste
für
Projektions-
Lampen
erschienen.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen

Völlige Neubearbeitung des Buches „Punches, dies and tools for manufacturing in presses“ von Joseph V. Woodworth

von

Privatdozent Dr. techn. Max Kurrein

Betriebsingenieur des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 683 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 20,—

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite I, II, III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgem. Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite II.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

31. Juli 1914.

Heft 31.

Über optische Abbildung.

Von M. v. Laue, Zürich.

Vortrag gehalten bei der Entgegennahme des Erich-Ladenburg-Preises in Breslau am 14. Juni 1914.

Gern bin ich der Einladung der hohen philosophischen Fakultät gefolgt, den mir verliehenen Preis an dieser Stelle persönlich in Empfang zu nehmen; einmal, um der Fakultät meinen Dank für diese schöne Ehrung mündlich auszusprechen zu können, sodann aber aus einem mehr persönlichen Beweggrund. Blicke ich auf meine Studienzeit zurück und auf die Anregungen, welche ich damals empfangen habe, so muß ich die ersten Anregungen, welche dauernden Einfluß auf meine eigene Arbeit ausgeübt haben, auf die Vorlesungen von Voigt und Abraham zurückführen, die ich in Göttingen hörte, und die tiefsten und entscheidenden auf Planck. Von den vielen lehrreichen Vorlesungsversuchen von Herrn Lummer aber, welchen ich in den Jahren 1902 und 1903 in Berlin hörte, habe ich ein fast Instinkt gewordenes Gefühl für optische Vorgänge erhalten, welches mir bei der ersten schnellen Orientierung über optische Probleme oft die größten Dienste geleistet hat. Und, meine Herren, Sie wissen ja aus eigener Erfahrung, daß das Gelingen einer solchen Orientierung für das Zustandekommen einer ganzen Arbeit entscheidend sein kann. Da ich nun hier nach den Satzungen der Ladenburgstiftung über Ergebnisse eigener Arbeit sprechen soll, so möchte ich Herrn Professor Lummer meinen Dank abstatten, indem ich von Arbeiten rede, bei denen gerade dies Gefühl mir wesentliche Dienste geleistet hat.

In jenen Vorlesungen war viel die Rede von der Interferenztheorie der optischen Abbildung. Die geometrische Optik macht sich die Sache ja ziemlich leicht, sie spricht durchweg von Lichtstrahlen und wenn alle von einer Lichtquelle ausgehenden Strahlen in einem Punkte vereinigt werden, so bezeichnet sie diesen als das Bild der Lichtquelle. Für die Wellentheorie des Lichtes aber ist der Lichtstrahl nur ein sekundärer und nicht einmal überall anwendbarer Begriff. Das Bild eines Körpers ist für sie ein Interferenzphänomen, welches keineswegs in allen Zügen durch das Annäherungsverfahren der geometrischen Optik dargestellt werden kann. So ist z. B. auch bei der genauesten Vereinigung der Strahlen jeder Brennpunkt von Beugungserscheinungen umgeben, von denen die geometrische Optik nichts weiß. Die wichtigste, schon von Helmholtz und Abbe daraus gezogene Folgerung ist, daß man eine geometrisch-ähnliche Abbildung überhaupt

nur von solchen Körpern erhalten kann, welche in allen Abmessungen größer als die Wellenlänge des Lichtes sind. Aber abgesehen von dem abzubildenden Gegenstand hängt das Bild noch ganz wesentlich von dem abbildenden Instrument ab. Abbe hat theoretisch und experimentell gezeigt, in welchem weitgehendem Maße man optische Bilder durch Einschiebung geeigneter Blenden verzerren kann¹⁾. Doch wird in der Theorie vielfach unterschieden zwischen dem Fall, daß der Gegenstand im eigenen Licht strahlt, und daß er nur von fremdem Licht getroffen wird. Abbe dachte entsprechend den beim Mikroskop vorliegenden Verhältnissen stets an Beleuchtung von außen. Es war die Frage, ob derartige Verzerren des Bildes auch bei selbstleuchtenden Körpern möglich ist.

Nun erinnere ich mich, bei Herrn Lummer einen Versuch zur Demonstration des Kirchhoffschen Gesetzes gesehen zu haben, den zu sehen man damals wenigstens nicht allzu häufig Gelegenheit hatte. Auf dem Grunde eines langen gleichmäßig auf helle Rotglut geheizten Rohres steht ein Porzellantiegel, auf dessen Boden mit Tinte irgend eine Figur gezeichnet ist. Von dieser Figur ist nicht das mindeste zu erkennen, solange die Wände des Rohres auf gleichmäßige Temperatur erhitzt sind; sie tritt aber sofort hervor, sowie man dies Temperaturgleichgewicht stört. Dem Kirchhoffschen Gesetz zufolge ist nämlich im Temperaturgleichgewicht die Intensität der Strahlung unabhängig von der Beschaffenheit der Wände für alle Richtungen die gleiche, so daß man nur eine unterschiedslose gleichmäßige Helligkeit sieht. Es ist dabei gleichgültig, ob man mit dem unbewaffneten Auge oder mit einem beliebigen optischen Instrument in jenes Rohr hineinsieht. Daraus folgt aber, daß selbstleuchtende und nur von fremdem Licht getroffene Körper wenigstens unter den Verhältnissen, welche im gleichtemperierten Hohlraum vorliegen, in der gleichen Weise abgebildet werden. Denn stellen wir ein Instrument auf die erwähnte Zeichnung ein, so muß sich ja die gleichmäßige Helligkeit, die wir wahrnehmen, deuten lassen als Überlagerung der Abbilder dieser Zeichnung im eigenen und fremden Lichte. Wenn bei dieser Überlagerung gleichmäßige Helligkeit entsteht, so heißt das, daß beide Bilder zueinander komplementär sind. Erscheint das eine dieser Bilder verzerrt, so muß es das andere ebenfalls sein; und zwar muß dies für beliebige optische Instru-

¹⁾ Vgl. z. B. Die Lehre von der Bildentstehung im Mikroskop von Ernst Abbe; bearbeitet und herausgegeben von Otto Lummer und Fritz Reiche. Braunschweig 1910.

mente, so kompliziert sie auch gestaltet sein mögen, gelten.¹⁾

Daß die Wellenlänge des Lichtes der optischen Abbildbarkeit eine Grenze setzt, ist nun auch die Ursache, daß die Materie nicht nur dem unbewaffneten Auge, sondern auch unter den besten Mikroskopen den Raum stetig zu erfüllen scheint, während sie doch nach allem, was wir aus Physik, Chemie und Mineralogie wissen, diskontinuierlich aus Atomen und Molekülen aufgebaut ist. Weder das chemische Grundgesetz der konstanten und multiplen Proportionen, noch das kristallographische Grundgesetz der rationalen Indices bei den Kristallformen, noch jene Schwingungserscheinungen in der Physik, deren bekannteste die Brownsche Molekularbewegung ist, sind verständlich, wenn es keine Atome gibt. Trotz dieser und vieler anderer schwerwiegender Beweise wollen freilich manche die Wirklichkeit der Atome nicht zugeben, erklären vielmehr die ganze Atomtheorie nur für ein Bild oder, wie der beliebte Ausdruck lautet, für eine Arbeitshypothese. Man sollte diese Skeptiker einmal fragen, ob sie die Sonne und die Fixsterne für wirklich halten, oder ob sie auch die Behauptung der Astronomie, daß es sich bei diesen um riesige unvorstellbar weit von uns entfernte Körper handelt, für eine Arbeitshypothese erklären. Mir scheint nämlich, als hätten wir für die Existenz der Atome mindestens ebenso gute Beweisgründe, als für die der Sterne. Und allein aus der Tatsache, daß die Atome dem Auge, unserem wichtigsten Sinnesorgan, nicht sichtbar sind, scheint mir jene Skepsis erklärbar zu sein.

Ist nun aber der optische Nachweis der Diskontinuität der Körper mit sichtbarem Licht und auch mit dem nur wenig kurzwelligeren ultravioletten Licht nicht möglich, so gestaltet sich die Frage ganz anders, seit wir in den Röntgenstrahlen einen dem Licht wesensgleichen Wellenvorgang kennen gelernt haben, bei welchem die Wellenlängen 1000 bis 10 000 mal kürzer sind als beim Licht. Freilich stand ja zunächst die Wellennatur der Röntgenstrahlen nicht unbedingt fest. Denn wenngleich die Art der Entstehung und der Nachweis der Polarisation für die Wellentheorie sprachen, desgleichen die Übereinstimmung zwischen den verschiedenen Schätzungen der Wellenlänge, welche alle 10^{-9} cm als Größenordnung dafür ergaben, so bildet doch bis zum heutigen Tage die Auslösung der sekundären Kathodenstrahlen durch Röntgenstrahlen ein ungelöstes Problem für diese Theorie. Soviel aber war sicher, daß, wenn die Röntgenstrahlen ein Wellenvorgang sind, die Körper ihnen gegenüber nicht mehr als kontinuierlich angesehen werden dürfen. Denn alle Schätzungen des Abstandes der Moleküle kommen darauf hinaus, daß dieser der Größenordnung nach $= 10^{-8}$ cm ist, also größer als die Wellenlänge der Röntgenstrahlen. Die diffuse Zerstreuung, welche die Röntgenstrahlen in fast allen Körpern erfahren,

mußte dann ein Analogon zur Beugung des Lichtes an vielen unregelmäßig verteilten Teilchen sein.

Nun gibt es aber Körper, bei welchen die Atome nicht unregelmäßig, sondern im Gegenteil nach höchst einfachen Gesetzen angeordnet sind. Die schon erwähnten Rationalitätseigenschaften der Kristallformen sind seit Bravais' Zeiten durch eine Anordnung nach Raumbittern erklärt worden. Ein einfaches Beispiel dafür bekommt man, wenn man den ganzen Raum in gleiche große Würfel einteilt und in jeden Würfelmittelpunkt ein Atom setzt. Aus der Optik ist wohl bekannt, daß bei der äquidistanten Anordnung beugender Elemente längs einer Linie oder in einer Ebene besonders einfache und sehr charakteristische Interferenzerscheinungen auftreten. Waren wirklich die Röntgenstrahlen eine Wellenbewegung, und war die Molekulartheorie richtig, so mußte notwendigerweise bei der Durchstrahlung von Kristallen mit Röntgenstrahlen etwas entstehen, was den Gitterspektren in der Optik wesensverwandt war. Die Versuche von Friedrich und Knipping¹⁾ haben dieses in vollstem Umfange bestätigt. Es fanden sich schon bei den ersten Proben eine Reihe scharfer Interferenzmaxima, deren Lage genau den Anforderungen der Theorie entsprach. Zusammen mit den Versuchen der Herren Bragg, Wagner und Glocker²⁾, welche weitere Folgerungen aus dieser Theorie bestätigten, stellen diese Untersuchungen die Wellentheorie der Röntgenstrahlen und zugleich die Raumbittertheorie für die Kristalle wohl vollkommen sicher.

Beide Gebiete der Physik sind dann auch durch das weitere Studium der Erscheinung wesentlich gefördert worden. Durch die Herren Bragg haben wir die Struktur des Steinsalzes, des Diamantes und vieler anderer Kristalle kennen gelernt. Wir wissen jetzt, wie die Atome in ihnen zu einander liegen, und können ihre Abstände mit einer Genauigkeit von wenigen Prozenten angeben. In dem Interferenzbild, welches ein Kristall für die Röntgenstrahlen liefert, sind eben schon alle Elemente für die optische Abbildung seiner Struktur enthalten, und wenn wir dies Bild auch mangels einer Linse für Röntgenstrahlen nicht auf physikalischem Wege wirklich herstellen können, so können wir es doch durch logische Schlüsse aus der Betrachtung des Interferenzbildes konstruieren. Da andererseits die Interferenzerscheinungen unmittelbar einen Vergleich der Wellenlänge der Röntgenstrahlen mit den Abständen der Atome ermöglichen, so können wir mit der gleichen Genauigkeit spektralanalytische Messungen über Röntgenstrahlen anstellen. Die früheren Schätzungen über deren Größenordnung haben sich dabei durchaus bestätigt. Sehr bemerkenswert ist, daß die Elemente

¹⁾ W. Friedrich, P. Knipping und M. Laue, Sitzungsber. München 1912, S. 303; M. Laue, ebenda S. 363.

²⁾ W. H. und W. L. Bragg, Proc. Royal Soc. 1913 und 1914. E. Wagner, Phys. Zeitschr. 14, 1232, 1913. R. Glocker, Phys. Zeitschr. 15, 401, 1914.

¹⁾ M. Laue, Ann. d. Phys. 43, 165, 1914.

nach Untersuchungen von *Moseley*¹⁾ in diesem Wellenlängenbereiche ähnliche charakteristische Linien haben, wie im sichtbaren Spektrum und seiner Nachbarschaft. Nur daß das charakteristische Röntgenstrahlenspektrum sehr viel einfacher konstruiert ist als die im sichtbaren Spektrum bekannten Linienserien. Weiterhin ist durch die Arbeiten von *Debye*²⁾ die Möglichkeit erschlossen worden, die Wärmebewegung der Atome in ihrem Einfluß auf die Röntgenstrahleninterferenzen zu beobachten. Sie hat zum Glück keinen Einfluß auf die Lage und Schärfe der Interferenzmaxima, sondern setzt nur deren Intensität herab.

Doch kehren wir zurück zum Gebiete der eigentlichen Optik und der optischen Abbildung. Wir erwähnten schon, daß das Bild nicht nur vom Gegenstand, sondern auch von dem Instrument abhängt, welches das Bild entwirft. Damit zwei Punkte noch getrennt nebeneinander wahrnehmbar sind, muß nach *Abbe* und *Helmholtz* ihr Abstand im Bild mindestens gleich der halben Wellenlänge, dividiert durch den Sinus des Öffnungswinkels sein, unter welchem die Strahlen in der Bildebene konvergieren. Der Zahlenfaktor in dieser Angabe ist aber einigermaßen nach Willkür festgesetzt. Man hat durch Probieren festgestellt, daß bei zwei gleich hellen Punkten der angegebene Abstand ungefähr die Grenze des Auflösungsvermögens bedeutet, wenn man mit dem Auge beobachtet. Doch könnte eine feinere Methode der Helligkeitsmessung natürlich die Grenze herabsetzen. Es ist also in dieser Fassung der Lehre vom Auflösungsvermögen etwas enthalten, das nicht der Sache, sondern nur dem gegenwärtigen Stande der Meßkunst angepaßt ist. Und doch beruht diese Lehre wesentlich auf einer einfachen und tiefgehenden Eigentümlichkeit aller Wellenbewegung. So scheint mir hier die Aufgabe vorzuliegen, ihr eine neue Fassung zu geben.

Dies bezweckt der Begriff der Freiheitsgrade eines Strahlenbündels. Altbekannt ist, daß man bei einer gespannten Saite jede mögliche Bewegung als Übereinanderlagerung der verschiedenen zueinander harmonischen Eigenschwingungen der Saite auffassen kann. Jede Eigenschwingung verläuft dabei völlig unabhängig von der anderen, stellt somit einen Freiheitsgrad für die Bewegung der Saite dar. Ganz ähnliche Eigenschwingungen gibt es auch für die elektromagnetischen Wellenvorgänge in einem Hohlraum und es ist durch die Arbeiten von *Jeans* und *Debye*³⁾ wohl bekannt, welche Rolle diese Freiheitsgrade der Hohlraumstrahlung für die Thermodynamik der Strahlung besitzen. Man kann sie in vieler Beziehung ganz gleich behandeln, wie die Freiheitsgrade eines Körpers, deren Zahl durch die Bewegungsmöglichkeiten der Atome bestimmt ist. Da man nun die

Strahlung in einem Hohlraum stets in unabhängige Strahlenbündel zerlegen kann, so ist schon von vornherein einleuchtend, daß auch ein Strahlenbündel eine bestimmte Zahl von Freiheitsgraden besitzt. Diese Zahl hängt auf das engste mit der Feinheit der Abbildung zusammen, welche ein solches Strahlenbündel vermitteln kann.

Da nämlich zwei Punkte in der Brennebene des Bündels einen bestimmten endlichen Abstand haben müssen, damit die Helligkeiten in ihnen voneinander unabhängig sind, so hat auch ein Flächenstück, welches unabhängig von der Nachbarschaft beleuchtet ist, eine bestimmte endliche Größe, welche ungefähr gleich dem Quadrat jenes Abstandes ist. Die ganze Brennfläche umfaßt somit eine endliche Anzahl derartiger, unabhängig voneinander beleuchteter Elementarflächen. Und diese bestimmt ohne weiteres die Zahl der Freiheitsgrade, welche man bei Beleuchtung der Brennfläche in einem bestimmten Augenblick hat. Nun könnte es nach diesem Gedankengang scheinen, als ob die erwähnte Willkür in der Festsetzung der Grenze des Auflösungsvermögens auch hierbei auftreten müßte. Das ist aber nicht der Fall; vielmehr kann man durch Abzählung der Glieder in einer gewissen Fourierschen Reihe die erwähnte Zahl völlig frei von jeder Willkür bestimmen.

Die Betrachtung bezieht sich aber nur auf einen bestimmten Augenblick oder auch auf den Fall stationärer Beleuchtung. Im allgemeinen kann die Helligkeit jeder Elementarfläche während der Zeit der Beleuchtung noch schwanken, und man kann — wieder mit Hilfe einer Fourierschen Reihe — leicht bestimmen, wieviele Möglichkeiten es hierfür gibt, wenn das Strahlenbündel einem bestimmten endlichen Spektralbereich angehört. Multipliziert man diese beiden Zahlen von Freiheitsgraden miteinander, so findet man die Zahl der Freiheitsgrade für ein Strahlenbündel von bestimmter Dauer. Diese Zahl gibt an, auf wieviele verschiedene Arten man mit dem genannten Strahlenbündel die Brennfläche beleuchten kann. Bemerkenswert scheint mir, daß man alle die statistisch thermodynamischen Betrachtungen, welche sich an die Freiheitsgrade der Hohlraumstrahlung anknüpfen lassen, gerade so gut und mit demselben Resultat mit diesen Freiheitsgraden des Strahlenbündels vornehmen kann. Auch die Abzählung der Freiheitsgrade der Hohlraumstrahlung läßt sich sehr einfach und allgemein auf diese Zahl der Freiheitsgrade der Strahlenbündel zurückführen⁴⁾.

Meine Herren, nach den Statuten der Ladenburgstiftung soll, wer den Erich-Ladenburg-Preis empfängt, auch über die Ziele seiner Forschung sprechen. Ich bin dieser Forderung schon entgegengekommen, indem ich Ihnen zuletzt über eine noch nicht veröffentlichte Untersuchung berichtet habe. Doch mit den eigentlichen Zielen, die sich jeder wissenschaftlich Forschende steckt, ist es eine heikle Sache. Gerade, wenn sie hoch gesteckt

¹⁾ *H. G. J. Moseley*, Phil. Mag. 26, 210 und 1024, 1913; 27, 703, 1914.

²⁾ *P. Debye*, Ann. d. Phys. 43, 49, 1914.

³⁾ *I. H. Jeans*, Phil. Mag. 10, 91, 1905, *P. Debye*, Ann. d. Phys. 33, 1427, 1910.

⁴⁾ Die ausführliche Veröffentlichung erscheint demnächst in den Ann. d. Phys.

sind, ist es einigermaßen zweifelhaft, ob sie sich erreichen lassen, ja es ist nicht einmal sicher, ob sie sich nicht im Laufe der Zeit mit dem Fortschritt der Wissenschaft verschieben. Deshalb bitte ich die hohe Fakultät, es zu entschuldigen, wenn ich mich nicht auf dies Gebiet wage. Was herauskommen wird, das muß man eben abwarten. Jedenfalls kann ich der Fakultät versprechen, was ich schon bei der Promotion in Berlin dem dortigen Gebrauche entsprechend gelobt habe, zu forschen, „non lucri causa neque ad vanam captandam gloriolam, sed quo divinae veritatis lumen latius propagatum effulgeat“.

Der Elektrizitätshaushalt der Atmosphäre.

Von Prof. Dr. G. Berndt, Berlin-Friedenau.

Die Arbeiten *Exners* und seiner Schüler über die Größe des atmosphärischen Potentialgefälles an möglichst verschiedenen Orten (seit 1886), sowie vor allem die grundlegenden Untersuchungen *Elsters* und *Geitels* über die Leitfähigkeit, Ionisierung und Radioaktivität der Atmosphäre (seit 1889) gaben den Anstoß zu einer systematischen Erforschung der luftelektrischen Verhältnisse, wie sie, etwa seit der Jahrhundertwende, durch fortdauernde Registrierungen in verschiedenen Stationen Europas (und ferner auch in Batavia, Simla und Samoa) regelmäßig erfolgen bzw. erfolgten. Daneben liegt eine Reihe von über längere Zeiträume ausgedehnten Einzelbeobachtungen vor. Die meisten derselben beziehen sich allerdings auf die nördliche Halbkugel (und zwar speziell auf Europa); die wenigen auf der südlichen Halbkugel angestellten Messungen lassen indessen erkennen, daß die hier gefundenen Werte (und auch ihr zeitlicher Verlauf) sich den dort erhaltenen durchaus anschließen. Wenn nun auch die an den einzelnen Orten erhaltenen Resultate lokal verschieden sind, so stimmen sie andererseits doch alle soweit miteinander überein, daß man mit guter Annäherung Mittelwerte bilden kann, welche für den uns näher bekannten Teil der Erdoberfläche gültig sind.

Diese Untersuchungen haben nun ergeben, daß sich im Mittel in der Nähe der Erdoberfläche in jedem cm^3 etwa 750 Ionenpaare finden, und zwar im Verhältnis 1,13:1 mehr positive als negative Ionen; der Ueberschuß der positiven über die negativen Ionen, d. h. die positive Raumladung der Luft, beträgt $5 \cdot 10^{-8}$ ESE/ cm^3 , ein Wert, der in guter Übereinstimmung mit den Resultaten der direkten Messungen *Daundersers* (in Bad Aibling) steht. Die positiven Ionen besitzen eine mittlere Beweglichkeit von 0,9, die negativen eine solche von 0,8 cm/sec: Volt/cm und erteilen zusammen der Luft eine Leitfähigkeit von $2,5 \cdot 10^{-4}$ ESE. Leitfähigkeit und Ionisierung besitzen beide eine einfache jährliche Periode mit Maximum im Sommer und Minimum im Win-

ter; ihr täglicher Verlauf ist (in Europa) im Winter einfach (Maximum um 4 a. m., Minimum um 7—8 p. m.), im Sommer doppelt (Maxima um 4 a. m. und 1 p. m., Minima um 8 a. m. und 7—8 p. m.). Beide besitzen ferner große Werte bei fallendem Barometer, hoher Temperatur, starkem Winde; ferner bei guter Luftreinheit und geringer Feuchtigkeit, bei welchen die Umwandlung in träge Ionen kleinerer Geschwindigkeit nur in geringem Maße erfolgt; in größeren Höhen sind die Werte der Leitfähigkeit und des Ionengehaltes vielfach größer als am Erdboden. Das Potentialgefälle, das im Mittel $+125$ Volt/m an der Erdoberfläche beträgt, verhält sich im allgemeinen entgegengesetzt wie jene beiden Größen. Infolge dieses Potentialgefälles fließt ständig ein Strom von $1 \cdot 10^{-6}$ ESE/ cm^2 ($= 0,3 \cdot 10^{-15}$ Amp/ cm^2) von der Luft zur Erde.

Nach der Poissonschen Theorie berechnet sich die Flächendichte σ der auf der Erdoberfläche sitzenden Ladung aus dem Potentialgefälle F zu

$$\sigma = -\frac{1}{4\pi} F = -3,3 \cdot 10^{-4} \text{ ESE/cm}^2.$$

Die Dichte der Raumladung ρ der Luft, welche am Erdboden den Wert $+5 \cdot 10^{-8}$ ESE/ cm^3 besitzt, ist in größeren Höhen kleiner; im Mittel ist in der Höhe

0—1500 m	$\rho = 1,8 \cdot 10^{-9}$ ESE/ cm^3
1500—4000 m	$1,6 \cdot 10^{-10}$ „
4000—9000 m	$3,2 \cdot 10^{-11}$ „

Unter Vernachlässigung der in noch höheren Luftschichten befindlichen Ladungen berechnet sich die gesamte in einer Luftsäule von 1 cm^2 Querschnitt befindliche Elektrizitätsmenge zu $+3,3 \cdot 10^{-4}$ ESE. Diese würde gerade die negative Erdladung kompensieren, so daß die Erde nach außen hin elektrisch neutral erscheint.

Die in der Luft vorhandenen Ionen verringern sich nun ständig, teils durch Wiedervereinigung zu neutralen Molekülen, teils durch Molisierung, d. h. Anlagerung an Staubteilchen und Wassertropfchen; die so entstehenden trägen (*Langevin*-) Ionen tragen wegen ihrer geringen Geschwindigkeit (etwa $\frac{1}{3000}$ cm/sec: Volt/cm) zu der Leitfähigkeit der Atmosphäre nichts mehr bei, können aber durch ihre Ansammlung an Dunstschichten und Wolken den Wert des Potentialgefälles wesentlich ändern und sogar seine Richtung umkehren. Trotz dieser Prozesse bleibt nun aber der mittlere Ionengehalt konstant. Es müssen also die verschwundenen Ionen durch andere Prozesse immer wieder nachgeliefert werden.

Als Ionisierungsquellen könnten in Frage kommen: zerspritzendes Wasser (*Lenardeffekt*), Lichtelektrizität (*Hallwachseffekt*), ultraviolettes Licht und radioaktive Substanzen. Der *Lenardeffekt* tritt bei Niederschlägen, Wasserfällen und bei der Brandung auf; er kann somit nur eine lokale Bedeutung haben. Selbst hier trägt er indessen auch nichts zur eigentlichen Ionisierung bei, da die von ihm erzeugten Ionen Geschwindigkeiten von weniger als $0,2 \text{ cm/sec}$:

Volt/cm besitzen. Der *Hallwachseffekt* kann an den mit Wasser oder Vegetation bedeckten Teilen der Erdoberfläche nicht eintreten und könnte nur in ganz vereinzelt Fällen eine Ionisierung bewirken. Auch das ultraviolette Licht (von 90 bis 180 μ Wellenlänge) kommt für die Ionisierung an der Erdoberfläche nicht in Frage, da es bereits durch die höheren Schichten der Atmosphäre absorbiert wird; wohl aber ist das Anwachsen der Leitfähigkeit in Höhen von etwa 3000 m ab hierauf zurückzuführen. Es bleiben somit nur noch die radioaktiven Substanzen zu untersuchen.

Elster und *Geitel* fanden zuerst, daß die gewöhnliche Gartenerde radioaktive Substanzen enthält; es gelang ihnen auch, aus dem Fango-schlamm aus Battaglia (Italien) die radioaktiven Substanzen zu konzentrieren und ferner ihre Gegenwart in allen untersuchten Gesteins- und Bodenproben festzustellen. Zur genaueren quantitativen Bestimmung, wie sie namentlich von *Strutt* und von *Joly* durchgeführt wurde, werden die Mineralien aufgeschlossen und in Lösung gebracht. Nach Einstellung des Emanationsgleichgewichtes wird die Emanation durch Auskochen in das Zerstreungsgefäß des Elektrometers überführt und hier gemessen und somit der Radiumgehalt aus der Menge der mit ihm im Gleichgewicht stehenden Emanation bestimmt. Es ergab sich im Mittel

	für Eruptiv- gesteine	für Sedi- mente	Mittel- wert
	g Ra/g Gestein	g Ra/g Gestein	g Ra/g Gestein
nach <i>Strutt</i>	$1,7 \cdot 10^{-12}$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$1,4 \cdot 10^{-12}$
nach <i>Joly</i>	$5 \cdot 10^{-12}$	$4 \cdot 10^{-12}$	$4,5 \cdot 10^{-12}$

Neben Radium findet sich im Durchschnitt $1,5 \cdot 10^{-5}$ g Thor/g Gestein. Der Actiniumgehalt ist bis jetzt noch nicht quantitativ bestimmt worden.

Als Mittelwert der Beobachtungen von *Strutt* und *Joly* kann man den Radiumgehalt zu $3 \cdot 10^{-12}$ g/g Gestein und folglich auch die damit im Gleichgewicht stehende Emanationsmenge zu $3 \cdot 10^{-12}$ Curie⁴⁾ ansetzen. Unter der Annahme, daß 1 Curie einen Sättigungsstrom von $2,5 \cdot 10^6$ ESE liefert, würde die in 1 g Gestein vorhandene Radiummenge eine Emanationsmenge ansammeln, welche einen Sättigungsstrom von $3 \cdot 10^{-12} \cdot 2,5 \cdot 10^6 = 7,5 \cdot 10^{-6}$ ESE lieferte; die in 1 cm³ vorhandene Emanation würde also gleich $19 \cdot 10^{-6}$ ESE sein. Hiervon geht ein Teil in die in den Erdkapillaren befindliche Luft (die Bodenluft), während ein anderer in der Erde occludiert bleibt. Eine einwandfreie Berechnung der an die Bodenluft abgegebenen Emanationsmenge ist aber nicht durchzuführen, da der Luftgehalt schwer anzugeben ist. Dazu kommt ferner, daß namentlich in den oberen Schichten ein Teil der Emanation mit der Boden-

luft in die Atmosphäre entweicht. Direkte Messungen des Emanationsgehaltes der Bodenluft (durch Bestimmung der von ihr gebildeten Ionen) haben die folgenden Resultate ergeben: Freiburg 2 bis $7,5 \cdot 10^{-7}$, München $1 \cdot 10^{-7}$, Potsdam $0,2 \cdot 10^{-7}$, Cambridge $5 \cdot 10^{-7}$, im Mittel also $3,5 \cdot 10^{-7}$ ESE. Es reichen somit die im Boden befindlichen radioaktiven Substanzen vollständig aus, um die in der Bodenluft vorhandene Emanationsmenge zu liefern. Wie aus den Registrierungen in München und Potsdam folgt, besitzt der Emanationsgehalt der Bodenluft eine jährliche Periode mit einem Maximum im Sommer und einem Minimum im Winter (wie die Leitfähigkeit der atmosphärischen Luft), während ihre tägliche Periode ähnlich wie die des Potentialgefälles und des Barometerstandes verläuft, woraus folgt, daß diese beiden Größen und der Emanationsgehalt durch den Sonnenstand beeinflusst werden. Der Emanationsgehalt hat große Werte bei fallendem Barometer und bei Sonnenbestrahlung, welche beide aufsteigende Luftströme erzeugen, und ferner bei kräftigen Winden wegen ihrer saugenden Wirkung. Der Emanationsgehalt nimmt bis zu 2 m Tiefe zu; hier sind keine zeitlichen Schwankungen mehr zu beobachten. Das Verhältnis der Radium- zur Thor-Emanation, das an der Oberfläche gleich 1600 ist, wächst mit zunehmender Tiefe und beträgt in 4 m 26 000.

Die unterirdischen Wässer absorbieren auf ihrem Laufe die Emanation und bringen zuweilen auch Radium in Lösung. Wie die Untersuchung einer sehr großen Zahl von Quellen ergeben hat, sind sie deshalb alle mehr oder minder aktiv; so zeichnen sich namentlich sehr viele Heilquellen durch großen Emanationsgehalt aus (dieser Satz ist aber nicht umkehrbar).

Durch Auswaschung der Gesteine gelangt das Radium auch ins Meerwasser. Die Angaben für seinen Radiumgehalt schwanken zwischen 9 und $170 \cdot 10^{-16}$ g Ra/Wasser. Unter Annahme eines mittleren Wertes würde sich der Radiumgehalt der Weltmeere zu 10 000 Tonnen berechnen. Der Emanationsgehalt des Meerwassers ist sehr gering, da die Emanation wegen der fortwährenden Aufwühlung des Wassers durch den Wind sehr rasch in die Luft entweicht. In den Tiefseesedimenten ist wegen der ständigen Akkumulation der Radiumgehalt bedeutend größer als im Wasser und beträgt 0,6 bis $51 \cdot 10^{-12}$ g Ra/Gestein; die Gesamtmenge des hier lagernden Radiums kann man demnach auf 1 Million Tonnen schätzen. Auch hier sind die kalkhaltigen Sedimente die am wenigsten aktiven.

Wie vorher schon angegeben, entweicht die in der Bodenluft vorhandene Emanation durch die Bodenatmung (d. h. durch Fallen des Barometers und Insolation) sowie durch die saugende Wirkung der Winde in die atmosphärische Luft und zerfällt hier in die radioaktiven Niederschläge,

⁴⁾ 1 Curie ist die Emanationsmenge, welche mit 1 g Radium im Gleichgewicht ist.

von denen wegen der langsamen und strahlungslosen Umwandlung des Ra D im wesentlichen nur die Substanzen A, B und C in Betracht kommen. *Elster* und *Geitel* wiesen diese 1901 zuerst dadurch nach, daß sie dieselben auf einem zwei Stunden lang auf — 2000 Volt geladenen Drahte anreicherten. Bewirkte 1 m dieses Drahtes in ihrem Elektrometer einen Spannungsverlust von 1 Volt/Stunde, so setzten sie die Aktivierungszahl A gleich 1. Die Aktivierungszahl ist aber, selbst konstante Kapazität der Elektrometer vorausgesetzt, kein Maß für die Menge der in der Luft vorhandenen radioaktiven Substanzen, da die niedergeschlagene Menge von dem angelegten Potential, der Expositionszeit, der Windgeschwindigkeit (und überhaupt den meteorologischen Faktoren) abhängt. Zur ungefähren Umrechnung kann man die Angabe benutzen, daß im Durchschnitt dem Werte $A = 1$ eine Ra A-Menge von $0,5 \cdot 10^{-11}$ ESE/cm³ entspricht.

Wie aus den *Elster*- und *Geitel*'schen Versuchen folgt, verhalten sich die radioaktiven Substanzen in der Luft im wesentlichen wie positive Molionen. Ihre Geschwindigkeit beträgt nach Versuchen von *Gerdien* 0,000 01 bis 2,5 cm/sec. Volt/cm; dabei liegen aber die Mehrzahl der Werte zwischen 0,5—1,75 (vielleicht existiert noch eine zweite Häufungsstelle von 0,02 bis 0,2). Man kann sie deshalb ähnlich wie die Ionen in einem geeigneten Aspirator abfangen, wie dies zuerst von *Kohlrausch* und weiterhin auch von *Kurz* und *Heß* geschah. Nach Anbringung aller hierbei nötigen Korrekturen (auch der wegen Vereinigung eines Teils der Substanzen mit den negativen Ionen zu neutralen Teilen) ergibt sich im Mittel der vom Ra A unterhaltene Sättigungsstrom zu $23 \cdot 10^{-11}$ ESE/cm³. Die damit im radioaktiven Gleichgewicht befindliche Emanationsmenge ist unter Berücksichtigung ihrer verschiedenen ionisierenden Wirkungen $21 \cdot 10^{-11}$ ESE oder rund $80 \cdot 10^{-18}$ Curie/cm³.

Nun kann man ferner den Emanationsgehalt der Luft direkt bestimmen, indem man die Emanation in flüssiger Luft kondensiert und sie so anreichert; auf diese Weise erhielt *Eve* den Emanationsgehalt von 1 cm³ Luft zu $100 \cdot 10^{-18}$ Curie. Absorption der Emanation durch in flüssiger Luft gekühlte Kokosnußkohle ergab den Wert $80 \cdot 10^{-18}$ Curie/cm³. Diese beiden Werte stimmen recht gut mit dem aus dem Ra A-Gehalt berechneten Wert überein.

Wie zuerst *Bumstead* fand, sind außer den Zerfallsprodukten des Radiums auch die des Thors in der Luft enthalten. Der Thoranteil ist fast durchweg mit Hilfe der *Elster*- und *Geitel*'schen Drahtmethode bestimmt worden. Da aber das radioaktive Gleichgewicht der auf dem Draht angesammelten Produkte für Radium in $4\frac{1}{2}$, für Actinium in 6 und für Thor erst in 109 Stunden erreicht wird, und da ferner der Thoranteil mit wachsender Spannung abnimmt (etwa von 62 auf $2\frac{1}{2}$ %),

so ergaben sich bei den Versuchen sehr verschiedene Werte für den Thoranteil. Es kommt noch hinzu, daß das Verhältnis der Geschwindigkeiten von Ra A zum Th A, das im Mittel den Wert 3 : 1 hat, durch die meteorologischen Faktoren beeinflusst wird. Rechnet man alle Versuche um auf eine Expositionszeit, welche genügend gewesen wäre, um die maximal mögliche Menge von Thor A anzusammeln, so erhält man für den Thoranteil Werte von 2—11 % (hierin liegt noch der Einfluß der verschiedenen Spannungen). Im Mittel kann man den Anteil des Thors an der Ionisierung der Luft zu 8 % setzen.

Für die jährliche Periode des Gehaltes der Luft an radioaktiven Zerfallsprodukten liegt bis jetzt kein Material vor. Die tägliche Periode besitzt ein Hauptmaximum um 7 a. m., ein sekundäres um 4 p. m., ein Hauptminimum um 6 p. m. und ein sekundäres um $11\frac{1}{2}$ a. m., ist also doppelt und nähert sich etwa der des Potentialgefälles. Der Radiumgehalt ist groß an klaren sonnigen Tagen (wo auch der Thoranteil große Werte aufweist), bei fallendem Barometer und hoher Temperatur sowie auch bei Nebel; er hat kleine Werte nach Niederschlägen und bei großer Feuchtigkeit. Bestimmend für seine Größe sind in erster Linie die gute Bodendurchlässigkeit, weiterhin die Bodenatmung und die Reinheit der Luft (letztere durch ihren Einfluß auf die Geschwindigkeit).

Da die Emanation im Laufe der Zeit zerfällt, wird ihre Menge in höheren Luftschichten, wohin sie durch aufsteigende Luftströme transportiert wird, geringer sein. So wurde der Emanationsgehalt in Manila in geringer Meereshöhe zu $80 \cdot 10^{-18}$, auf einem 2460 m hohen Berge dagegen nur zu $9 \cdot 10^{-18}$ Curie/cm³ gefunden.

Die durch die Emanation pro cm³ und sec erzeugten Ionen ergeben sich zu $21 \cdot 10^{-11} : (4,65 \cdot 10^{-10}) = 0,45$. Die drei in der Luft befindlichen α -Strahler (Emanation, Ra A, Ra C) erzeugen (unter Berücksichtigung ihrer verschiedenen ionisierenden Wirkung) 3,2 mal mehr, also etwa $1\frac{1}{2}$ Ionen/cm³ . sec.

Wir müssen uns nun die Frage stellen, ob die aus der Bodenluft austretende Emanation den Zerfall der in der Atmosphäre befindlichen zu ersetzen vermag. Unter der Annahme, daß sich die radioaktive Emanation bis zu 10 km Höhe erstreckt und daß man nach den Ergebnissen der Versuche in Manila den mittleren Emanationsgehalt zu $20 \cdot 10^{-12}$ Curie/m³ setzen kann, würden sich in der über 1 m² Bodenfläche lastenden Luftsäule $20 \cdot 10^{-8}$ Curie befinden. Ist $\lambda = 2 \cdot 10^{-6}$ die Zerfallskonstante der Emanation, so zerfallen davon in jeder Sekunde und sind nachzuliefern $20 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 10^{-6} = 40 \cdot 10^{-14}$ Curie. Nach Versuchen von *Smith* in Dublin verlassen pro m² und Sekunde $75 \cdot 10^{-14}$ Curie Emanation den Boden und treten in die Atmosphäre über, was gut mit dem geforderten Werte übereinstimmt.

Bisher haben wir nur die ionisierende Wirkung der α -Strahlen in Betracht gezogen. Da-

neben vermögen natürlich auch noch die β - und γ -Strahlen einzuwirken. Nun wird die α -Strahlung schon von wenigen cm Luft, die β -Strahlung durch einige m Luft völlig absorbiert. Die γ -Strahlung wird dagegen erst durch eine Luftschicht von 1 km auf 1 % reduziert. An der ionisierenden Wirkung dieser durchdringenden Strahlung können sich deshalb auch die im Erdboden lagernden radioaktiven Substanzen beteiligen. Man bestimmt die ionisierende Wirkung der γ -Strahlung in luftdicht verschlossenen Gefäßen, die mit einem empfindlichen Elektrometer verbunden sind. Nach Abzug der Ionen, welche durch die von den in den Wänden befindlichen radioaktiven Substanzen ausgesandten Strahlen und die Sekundärstrahlen erzeugt werden, ergibt sich die von der durchdringenden Strahlung allein erzeugte Zahl von Ionen zu $3\text{--}4/\text{cm}^3\text{sec}^1$). Von diesen stammen, wie aus Versuchen über größeren Wasserflächen folgt (welche die aus dem Boden kommende Strahlung absorbieren), etwa $\frac{2}{3}$ aus irdischen, $\frac{1}{3}$ aus anderen Ionisierungsquellen.

Die irdischen Quellen der durchdringenden Strahlen sind die γ -Strahler der radioaktiven Substanzen, also das Ra C, das Mesothor II und das Thor D und Actinium D. Alle diese Substanzen befinden sich im Erdboden und (mit Ausnahme des Mesothor II) auch in der Luft; sie können sich ferner unter dem Einfluß des Erdfeldes an der Erdoberfläche ablagern. Wegen der starken Absorption der Erdschichten für die γ -Strahlen kommt der Hauptteil der durchdringenden Strahlung aus den obersten 10 bis 20 cm. Ihren Radiumgehalt kann man etwa zu $10\text{--}12$ g ansetzen. Die von diesen in der Nähe der Erdoberfläche erzeugte Ionisierungsstärke berechnet sich zu $0,48$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$. Die Wirkung des Thors und Actiniums läßt sich noch nicht genauer angeben, da die Evesche Zahl, d. h. die Zahl der pro cm^3 und sec von 1 g Thor im Gleichgewichtszustande mit seinen Zerfallsprodukten erzeugten Ionen nicht genau bekannt ist. Schätzungsweise kann man die Wirkung der sämtlichen Substanzen etwa auf das Dreifache des für Radium berechneten Wertes, also zu rund $1,5$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$ ansetzen. Die Ionisierungsstärke der in der Luft befindlichen Zerfallsprodukte des Radiums berechnet sich bei Annahme eines Emanationsgehaltes von $80 \cdot 10^{-18}$ Curie/ cm^3 zu $0,06$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$, die unter Berücksichtigung des Thoranteils etwa auf $0,1$ abzurunden ist. Die an der Erdoberfläche abgelagerten Substanzen würden selbst bei Annahme der günstigsten Verhältnisse nur $0,01$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$ liefern, eine Zahl, die zu vernachlässigen ist. Zusammen kann man also die Ionisierungsstärke der irdischen γ -Strahler zu $1,6$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$ annehmen, während experimentell der Wert $2\text{--}2,8$ gefunden wurde. Der noch fehlende Betrag wird einmal durch die an der Erdoberfläche erzeugte

Sekundärstrahlung, zum zweiten aber auch durch die im Erdboden sich ansammelnde, aus größeren, radiumreicheren Tiefen stammende Emanation gedeckt werden. Wir können deshalb sagen, daß die im Erdboden befindlichen Substanzen wenigstens der Größenordnung nach ausreichen, um die beobachtete durchdringende Strahlung zu liefern.

Neuere Versuche haben nun ergeben, daß die durchdringende Strahlung in den ersten 1000 m abnimmt, wie sich durch Absorption der von der Erde ausgehenden Strahlung leicht erklärt, daß sie dann aber mit weiter wachsender Höhe stark zunimmt. Die Zunahme der pro cm^3 und sec erzeugten Ionen beträgt in

2500	3500	4500	6000	9300	m Höhe
1	4	17	30	ca. 80	Ionen/ cm^3sec^1)

Über die außerirdische Quelle, welche auch Schwankungen zu unterliegen scheint, läßt sich noch nichts Näheres angeben. Die Sonne dürfte dafür nicht in Frage kommen, da nachts keine Änderung in der Größe der Strahlung beobachtet wurde. Diese außerirdische Strahlung muß sehr viel durchdringender als die irdische γ -Strahlung sein. Aus den angegebenen Werten berechnet sich ihr Absorptionskoeffizient zu $0,71 \cdot 10^{-5}$ (gegenüber $4,5 \cdot 10^{-5}$ für die bekannte γ -Strahlung). Unter der Annahme jenes Wertes würde ihre Ionisierungsstärke am Boden etwa $1,5$ Ionen betragen; sie würde also das oben erwähnte Drittel der am Erdboden beobachteten durchdringenden Strahlung liefern.

Es bleibt jetzt noch zu untersuchen, ob die radioaktiven Substanzen als Ionisatoren quantitativ zur Erklärung der Ionisierung der Atmosphäre ausreichen. Die Zahl q der in der Atmosphäre pro sec verschwindenden Ionen ist proportional dem Produkte der Zahl der Ionen mit entgegengesetztem Vorzeichen, also

$$q = \alpha \cdot n_+ \cdot n_- \sim \alpha \cdot n^2,$$

wo α der Wiedervereinigungskoeffizient ist, der im Mittel den Wert $2,1 \cdot 10^{-6}$ hat. Dann ergibt sich

$$q = 2,1 \cdot 10^{-6} \cdot 750^2 = 1,2.$$

Selbst unter Annahme des doppelten Wertes 1500 für die Ionenzahl würde q erst gleich 4,8 werden. Nun liefern die durchdringende Strahlung $3\text{--}4$, die radioaktiven Substanzen in der Luft $1,5$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$ (wozu noch 8 % Thoranteil kämen), zusammen also etwa $4,5$ Ionen/ $\text{cm}^3 \cdot \text{sec}$. Die radioaktiven Substanzen vermögen also vollständig die durch Wiedervereinigung in der Luft verschwindenden Ionen zu ersetzen und eine konstante Ionisierung aufrechtzuerhalten, zumal wenn man berücksichtigt, daß mit der Emanation aus dem Boden auch noch bereits in der Bodenschicht gebildete Ionen austreten.

Während die Ionisation der Atmosphäre

¹⁾ Vgl. dazu: K. Kähler, Die durchdringende Strahlung der Atmosphäre. Diese Zeitschrift 2. Jahrgang, S. 501, 1914.

¹⁾ Die Angaben über die durchdringende Strahlung sind z. T. einer noch nicht veröffentlichten Arbeit von Herrn Kohlhorster entnommen, die demnächst in den Verh. d. d. Physik. Ges. erscheinen wird.

durch die radioaktiven Substanzen erfolgt, sind für ihre Schwankungen im wesentlichen die meteorologischen Faktoren bestimmend. Alles, was die Bodenatmung und damit den Austritt der Emanation begünstigt, wie Fallen des Barometers, Sonnenstrahlung (und daher auch hohe Temperatur), ferner die saugende Wirkung der Winde, vergrößern die Ionisierung und die Leitfähigkeit und verkleinern dadurch das Potentialgefälle. Da aber Barometergang und Temperatur auch die Größe der auf- und absteigenden Luftströme und dadurch die Zahl der Staubkerne für die Kondensationsvorgänge beeinflussen, so kann dieser Zusammenhang nicht immer rein zutage treten. Verkleinernd wirken dagegen auf Leitfähigkeit und Ionisierung alle die Faktoren, welche die Umwandlung der gewöhnlichen in träge *Langevin*-Ionen begünstigen, wie starke Lufttrübung und große Feuchtigkeit. Die Bodenatmung erklärt vor allem die jährliche Periode; für den täglichen Verlauf und den Einfluß der meteorologischen Faktoren sind sowohl die Bodenatmung wie die Ionisierung verantwortlich zu machen. Bei den überaus komplizierten Verhältnissen kann man aber keinen einfachen Zusammenhang zwischen Lufterlektrizität und Meteorologie erwarten.

Zum Schluß bleibt noch die Frage zu beantworten, wodurch die positive Raumladung der Luft erzeugt und das Potentialgefälle trotz des vertikalen Leitungsstromes, welcher es auszugleichen strebt, erhalten bleibt. Daß dieser durch die Niederschlagselektrizität kompensiert wird, wie *Gerdien* seinerzeit annahm, ist mit den neueren Beobachtungen nicht mehr zu vereinbaren. Die von *Ebert* aufgestellte Theorie, welche bis jetzt am besten experimentell gestützt ist, knüpft an die von *Elster* und *Geitel* 1904 veröffentlichte Adsorptionstheorie an. Die Wolfenbütteler Forscher nahmen an, daß die negativen Ionen wegen ihrer größeren Beweglichkeit stärker von der Erde adsorbiert werden als die positiven und sie so lange negativ laden, bis die Anziehung auf die positiven Ionen den ersten Effekt gerade kompensiert. Die Kompensierung tritt aber so schnell ein, daß es nicht möglich ist, an einem isolierten im Felde aufgestellten Leiter eine Ladung nachzuweisen. Der geschilderte Prozeß kann aber erfolgen, wenn die Luft durch leitende Hohlräume strömt, in deren Innern kein Feld existieren kann; der Effekt hängt hier allerdings von der Strömungsgeschwindigkeit ab. *Ebert* wies nun durch Laboratoriums-Versuche nach, daß ionisierte Luft aus poröser Tonerde mit einem Überschuß positiver Ionen austritt. Dasselbe beobachtete man auch in den Erdkapillaren bei fallendem Barometer. Bei steigendem tritt zwar atmosphärische Luft zurück, da aber diese bedeutend ärmer an Ionen ist als die Bodenluft, so kann hierdurch keine Kompensierung des Effektes erfolgen. Bei Registrierungen im Boden fand er, daß unter bestimmten Verhält-

nissen 2,09 positive und 1,96 negative ESE pro Stunde austraten; das Verhältnis beider ist gleich 1,06. Bei Bedeckung der Austrittsöffnung mit Sand stiegen die Zahlen auf + 3,32 und - 2,99 und das Verhältnis beider auf 1,11. Namentlich der letztere Wert nähert sich dem in der Atmosphäre gefundenen von 1,13 sehr. Über dem Meere fällt die Bodenatmung natürlich fort. Nach dorthin erfolgt aber der Transport der Emanation durch den Wind, wie z. B. daraus hervorgeht, daß die Ionisierung mit wachsender Entfernung vom Festlande abnimmt. Schwerwiegender ist ein anderer von *Gerdien* erhobener Einwand: Der positive Überschuß befindet sich zunächst nur am Boden und kann nur durch vertikale Strömungen in die höheren Schichten, welche auch noch eine positive Raumladung aufweisen, transportiert werden. Nun war der positive Überschuß am Boden $5 \cdot 10^{-8}$ ESE/cm³. Bei einem aufsteigenden Luftstrom von 20 cm/sec würde ein Konvektionsstrom von $1 \cdot 10^{-6}$ ESE/cm² resultieren und dadurch der vertikale Leitungsstrom kompensiert werden. Vertikale Luftströme von 20 cm/sec dürften aber kaum ständig wehen. Es wäre indes zu berücksichtigen, daß die Raumladung der austretenden Bodenluft bedeutend größer als die der atmosphärischen ist. Genauere Zahlen liegen hierüber noch nicht vor; soviel kann man aber schon aus den Messungen schließen, daß man dann auf Werte für die Geschwindigkeit der aufsteigenden Luftströme geführt wird, welche sich durchaus mit den wirklichen Verhältnissen vereinbaren lassen.

Im allgemeinen besteht also Übereinstimmung zwischen den lufterlektrisch gemessenen Größen und den aus den beobachteten Mengen radioaktiver Substanzen berechneten Effekten. Um aber einwandfreie genauere Vergleiche zu ermöglichen, wären gleichzeitige Messungen, und zwar am besten Registrierungen, wünschenswert von Potentialgefälle, Leitfähigkeit, Ionisierung, Leitungsstrom; der aus dem Boden austretenden Emanation, Ionen und des positiven Ionenüberschusses; der in der Luft vorhandenen Emanation bzw. der radioaktiven Zerfallsprodukte und der durchdringenden Strahlung. Erst wenn alle diese Größen über einen längeren Zeitraum für einen Ort bestimmt sind, wird es möglich sein, einen exakten quantitativen Vergleich durchzuführen und die vollständige Bilanz des Elektrizitätshaushaltes der Atmosphäre aufzustellen.

Literatur.

Da eine Wiedergabe der außerordentlich zahlreichen Literatur an dieser Stelle unmöglich ist, seien nur die wichtigsten zusammenfassenden Darstellungen zitiert:

- A. Gockel, Die Lufterlektrizität, Leipzig, S. Hirzel, 1908.
- H. Mache u. E. v. Schweidler, Die atmosphärische Elektrizität, Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1909.
- K. Kähler, Lufterlektrizität. Sammlung Goeschen, Bd. 649, 1913.

Physiologie des Menschenwachstums¹⁾.

Von Ernst Gellhorn, Berlin.

Im neunzehnten Jahrhundert hat die spezielle Physiologie ein ungeheures Tatsachenmaterial gesammelt, so daß es heute keinem einzelnen Forscher mehr möglich ist, das Gesamtgebiet der Physiologie zu beherrschen. Das hierdurch bedingte Spezialistentum bringt natürlich gewisse Gefahren für die Weiterentwicklung der Physiologie mit sich, da ja allzu leicht bei detaillierter Kleinarbeit die großen Zusammenhänge übersehen werden und die Wissenschaft in ihren allgemeinsten Fragen nicht gefördert wird. Bei dem Interesse, das das Problem des Wachstums im allgemeinen und das menschliche Wachstum im besonderen beanspruchen darf, seien neuere Forschungsergebnisse in dieser Frage, die wir obiger Monographie entnehmen, im folgenden wiedergegeben.

Das Wachstum ist nicht unbedingt an die organische Welt gebunden, denn auch in der unbelebten Materie finden Wachstumsvorgänge statt. Gerade weil in der leblosen Substanz die Verhältnisse wesentlich einfacher liegen, wollen wir an ihnen nicht achtlos vorübergehen. „Gemeinsam ist allem Wachstum die Angliederung von chemisch gleichartiger Substanz.“ Dieser Satz ist von fundamentaler Bedeutung, denn es erhellt daraus, daß auch noch so große Energiemengen, die einem Organismus zugeführt werden, in diesem bei ungeeigneter chemischer Situation, d. h., wenn die notwendigen chemischen Bausteine teilweise fehlen oder nicht in molekularer Nähe der lebendigen Substanz sich befinden, kein Wachstum hervorrufen können.

Das Wachstum in der unbelebten Welt können wir in zwei Gruppen teilen, nämlich in das Wachstum von inhomogenen und homogenen Körpern. Erstere, zu denen z. B. die Erde gehört, wachsen durch Aufnahme des kosmischen Staubes. Die Geschwindigkeit des Wachstums ist proportional der Erdmasse; bei gleicher Dichtigkeit des kosmischen Staubes muß also die Wachstumsgeschwindigkeit zunehmen. Wie die Erde in ihrer Wachstumskraft durch das Wachstum selbst keine Abnahme erleidet, sondern eine solche nur durch Fehlen oder Verminderung von Materie innerhalb ihres Anziehungsbereiches eintritt, ebenso ist das Wachstum der organischen Substanz allein beschränkt durch Nahrungsmangel. So hat Ehrlich beweisen können, daß Krebszellen eine Geschwulst, die von der Erde bis zur Sonne reicht, hervorbringen können, ohne eine Verminderung der Wachstumskraft zu zeigen.

Homogene Substanzen, wie die Kristalle, zeigen gegenüber den inhomogenen Substanzen den Unterschied, daß letztere nur durch Anlagerung

gleichartiger Substanz zu wachsen vermögen. In einer übersättigten Lösung wird die gelöste Substanz durch den osmotischen Druck zu dem Kristall hingetrieben. Eine Abnahme der Wachstumskraft erfolgt hier ebenso wenig wie bei der organischen und inhomogenen anorganischen Substanz, solange noch genügend Nahrungsmaterial, in diesem Falle also gelöste Substanz zugegen ist. Das Wachstum sog. semipermeabler Membranen, wie sie z. B. gebildet werden, wenn man ein Kupfersulfatkristall in eine Ferrocyankalilösung wirft, zeigt weit mehr Analogien zum Wachstum der lebendigen Substanz. Es bildet sich auf diese Weise eine Ferrocyankupfermembran, in die Wasser hineindringt und so das Kupfersulfatkristall löst. Kann kein Ferrocyankupfer mehr gebildet werden, so ist das Wachstum erloschen. Bei diesen semipermeablen Membranen erfolgt das Wachstum durch Intussusception, d. h. durch Zwischenlagerung der neugebildeten Substanz im Gegensatz zum Kristallwachstum, das durch Apposition, d. i. Anlagerung zustande kommt. Ferner entsteht die neugebildete Substanz erst aus den Molekülen der Lösung infolge chemischer Affinität. Der Unterschied zwischen dem Wachstum der semipermeablen Membran und der lebendigen Substanz besteht darin, daß letztere über Fermente verfügt, die dauernd Substanz abbauen und wieder aufbauen.

Die Bausteine der lebendigen Substanz sind Salze, Eiweißkörper, Fette, Kohlehydrate und die Kernstoffe (Nucleinsäure). Als lebensnotwendige Elemente sind Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphor, Schwefel, Kalium, Calcium, Magnesium, Natrium, Chlor und Eisen zu nennen. Die Bedeutung des Kohlenstoffs in der lebendigen Substanz beruht auf seiner Fähigkeit, Ketten zu bilden. Außer der Nucleinsäure, die als Hauptkette die kolloidale Phosphorsäure besitzt, haben alle organischen Verbindungen Kohlenstoffketten, deren Länge bei den einzelnen Substanzen im übrigen sehr verschieden ist. Die Verbindung der einzelnen Kohlenstoffketten bildet im Molekül der Fette und Kohlenhydrate der Sauerstoff, im Eiweißmolekül der Stickstoff. Auf dieser Kettenbildung beruht das Wachstum der lebendigen Substanz. Von besonderer Bedeutung ist die Fähigkeit des Kohlenstoffes, in gleicher Weise sich mit elektropositiven und elektronegativen Ionen zu verbinden; denn durch sie ist die leichte Reduzierbarkeit der Kohlensäure zu Kohlenhydraten durch das Sonnenlicht und damit die Entstehung und das Wachstum alles Lebendigen überhaupt zu erklären.

Das Wachstum der lebendigen Substanz ist in hohem Grade von der Temperatur abhängig. So konnte Hertwig nachweisen, daß die Entwicklung von Froscheiern durch Erhöhung der Temperatur um 10° dreimal so schnell vor sich geht. Das Wachstum der lebendigen Substanz ist von der Menge der Wachstumsbausteine abhängig,

¹⁾ Bericht über H. Friedenthal, Allgemeine und spezielle Physiologie des Menschenwachstums. Berlin 1914, J. Springer. VI und 161 Seiten, 34 Textabbild. 3 Tafeln.

die infolge des vermehrten Zerfalls der lebendigen Substanz vermehrt wird. Denn nicht durch den direkten Aufbau der Nahrung nimmt die lebendige Substanz an Masse zu, sondern die Zerfallsprodukte der durch Assimilation der Nahrung gelieferten Reservestoffe sind das für das Wachstum erforderliche Baumaterial. Für den Stoffwechsel ist das Wachstum von großer Bedeutung. Werden doch die Zerfallsprodukte, die durch ihre Menge den Stoffwechsel hemmen würden, dadurch daß sie zum Aufbau der lebendigen Substanz verwendet werden, weggeschafft. Die Folge hiervon besteht einerseits darin, daß der Stoffwechsel gefördert und andererseits die Menge der lebendigen Substanz, die arbeitsfähig ist, vermehrt wird. So erklärt sich, daß ein arbeitendes Gewebe in erhöhtem Maße wächst. Vorbedingung für die Neubildung lebendiger Substanz ist aber die Dehnung der Kolloidmembranen durch Wasseraufnahme, die durch die Steigerung des osmotischen Druckes bei der Dissimilation bewirkt wird.

Das Licht ist zum Wachstum nicht unbedingt erforderlich, sind doch viele niedere Lebewesen bekannt, die bei völligem Lichtabschluß wachsen. Auch bei den chlorophyllhaltigen Pflanzen, bei denen es infolge der Assimilation der Kohlensäure eine so wichtige Rolle spielt, ist das Wachstum nicht an das Licht gebunden; denn bei Lichtabschluß wachsen diese Pflanzen, weil die Dissimilation überwiegt, schneller. Trotzdem ist das Licht eine Wachstumsbedingung, da die durch seine Mitwirkung gebildete Stärke die unumgänglich nötigen Wachstumsbausteine liefert.

Betrachten wir das Wachstum von energetischen Gesichtspunkten, so besteht zwischen dem Wachstum der Pflanzen und der Tiere ein wichtiger Unterschied. Während im Organismus der Pflanzen die Assimilation überwiegt, stehen im Tierkörper die Dissimilationsvorgänge im Vordergrund. Der tierische Körper ist nicht wie die chlorophyllhaltige Pflanze imstande, aus Wasser, Kohlensäure, Ammoniak und Salzen die Wachstumsbausteine aufzubauen, sondern er ist auf die Wachstumsarbeit der Pflanzen, die aus diesen einfachen Körpern die komplizierten Eiweißstoffe, Fette und Kohlenhydrate aufbauen, angewiesen. Deshalb kann die Tierwelt ohne Zunahme der Pflanzenwelt sich nicht vermehren. Die Wachstumsarbeit, die der tierische Organismus leistet, besteht im wesentlichen in der chemischen Zerkleinerung der Nahrungsstoffe, so daß ihre Resorption erfolgen kann, ferner in der Umwandlung dieser Stoffe in Reservestoffe. Schließlich werden diese an die Orte des Verbrauchs geschafft und dort in Wachstumsbausteine zerlegt.

Wachstum und Leben sind untrennbar miteinander verbunden. Dennoch spielt das Wachstum während des Lebens nicht immer dieselbe Rolle. Zum Anfange des Lebens ist der Wachstumsquotient, d. h. der Teil des Stoffwechsels, der dem Wachstum dient, fast gleich 1 und

nähert sich am Lebensende der 0, ohne diese jemals zu erreichen. Es sind zum Beispiel die Zellteilungen in der Keimschicht der Epidermis noch nach dem Tode nachweisbar. Die Abnahme des Wachstumsquotienten ist aber nicht so zu erklären, daß durch die Wachstumsfunktion die Wachstumsfähigkeit abnimmt, sondern sie ist vielmehr in einer chemischen Veränderung der lebendigen Substanz, die mit Verlust der Wachstumsfähigkeit verknüpft ist, in gewissen Fällen auch in Nahrungsmangel begründet.

Der lebende Organismus ist zusammengesetzt aus dem Protoplasma, den fibrillären Maschinenbestandteilen, den Reservestoffen und den Sektoren und Exkreten. Für das Wachstum kommt nur das Protoplasma in Betracht, das allein Enzyme zu bilden vermag. Die Zunahmegeschwindigkeit des Wachstums ist häufig der Masse der lebendigen Substanz proportional. Darum ist auch im Anfang des Lebens die Wachstumsgeschwindigkeit am größten; denn die Reservestoffe, die den größten Teil der Eizelle ausmachen, werden durch Enzyme in lebendige Substanz umgewandelt und so wird die Masse des Protoplasmas sehr schnell vermehrt. In späteren Entwicklungsstadien dagegen wird die aufgenommene Nahrung nur zum kleinsten Teil in wachstumsfähige Substanz, zum größten Teil aber in Maschinenbestandteile umgewandelt. Trotz ihrer hohen Bedeutung für den Organismus sind diese unfähig, zu wachsen; werden sie in irgendeiner Weise geschädigt, so kann die Regeneration nur von dem Protoplasma aus erfolgen. Die Faltung des Gewebes, die bei den Pflanzen nach außen, bei den Tieren nach innen stattfindet, hat in beiden Fällen den Grund, maximale Arbeitsfähigkeit der lebendigen Substanz zu ermöglichen. Durch die Ausbreitung der lebendigen Substanz an der Oberfläche der Blätter kann jede einzelne Zelle die Energie des Sonnenlichtes benutzen; es ist also die Assimilationsgröße der Gesamtoberfläche der Blätter annähernd proportional. In gleicher Weise hängt im tierischen Organismus die Leistung der Niere z. B. nicht von dem Gewicht des Organs ab, das ja zum Teil aus Gerüstsubstanzen besteht, sondern von der Gesamtoberfläche der Harn absondernden Nierenepithelien, die aus Protoplasma bestehen.

Die Wachstumsgeschwindigkeit erfährt im Laufe des Lebens eine Verminderung durch die Ausbildung der paraplasmatischen Maschinenbestandteile und durch Verwendung der aufgenommenen Nahrung zur Anhäufung von Reservestoffen. Ein Stillstand des Wachstums muß eintreten bei Fehlen der Wachstumsbausteine, sei es aus Mangel an dissimilatorischen Reizen, sei es aus Nahrungsmangel. Das Alter der Zelle hat mit seiner Wachstumsfähigkeit nichts zu tun; wenn Carcinomzellen bei alten Menschen ein ganz rapides Wachstum zeigen, so erklärt sich dies daraus, daß in Carcinomzellen die Menge der lebendigen Substanz und infolgedessen auch

die Masse der Wachstumbausteine durch die Tätigkeit der Enzyme erheblich vermehrt sind.

Im tierischen Organismus besitzen gewisse Organe, wie die Geschlechtsdrüsen, die Schilddrüse, die Drüse des Hirnanhangs u. a., einen sehr bemerkenswerten Einfluß auf das Wachstum. Diese Wirkung wird durch sogenannte Mitosone hervorgerufen, d. h. chemisch bisher meist nicht genauer zu definierende Substanzen, die auf dem Wege der Blutbahn weit entfernt liegende Organe in ihrem Wachstum beeinflussen können. Erwähnt seien hier nur der Einfluß der Kastration und der Transplantation von Hoden und Ovarien.

Einen bedeutenden Unterschied im Wachstum zeigen die beiden Geschlechter einer Art. Während beim Gorilla, den Seeröbben und einigen Huftieren die Männchen an Gewicht und Größe die Weibchen weit übertreffen, zeichnen sich letztere bei Raubvögeln, Fischen, Amphibien usw. durch größere Körpermasse aus. *Friedenthal* glaubt, daß trotz der Variabilität der Größenverhältnisse der beiden Geschlechter zueinander das Wachstum des männlichen Geschlechts stets durch beschleunigte Zellteilung charakterisiert ist. Er schließt dies aus der größeren Zahl der Spermatozoen gegenüber der Zahl der Eier und sieht auch in den sekundären männlichen Geschlechtscharakteren, wie z. B. der Mähne des Löwen, dem Geweih des Hirsches usw., den „morphologischen Ausdruck einer lokalen Beschleunigung der Zellteilung“. Die Beschleunigung der Zellteilung ist mit einer Verkleinerung der Zellen verknüpft, und aus dem Verhältnis der Zellgröße zur Menge der Zelle resultiert die jeweilige Größe des männlichen Individuums.

Die wichtigsten Reize außer den Mitosonen sind durch die Reize der Außenwelt gegeben, die bei den höheren Organismen durch das Zentralnervensystem in Bewegungen umgewandelt werden. Das Zentralnervensystem verdankt seine Differenzierung den Außenweltsreizen. Erst wenn sich das Protoplasma des Zentralnervensystems völlig in eine Fibrillenmaschine umgewandelt hat, bewirkt der Reiz kein Wachstum mehr, sondern wird in Bewegung transformiert. In ökonomischer Hinsicht arbeitet der Organismus im Zustande der ausgebildeten Fibrillenmaschinen vollkommen, er ist aber wegen des Mangels an lebendiger Substanz im Zentralnervensystem nicht mehr anpassungsfähig.

Für die Physiologie des Wachstums ist es von großer Bedeutung, das Wachstum von Tieren verschiedener Klassen von der Befruchtung der Eizelle und nicht von der Geburt an zu vergleichen, weil in letzterem Falle wegen der verschieden lange dauernden Tragzeit nicht gleich alte Tiere verglichen werden. Die in dieser Weise durchgeführten Untersuchungen ergaben einige Wachstumsregeln: „Die prozentische Zunahmegeschwindigkeit der Säugetiere sinkt

von den ersten Lebensstadien mit geringen Schwankungen durch die ganze Wachstumsperiode hin ab.“ Gleich große Tiere aus ganz verschiedenen Säugetierordnungen wachsen annähernd gleich rasch, wenn man gleiche Altersstufen vergleicht, wachsen dagegen ganz ungleich rasch, wenn man die Neugeborenen vergleicht. *Friedenthal* hält es nicht für möglich, allgemein gültige Wachstumsgesetze aufzustellen, da auch unter Berücksichtigung des gleichen Lebensalters und gleicher Oberfläche verschiedene Tiere ungleich an Masse zunehmen, besonders deshalb, weil ein verschieden großer Teil der Nahrung zur Neubildung lebendiger Substanz verwandt wird. Immerhin ist die Feststellung der Rohgewichtskurven von Wichtigkeit. Sie ergeben auch das interessante Resultat, daß die Wachstumskurven in verschiedenen Wirbeltierklassen verschieden sind, daß aber verwandte Tierklassen ähnliche Wachstumskurven ergeben.

Im speziellen Teil erörtert *Friedenthal* die Sonderform des menschlichen Wachstums. In bezug auf Einzelheiten muß auf das Buch selbst verwiesen werden, in dem Verfasser seine Ergebnisse durch zahlreiche Tabellen belegt. Es seien hier nur besonders interessante Daten wiedergegeben.

Das Gewicht der menschlichen Eizelle beträgt 0,000 004 g. Ein Mann von 80 kg Gewicht wiegt das 20 000-Millionenfache der Eizelle. Hieraus ergibt sich, daß mindestens 34 Zellgenerationen zu seinem Aufbau erforderlich sind. Die prozentische Zunahmegeschwindigkeit des Gewichts ist im Lebensanfang sehr groß und nimmt so schnell ab, daß die Zuwachskurve einer Parabel sehr ähnlich ist. Eine Betrachtung des Wachstums verschiedener Tiere vor der Geburt zeigt, daß die mittlere Wachstumsgeschwindigkeit mit der Länge der Tragzeit wächst. Sie beträgt bei der Maus 0,08 g pro Tag, beim Menschen 15 g, beim Elefanten 400 g pro Tag. Nach der Geburt wird beim Menschen häufig eine Abnahme von etwa 5 % festgestellt; das Geburtsgewicht pflegt der Säugling am 10. Tage nach der Geburt erreicht zu haben. Vergleicht man nun das Wachstum verschiedener Säuglinge, so fällt die individuelle Konstanz der absoluten Zunahmegeschwindigkeit, die für jeden Säugling charakteristisch ist, auf. In der Regel nehmen besonders schwere Säuglinge langsamer als solche mit normalem Gewicht zu. Die Zeit für die Verdoppelung ihres Gewichts beträgt bei ganz gesunden Säuglingen 115 bis 140 Tage. Wichtig wäre die Entscheidung der Frage, ob Säuglinge, die gleichviel an Gewicht zunehmen, die gleiche Nahrungsmenge aufnehmen oder ob die Ausnutzung der Milch zum Aufbau von Körpersubstanz bei verschiedenen Individuen variiert. Zur Feststellung der physiologischen Zunahme des Gewichts ist nötig, besonders gesunde Individuen auszuwählen und nicht die Mittelwerte, die aus größeren statistischen Erhebungen gewonnen sind,

zu berücksichtigen. Dann ergibt sich, daß der gesunde Säugling bis zum Ende des ersten Monats täglich 0,8 % seines Körpergewichts zunimmt. Am Ende des ersten Jahres ist die tägliche prozentische Zunahme des Gewichtes auf 0,07 % gesunken. Im zweiten Jahr beträgt die Gewichtszunahme 7 g pro Tag, insgesamt also 2,5 kg. In diesem Jahre erreichen häufig untergewichtige Kinder, die in gute hygienische Verhältnisse kommen, das normale Gewicht. Interessant sind die Gewichtsschwankungen infolge der Jahreszeit, die auch bei ganz gesunden Kindern vorkommen. Im Frühling wird oft eine bedeutende Gewichtsabnahme beobachtet, die die Gewichtszunahme des ganzen Jahres aufheben kann. Während das Geburtsgewicht der weiblichen Individuen nur um 200 g = 6 % des Körpergewichts hinter dem männlichen zurücksteht, beträgt die Gewichts Differenz der Geschlechter im 30. Lebensjahr 17 % des Körpergewichts. Die vermehrte Nahrungsaufnahme und Muskelarbeit des Mannes erklären die Gewichts Differenz vollkommen. Vergleicht man die Gewichtskurven von männlichen und weiblichen Individuen, so findet man, daß am Ende des 10. und 15. Lebensjahres Knaben und Mädchen gleich schwer sind; vom 16. Lebensjahr ab steht das Gewicht des Mannes dauernd an erster Stelle.

Beim Wachstum des Menschen unterscheidet *Friedenthal* zwei Typen. Die natürliche menschliche Wachstumskurve zeigt wie die der anthropoiden Affen die Erlangung der Geschlechtsreife beim männlichen Geschlecht im 17., beim weiblichen im 15. Lebensjahr; in den gleichen Jahren wird das maximale Körpergewicht erreicht und das Knochenwachstum beendet. Die Kulturschicht der Menschen erreicht dagegen erst nach dem dreißigsten Jahre das Maximalgewicht und bis zum fünfzigsten Jahr hat man eine Zunahme des Kopfvolumens konstatieren können. Dieser Kulturtyp findet sich am häufigsten bei der nordamerikanischen Jugend. In Deutschland wird die natürliche Wachstumskurve vorzugsweise beim weiblichen Geschlecht beobachtet.

Zur Feststellung des Längenwachstums ist für wissenschaftliche Zwecke das Wachstum der verschiedenen Körperteile in ihrem Verhältnis zueinander von großer Wichtigkeit. *Friedenthal* hat seinen Messungen ein neues Meßschema zugrunde gelegt. Als Grundmaß wird die Verbindungslinie des oberen Brustbeinendes mit dem Schamfugpunkt angenommen. Die Messungen von Embryonen ergaben, daß die individuelle Variationsbreite der Proportionen größer ist als die monatlichen Wachstumsverschiebungen, so daß die Messung einiger Proportionen von Föten eine genaue Altersangabe nicht ermöglicht. Die Vergleichung eines 60 g schweren Sudanesenfötus mit einem gleich schweren und vermutlich gleich alten Europäerfötus ergibt, daß bei einem Fötus von $3\frac{1}{2}$ Monaten, der keine Spuren von Pigment besitzt, die Rasseeigentümlichkeiten der Neger

völlig ausgesprochen sind. Der kurze Rumpf, der lange Schädel und die sehr langen Extremitäten unterscheiden den Negerfötus vom Europäerfötus ebenso wie den erwachsenen Europäer vom Neger. Diese Erfahrungen konnte *Friedenthal* auch an einem Papuafötus bestätigen. Hieraus kann man schließen, daß selbst Familieneigentümlichkeiten schon bei sehr jungen Embryonen nachweisbar sein können. Daß in manchen Fällen solche Merkmale erst relativ spät, z. B. in der Pubertät auftreten, läßt sich durch die Annahme der Erbllichkeit der Wachstumskurve erklären; denn „das Wachstum ist vor allem der Ausdruck der Beschaffenheit des Erbgutes, nur in besonderen Fällen ein Ausdruck der äußeren Wachstumsbedingungen“.

Für die Bestimmung des Alters eines Fötus ist besonders das Knochen-, Zahn- und Haarsystem zu untersuchen. So treten z. B. in der 6. Fötalwoche in den Kiefern Knochenkerne auf, es bildet sich die Zahnleiste, die später die Zahnkeime ausstülpt, und an den Augenbrauen werden Haaranlagen sichtbar.

Der absolute und prozentische Jahreszuwachs ermittelt die Geschwindigkeit des fötalen Längenwachstums. Nach einem Monat ist ein Menschenfötus 0,7 cm lang, nach 2 Monaten 2,5 cm; die monatliche Zunahme beträgt also 1,8 cm. Würde der Fötus diese Zunahmegeschwindigkeit beibehalten, so würde er in einem Jahre um $12 \times 1,8 = 21,6$ cm zunehmen; diese Größe ist der absolute Jahreszuwachs. Der Jahreszuwachs nimmt bis zum 5. Fötusmonat, wo er die Länge von 120 cm erreicht, zu, um von da ab bis auf 48 cm im letzten Fötalmonat zu sinken. Im ersten Monat nach der Geburt beträgt der Jahreszuwachs ebenfalls 48 cm; die Geburt hat also keinen Einfluß auf die Wachstumsgeschwindigkeit. Berechnet man den Jahreszuwachs in den Prozenten des Körpergewichts, so erhält man damit die Geschwindigkeit des Längenwachstums in der Zeiteinheit. Der prozentische Jahreszuwachs beträgt im 2. Fötalmonat 864 % und sinkt während des Fötallebens dauernd bis auf 95 % im letzten Fötalmonat; nach der Geburt beträgt er am Ende des ersten Monats 87,7 % und nimmt allmählich immer weiter ab. Am Ende des 12. Monats ist er gleich 16,2. Ebenso wie die prozentische Zunahme des Gewichtes gleicht auch die prozentische Zunahme der Länge einer Parabel. Der Jahreszuwachs des Körpergewichts menschlicher Föten nimmt von 24 g am Ende des zweiten Monats bis Ende des 8. Monats zu, wo es 10 560 g beträgt. Der prozentische Jahreszuwachs des Gewichtes beträgt am Ende des zweiten Fötalmonats 200 %, am Ende des vierten 1000 %, um von da ab dauernd abzunehmen. Bei der Geburt beträgt er nur noch 200 %. Diese Berechnungen, die an verschiedenen Tieren vorgenommen wurden, beweisen, daß das Wachstum des Lebens während der Fötalzeit denselben Gesetzen unterworfen ist, wie das Leben nach der Geburt. Die fötale Wachstumskurve des

Menschen stimmt mit der anderer Säugetiere weitgehend überein, so daß z. B. gleich alte Säugetiere, wie z. B. neugeborene Meerschweinchen dieselbe Wachstumsgeschwindigkeit besitzen wie menschliche Embryonen von gleichem Alter von der Befruchtung der Eizelle ab gerechnet.

Bei der Betrachtung des Längenwachstums im ersten Lebensjahr fällt die Schnelligkeit des Wachstums des männlichen Geschlechts im ersten Lebensjahr auf. Es erreicht die Länge von 74 cm, das weibliche Geschlecht dagegen nur 70,5 cm am Ende des ersten Jahres. Die Schnelligkeit des Wachstums beim männlichen Geschlecht findet auch in der sehr großen Zahl der Samenzellen, es werden nach *Poll* 340 Billionen gegenüber 100 000 Eizellen beim weiblichen Geschlecht gebildet, seinen Ausdruck.

Das Wachstum der männlichen Individuen, die eine Länge von 165 cm erreichen, nimmt bis zum 20. Jahre zu. Der absolute Jahreszuwachs, der von der Geburt an dauernd absinkt, erfährt in der Pubertät eine Steigerung und beträgt durchschnittlich 6 cm, also weniger als im sechsten Lebensjahr. Das Längenwachstum des weiblichen Geschlechts ist derart, daß bis zum 8. Lebensjahr die Geschlechter gleich lang sind, vom 9. bis 14. Jahr das weibliche Geschlecht sogar größer ist, von da ab aber hinter den männlichen Individuen zurückbleibt und mit 18 Jahren die maximale Körperlänge erreicht.

Die Geschwindigkeit des Längenwachstums, das in der Fötalzeit ein Maximum erreicht und von da ab dauernd abnimmt, und ebenso die Geschwindigkeit der Gewichtszunahme, die die gleichen Charakteristika wie die Kurve des Längenwachstums aufweist, erfährt in der Pubertätszeit eine Änderung derart, daß die Geschwindigkeit der Abnahme des Längenwachstums in diesen Jahren erheblich gehemmt oder aufgehoben wird, während die Geschwindigkeit der Massenzunahme sogar eine Beschleunigung erfährt.

Nachdem *Friedenthal* die Veränderungen der Proportionen des menschlichen Körpers während des Wachstums erörtert und auch auf die Bedeutung der Drüsen mit innerer Sekretion auf das Wachstum hingewiesen hat, werden Kurven über das Längenwachstum und die Gewichtszunahme verschiedener Rassen (schwarze Sudanesen, Japaner, Europäer) mitgeteilt, aus denen ersichtlich ist, daß die Wachstumsbeschleunigung durch die Pubertätszeit bei den Japanern mit 13 bis 15 Jahren, bei den Europäern mit 18 und 19, bei den sehr großen Sudanesen mit 20 bis 21 Jahren endet.

Erörterungen über die Proportionen von Riesen und Zwerggassen einer- und über die Proportionen von Menschenaffen und Säugetieren andererseits beschließen das Friedenthalsche Buch, auf dessen Lektüre jeder an der Biologie Interessierte hingewiesen sei.

Über neuere Saurierfunde aus Canada und deren geologische Position.

Von Dr. Karl L. Henning, Denver, Colo.

Die paläontologische Forschung hat während der letzten fünfzehn Jahre hochbedeutsame Fortschritte gemacht, die die Aufmerksamkeit auch der weitesten Kreise um so mehr erregt haben, als es sich bei der Zutageförderung von Resten einer längst ausgestorbenen Tierwelt um Lebewesen von nie geahnter Größe und Mannigfaltigkeit handelte.

Vor allem ist hier der Auffindung von Resten und von vollständigen Skeletten riesiger Saurier zu gedenken, die aus Schichten der Oberen Kreide am Flusse Tendaguru im Hinterlande von Lindi, Deutsch-Ostafrika, nach der Entdeckung durch *Sattler* (1907), durch *Fraas* und etwas später durch *Janensch* und *Hennig* (1909) gehoben wurden. Unser Wissen von den Reptilien der Kreidezeit ist durch diese Funde in hohem Grade bereichert worden, und *Fraas* hat uns dabei gelehrt, daß der größte Vertreter der Dinosaurier, dem er den Namen *Gigantosaurus* gab, der einzige sichere Repräsentant der reptilfüßigen Dinosaurier ist, der aus der Oberen Kreide bis jetzt bekannt wurde¹⁾.

Die Hauptfundstellen gewaltiger Saurier aber sind — bis jetzt wenigstens — aus dem nordwestlichen Nordamerika bekannt geworden. Dort hat man auf einer Strecke von über 2000 Meilen Länge, die sich vom Staat Colorado bis nach Canada am Ostabhang der Rocky Mountains hinzieht, schon im Jahre 1877 in der Nähe von Denver, in der heute zur Unteren Kreide gezählten Morrisonformation, Reste des riesenhaften *Atlantosaurus Marsh* gefunden, demzufolge die Morrisonformation auch als „Atlantosaurus beds“ bezeichnet wird. Einige Jahre später förderte man in den nordöstlichen Teilen der Freezeout Mountains in Wyoming, an einer Stelle, die deshalb den Namen „Bone Cabin“ erhielt, Reste von Sauriern zutage.

Das Jahr 1888 brachte der Paläontologie weitere Überraschungen, als *J. B. Hatcher* in Converse County, Wyoming, 25 Meilen nördlich vom Orte Lusk, eine Stelle traf, die eine Ausbeute von Resten und Skeletten bisher nicht bekannter Saurier lieferte, denen *Marsh* den Namen *Ceratopsidae* gab²⁾. Diese abenteuerlichen Tiere, unseren Nashörnern an Gestalt ähnlich, waren riesige Pflanzenfresser und waren mit zwei langen, nach vorn gerichteten Hörnern auf dem Schädeldach und einem kürzeren, medianen

¹⁾ *E. Fraas*, Ostafrikanische Dinosaurier, Stuttgart 1908. — Derselbe, Die ostafrikanischen Dinosaurier. Leipzig 1911. — *Branca*, Über die Saurier des Tendaguru. Naturw. Wochenschrift, Jahrg. 1911, S. 273.

²⁾ Auch in Sweetwater County, Wyo., wurden Reste von Ceratopsiden gehoben. Ferner am Judith River und Hell Creek in Montana, sowie im Distrikt des Red Deer River, Prov. Alberta, Canada.

Horn auf der Nase bewaffnet; außerdem waren sie mit einem eigenartigen, bisher nur ihrer Spezies zukommenden, den Nacken bedeckenden Knochenkragen bewehrt, der diesen Tieren ein äußerst schreckhaftes Aussehen verliehen haben muß. Ein horniger Schnabel und zweiwurzelige Zähne vervollständigten den bis zu 5 Fuß langen, mächtigen Schädel der Tiere, von denen bis jetzt eine größere Anzahl näher untersucht wurden¹⁾.

In konkordanter Lagerung setzt die Laramie auf der „Montana group“ auf, einem bis zu 4500 Fuß mächtigen, aus rotbraunen bis gelben, grobkörnigen Sandsteinen bestehenden Schichtenkomplex, in dem als Leitfossilien die weitverbreitete *Inoceramus* und Ammoniten häufig sind.

Während des Sommers 1903 haben *Hatcher* und *Stanton* in der *Region* des Judith River im nördlichen und zentralen Montana eingehende Studien über die in den sog. Judith River Beds



Fig. 1. Rekonstruktion des Triceratops. Nach *Hatcher* (Original von *Charles R. Knight* im Carnegie Museum zu Pittsburg).

Bevor ich indessen auf die neuesten Funde in Canada eingehe, seien einige geologisch-stratigraphische Erläuterungen vorausgeschickt.

Sämtliche Ceratopsidenfunde wurden aus Schichten der Oberen Kreide geborgen, als deren oberstes Glied die unter dem Namen Laramieschichten bekannte Bildung gilt. Die Laramie besteht aus einer Serie von schmutziggelben

auf tretende Fauna und Flora angestellt, bei welcher Gelegenheit ebenfalls Reste von Ceratopsiden gehoben wurden. Die Judith River Beds sind zum größten Teil Ablagerungen aus Süß- und Brackwassern und bestehen, bei einer Mächtigkeit von 300—400 Fuß, aus verschiedenfarbigen Tonen, Tonschiefern und Sandsteinen. Die Verfasser kommen in ihrer, die Geologie und Paläontologie der Judith River Beds behandelnden Monographie¹⁾ zu überaus wertvollen Schlußfolgerungen, deren Hauptsätze hier eine Stelle finden mögen.

Obgleich die in den Judith River Beds gefundenen faunalen Reste eine sehr große Verschiedenheit der einzelnen Spezies und Arten aufweisen, teilweise überhaupt noch unbestimmbar sind, kann dennoch gesagt werden, daß die vertebrierte Fauna dieser Bildung der in den Laramieschichten auftretenden in hohem Grade ähnlich



Fig. 2. Schädel von *Triceratops prorsus* Marsh (Gesichtsteil ergänzt).

und grauen Sandsteinen, zwischen denen Bänder dunkler Tone und Kohlenflöze wechsellagern. In hohem Grade fossilienführend, beherbergt sie eine reiche, terrestrische Vegetation, Land- und Süßwassermollusken sowie Reste von Fischen, Schildkröten und Reptilien.

¹⁾ The Ceratopsia, by *J. B. Hatcher*. Monograph 49, U. S. Geol. Surv. 1907, 300 S., 51 Taf.

¹⁾ U. S. Geol. Surv. Bulletin 257, 174 S., 1 Fig., 19 Taf. — Der Judith River entspringt aus 4 Quellen, dem Yogo Creek, Middle-, Lost- und South Fork am Ostabhang der Little Belt Mountains in Montana und ergießt sich, nach nördlichem Lauf, bei dem Orte Judith in den Missouri. Der Fluß hat seinen Namen nach einer Miß Judith Hancock aus Fincastle, Virginia, erhalten. Die östlich von den Little Belt Mountains liegenden Judith Mountains sind nach dem Flusse benannt, nicht umgekehrt. Die Gebirgskette bildet die östliche Flankierung der Rocky Mountains in Montana und wird durch ein breites, tiefes, vom Smith River durchflossenes Tal von den Big Belt Mountains getrennt. Als östliches Endglied der Rockies und zugleich als Verbindungsglied zwischen den beiden Belt-Ketten gilt Castle Mountain. — Vgl. *W. H. Weed*, Geology of the Little Belt Mountains in 20. Ann. Rep. Geol. Surv. Part. III, S. 257—581 und Folio 56 des Geol. Atlas.

ist. Fast alle Typen von Vertebraten der Laramieserie sind auch schon in den Judith Beds vorhanden, obgleich sie als Regel, in kleineren oder primitiveren Formen hier vorkommen. Indessen kontrastiert die Ähnlichkeit dieser Fauna mit jener der Laramieserie stark mit der großen Verschiedenheit zwischen den Vertretern der Judith River Beds und jener der Atlantosaurus Beds (Morrisonformation), dem nächst älteren Süßwasserhorizont dieser Region, der ebenfalls eine reiche Vertebratenfauna enthält. Die Dinosaurier waren die herrschenden Vertreter in den Zeiten der Bildung der Judith River Beds und bieten zugleich die sicherste Grundlage zu einem Vergleich der Fauna dieser Ablagerungen mit jener der Laramieschichten und jener des unter den Judithschichten lagernden Jura. Die große Gruppe der Sauropoden, die während des Schlusses der Juraperiode und des Anfangs der Kreide eine so bedeutende Rolle spielte, fehlt. Unter den Prädentaten sind die abenteuerlichen Stegosaurier, die während des Jura den Höhepunkt ihrer Entwicklung erreichen, fast völlig verschwunden und ihre Stelle wird von den auf allen Vieren wandelnden gehörnten Ceratopsiden und den bipeden Trachodontiden eingenommen. Kein zweifelloser Vertreter der Gruppe der Stegosaurier ist bestimmt in den Judith River Beds nachgewiesen. *Palaeoscinus magoder* gehört wahrscheinlich nicht zu den Stegosauriern, während *Stereocephalus* teilweise zu den Krokodilen, teilweise zu den Dinosauriern gehören mag. Die Trachodontiden hatten in den Judith-River-Zeiten bereits eine gewisse Diversität erreicht, waren aber weniger spezialisiert, wie durch die vier Zehen am Fuße des *Pteropelyx* und die Zahnfülle, die in den späteren Formen der Laramiezeit offenbar größer waren als in der Judith-River-Periode, bewiesen ist. Bei den Ceratopsiden tritt der Kontrast zwischen den Judith-River- und Laramieperioden noch schärfer hervor. Die Hauptunterschiede liegen im Schädel, besonders im Schädelbein und in der verhältnismäßigen Größe der supraorbitalen und frontalen Hornzapfen. In der Laramiezeit sind die supraorbitalen Hornzapfen viel größer als die nasalen und die letzteren sind gewöhnlich rudimentär, während in der Judith-River-Zeit gerade das umgekehrte Verhältnis herrscht. In der Laramiezeit sind die großen parietalen Fontanellen, die in den Judith River Beds gewöhnlich sind, nur in der einen, seltenen Art *Torosaurus* bekannt. Im allgemeinen ist die primitive Entwicklung, die die Ceratopsiden der Judith River Beds erkennen lassen, wenn man sie mit jenen der Laramieschichten vergleicht, besonders in der Kleinheit der Individuen, der weniger vollkommenen Ausbildung der Schädelarmatur und des unvollkommen entwickelten Schädelbeins ersichtlich. So weit sich bis jetzt erkennen läßt, sind die Theropoden der Laramie- und der Judith-River-Schichten in ihren einzelnen Formen einander ähnlich, ob-

gleich sie vielleicht genetische und spezifische Verschiedenheiten aufweisen.

Die lange Spanne Zeit, die zwischen dem Schlusse der Periode der Ablagerung der Atlantosaurus Beds und dem Anfange der Judith-River-Periode verfloß, war genügend, um eine vollständige Umwälzung in der Vertebratenfauna jener Region hervorzurufen, obgleich es feststeht, daß die meisten der späteren Formen von den früheren bestimmt abstammen. Als paläontologisches Gesetz läßt sich aber wohl aussprechen, daß die *Judith-River-Lebewesen von denen des Jura abstammen und gleichzeitig die direkten Vorläufer der Laramiefauna sind*. Ihre Beziehungen zu den ersteren sind keine engen und verschiedene Gruppen fehlen in der einen Schichtenserie, die in der anderen nachgewiesen sind.

Wenden wir uns von Montana nach Canada, so treten uns ähnliche geologische Verhältnisse entgegen, wie dort. Während der Jahre 1897, 1898, 1901, 1912 und 1913 hat die canadische geologische Survey im Distrikt des Red Deer River, Provinz Alberta, hochbedeutsame paläontologische Forschungen angestellt, von denen insbesondere jene des Sommers 1913 überaus reichliche Dinosaurierfunde zutage förderten. Die Ausgrabungen wurden von C. H. Sternberg von der paläontologischen Abteilung der Survey geleitet, der folgende Objekte nach Ottawa zu weiterer Behandlung sandte: das fast vollständig erhaltene Skelett mit prächtigem Schädel des fleischfressenden Dinosauriers *Deinodon*, der eine Gesamtlänge von 30 Fuß hatte. Ferner den größten Teil des Skeletts, mit über 5 Fuß langem Schädel eines pflanzenfressenden Dinosauriers (*Trachodon*), der wahrscheinlich eine neue Spezies darstellt; den größten Teil des Skeletts des herbivoren Dinosauriers *Monoclonius Lambe*, mit fast 5 Fuß langem Schädel; ein gut erhaltener, über 5 Fuß langer Schädel des gehörnten Dinosauriers *Centrosaurus apertus Lambe*; ein vorzüglich erhaltener, 5½ Fuß langer Schädel eines noch nicht näher bekannten Dinosauriers. Neben anderen, kleineren Resten von Dinosauriern und Resten von Invertebraten stieß Sternberg auf größere Areale mit Hautabdrücken von Sauriern, die eine große Verschiedenheit der epidermalen Charaktere aufwiesen. Bevor ich indessen auf eine nähere Schilderung der gefundenen Objekte auf Grund der vorliegenden wissenschaftlichen Literatur eingehe, seien einige erläuternde Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Topographie der Landschaft, durch die sowohl Red Deer, als auch Belly River fließen, trägt, insoweit die Provinz Alberta in Betracht kommt, einen ausgesprochenen Bad-Lands-Charakter. Das Landschaftsbild, von dem hier zwei Ansichten gegeben sind (Fig. 3, 4), ist zwar pittoresk, aber infolge des fast völligen Fehlens jeglicher Vegetation überaus eintönig und zu menschlichen Ansiedlungen

ungeeignet. Der geologische Bau des in Rede stehenden Gebietes ist einfach und besteht aus hellen und hellgrauen, weichen, tonigen, eisen-

schüssigen Sandsteinen, Tonen und Letten in einer gesamten Mächtigkeit von etwas über 900 Fuß. Die canadischen Geologen haben dieser Bil-



Fig. 3. „Bad Lands“-Landschaft, 3 Meilen südlich von Stezeville am Red Deer River,¹⁾ Prov. Alberta. — Orig.-Aufn. der Canadian Geological Survey.



Fig. 4. „Bad Lands“-Landschaft, 4 Meilen unterhalb Stezeville. — Orig.-Aufn. der Canadian Geological Survey.

¹⁾ Der Red Deer River entspringt am Kicking-Horn-Paß und mündet unterm 116° w. L. und 51° n. Br. in den Saskatchewan; der Belly River ent-

springt am Kaiser Peak, Mont., und vereinigt sich bei The Grand Forks mit dem von NW kommenden Bow River. Beide bilden in ihrer Vereinigung den South Saskatchewan.

dung den Namen *Belly River series* beigelegt; auf ihnen setzen die Pierre shales (graue oder bräunliche, bis schwarze Schieferletten und Sandsteine) und die Fox Hill-Sandsteine auf.

Über die definitive Zuteilung der Belly River series in eine der Unterabteilungen der Kreide ist zurzeit noch keine völlige Einigkeit erzielt. Während die canadischen Geologen sie in die Mittlere Kreide versetzen, ist *Hatcher* der unterschiedenen Ansicht, daß sie oberkretazisch ist.

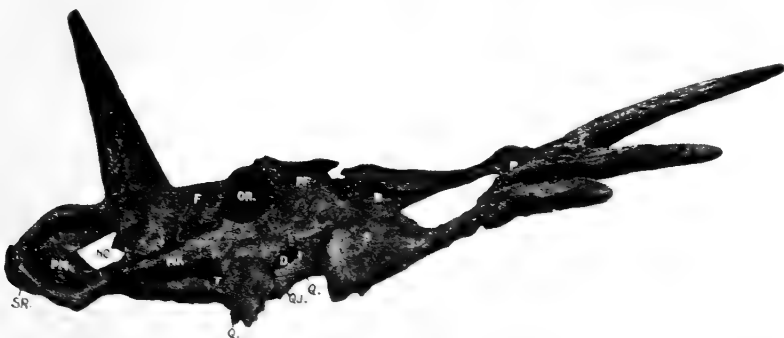


Fig. 5. Schädel von *Styracosaurus Albertensis* (von der Seite). — Nach *Lawr. M. Lambe*, „The Ottawa Naturalist“, Dezember 1913.

Es ist indessen hier nicht die Stelle, auf diese Streitfragen näher einzugehen, nur soviel sei erwähnt, daß die oberen Kreideschichten oder Laramie mit der Danien- und Maestrichtienstufe der europäischen Geologen identisch ist.

Während der Jahre 1897, 1898 und 1901 arbeitete *Lawrence M. Lambe*, Paläontologe der Survey, im Gebiet des Deer River. Die reichen Ergebnisse seiner Forschungen sind in einer größeren Monographie¹⁾ niedergelegt, aus der hier nur einige Stichproben gegeben werden können.

Wohl eines der bedeutendsten Ergebnisse von *Lambes* Arbeiten war die Auffindung von Rückenschilden mehrerer Flußschildkröten (*Trionychia*), deren älteste Vertreter man bis dahin nur aus der Kreide von Kansas gekannt hatte.

Von Dinosaurierresten fand *Lambe* Zähne eines Tieres, das *Leidy* bereits 1856 als *Deinodon* bezeichnet hatte, sowie einen stark zerstörten Schädel und Knochenreste dreier Ceratopsiden, *Monoclonius Dawsoni*, *M. Canadensis* und *M. Belli*, eine Gattung, die bereits in mehreren Spezies in den Judith River beds von Montana nachgewiesen wurde.

Die Funde des Jahres 1913 haben indessen unsere Kenntnis der Ceratopsiden sehr wesentlich erweitert. *Charles H. Sternberg* fand in der Belly-River-Formation am Red Deer River einen wohl erhaltenen Schädel, eingebettet in einer dicken Schicht hellgrauer, toniger Sandsteine, dessen Habitus insofern von jenen der bisher be-

kannten Ceratopsidenspezies abweicht, als er inzipiente, anstatt wohl entwickelter supraorbitaler Hornzapfen und kürzere squamosale und intraparietale Fontanellen von mäßiger Größe aufweist. Der neuen Tierspezies gab *Lambe* den Namen *Styracosaurus*¹⁾. Der Schädel des hier abgebildeten *S. Albertensis* (Fig. 5, 6) ist vor allem bemerkenswert wegen der Größe des nasalen Hornzapfens und dessen weiter Entfernung von dem akuten, rostralen Apex. Eine besondere, bis-

her an keiner Ceratopsidenspezies beobachtete Eigentümlichkeit sind die von dem „Knochen-



Fig. 6. Schädel von *Styracosaurus Albertensis* (von oben). — Ebenda.

¹⁾ Geol. Surv. of Canada: Contributions to Canadian palaeontology. vol. III. Part. II (1902). On vertebrata of the Mid-Cretaceous of the North West Territory. 1. Distinctive characters of the Mid-Cretaceous fauna by *H. F. Osborn*; 2. New genera and species from the Belly River series by *Lawrence M. Lambe*.

¹⁾ A new genus and species of Ceratopsia from the Belly River formation of Alberta by *L. M. Lambe*. — The Ottawa Naturalist vol. 27. December 1913.

kragen“ nach rückwärts gerichteten, sechs spießförmigen Fortsätze am hinteren Rande der vereinigten Parietalia. Die Gesamtlänge des Schädels ist 6 Fuß 1¼ Zoll, die größte Breite 4 Fuß 8½ Zoll. Von *Monoclonius Cope* unterscheidet sich *Styracosaurus* durch die Größe, die kleineren

die Hälfte der Rippen, das Becken, eine Hinterextremität mit Teil des Fußes und Hautabdrücke zwischen Femur und Basis des Schwanzes.

Was den Schädel des von *Lambe Chasmosaurus Belli* (Fig. 8) genannten Tieres betrifft, so zeigt dieser folgendes Gepräge: „Groß, breitreisichen-

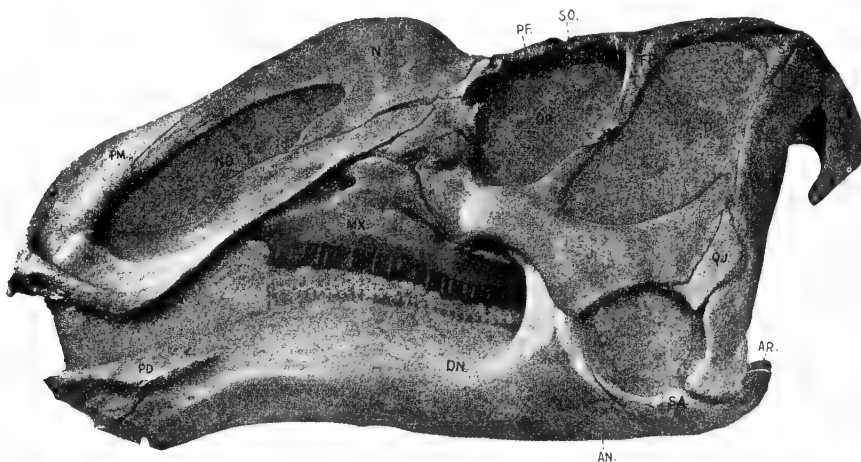


Fig. 7. Schädel von *Gryposaurus notabilis* (von der Seite). — Nach *Laur. M. Lambe*, „The Ottawa Naturalist“, Februar 1914.

Fontanellen des Kragens, die größeren Squamosale und das aufwärts (nicht rückwärts) gerichtete nasale Horn. „Es ist nicht möglich,“ sagt *Lambe*, „zu einem bestimmten Schluß hinsichtlich der genetischen und spezifischen Verwandtschaft mit *Monoclonius sphenoceros Cope* von Montana zu gelangen, und zwar wegen der fragmentären Erhaltung des Materials sowie auf Grund des kleineren Teils des vorhandenen Schädels. Die allgemeine Ähnlichkeit von *Copes* Stück, das die Nasalia, den nasalen Hornzapfen und die linke Prämaxilla einschließt, mit den entsprechenden Schädelteilen von *Styracosaurus Alb.*, läßt es wünschenswert erscheinen, die Montanaspezies zu *Styracosaurus* in Verbindung zu setzen, doch ist es möglich, daß die Spezies nicht dieselben sind.“ Weitere Nova aus der Belly-River-Serie sind Reste eines bisher unbekannten Trachodonten, dem *Lambe* den Namen *Gryposaurus notabilis* gab, und eines Ceratopsiden, der den Namen *Chasmosaurus Belli* erhalten hat, sowie das Auffinden von Hautabdrücken kretazischer, herbivorer Dinosaurier¹⁾. Der 5 Fuß 5 Zoll lange Schädel des *Gryposaurus notabilis* (Fig. 7) befand sich in tadellosem Zustand der Erhaltung; mit ihm zusammen wurden gefunden ca. 20 Fuß der Wirbelsäule, das meiste des dorsalen Bogens, ungefähr

kelig, wenn von oben gesehen; schmaler, kurzer Gesichtsteil und breite, weit ausladende Krone, die nach hinten geradlinig endet. Die zusammen-



Fig. 8. Schädel von *Chasmosaurus belli* (von oben). — Nach *dems.*, „The Ottawa Naturalist“, Februar 1914.

¹⁾ On the fore-limb of a carnivorous dinosaur from the Belly R. formation, and a new genus of Ceratopsia from the same horizon, with remarks on the integument of some cretaceous herbivorous dinosaurs. — On *Gryposaurus notabilis*, a new genus and species of trachodont dinosaur from the Belly R. form with a description of the skull of *Chasmosaurus Belli*, by *L. M. Lambe*. The Ottawa Naturalist. January, February 1914.

gewachsenen Parietalia bilden ein schwaches Rahmenwerk, große sub-triangular Fontanellen ein-

schließend. Squamosale sehr lang und schmal, mit ausgezacktem freiem Rand. Supraorbitale Hornzapfen klein, aufrecht. Supratemporale Fossae von mäßiger Größe. Kiefer kräftig. Zähne groß und vom Typus der Ceratopsiden. Körper bedeckt mit kleinen, plattenähnlichen und kleineren knötchenähnlichen Schuppen.“ Die Länge des Schädels ist gleich eineinhalbmal seine Breite.

Lambe betrachtet den *Chasmosaurus* als den „Vorläufer“ von *Torosaurus Marsh* aus den Laramieschichten Wyomings.

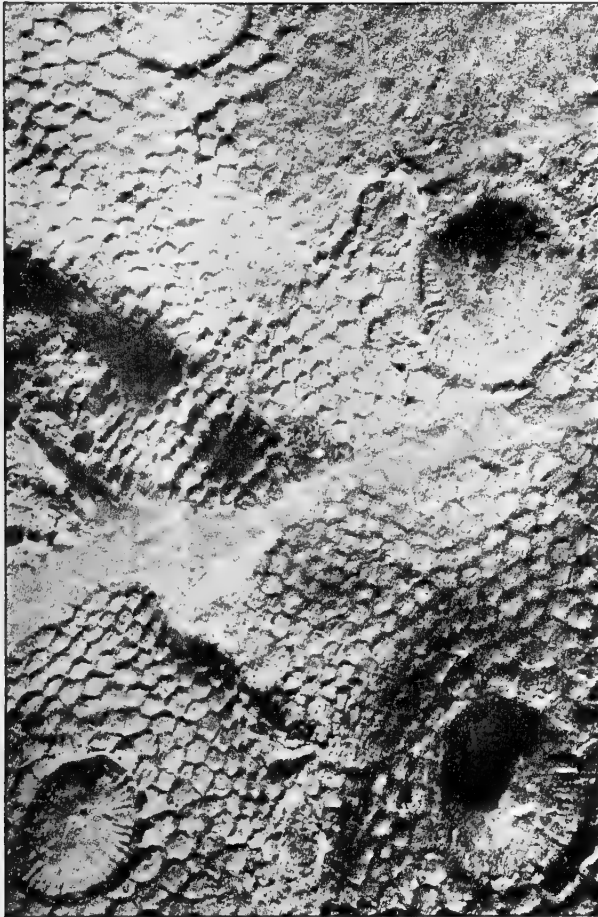


Fig. 9. Hautabdruck von *Gryposaurus*. — Nach Laur. M. Lambe, „The Ottawa Naturalist“, Januar 1914.

Eine Beschreibung des zur Gattung *Deinodon* gehörenden Dinosaurus kann hier vorläufig noch nicht gegeben werden, da die Reste des Tieres zurzeit noch der genaueren Untersuchung harren. Lambe hebt vorläufig nur die auffallende Kleinheit der vorderen Gliedmaßen hervor.

Eine Probe der Hautabdrücke von *Gryposaurus* (syn. *Protorosaurus Belli*) ist in Fig. 9 gegeben, in der die konkaven Höhlungen den warzenförmigen Hautwucherungen entsprechen.

Unwillkürlich drängt sich uns auch bei dieser kurzen Schilderung von Resten einer längst untergegangenen Tierwelt die Frage auf: welche Um-

stände waren es, die deren Untergang herbeiführten? Lassen wir die öfter gegebene, nicht ernst zu nehmende Erklärung, daß die Dinosaurier vor dem Beginne der Tertiärzeit deshalb verschwanden, weil sie durch stärkere oder höher begabte Säugetiere „aufgefressen“ wurden, oder daß die letzteren die Eier der Tiere „aufgefressen“ hätten, so daß sich keine Jungen mehr hätten entwickeln können, als völlig undiskutierbar beiseite, so können wir der Lösung dieser Frage im wissenschaftlichen Sinne nur nahe kommen, wenn wir die Veränderungen in Betracht ziehen, die die Erde am Schlusse der Kreidezeit und im Beginne des Tertiärs erlitt. Wir wissen, daß damals gewaltige Störungen die Erdrinde erschütterten, die besonders im Gebiet der Rocky Mountains überaus heftig waren: Hebung des Landes mit nachfolgenden Verwerfungen und Faltungen, Vulkanausbrüche und damit im Zusammenhang stehende orogenetische Massenbewegungen ließen das Kreidemeer zurückweichen und verschwinden, so daß den damals in jenen Gegenden lebenden Kolossen das Leben wohl recht „sauer“ werden mußte. Ferner müssen die Veränderungen im Klima von einer derartigen Wirkung auf die Lebensweise der Dinosaurier gewesen sein, daß sie sich ihm nicht mehr anpassen konnten und ihm demzufolge Tribut zahlen mußten. Endlich darf die enorme Größe dieser Tiere nicht außer Betracht gelassen werden, die zur Sättigung ihrer Riesenleiber Nahrungsmengen bedurften, die ihnen die Natur nicht mehr zu liefern imstande war. „Die Ceratopsiden und ihre nächsten Verwandten, die Trachodontiden, beide hochgradig spezialisierte Pflanzenfresser, waren unfähig, sich der stark veränderten Umwelt anzupassen — eben infolge ihrer Spezialisierung — und gingen infolgedessen zugrunde“¹⁾. Auch dürfte die Zahl der Vertreter dieser Tierkolosse während der Zeit ihres Erdenwandels keine allzu hohe Ziffer erreicht haben und die Entwicklung der einzelnen Tiere dürfte bis zum vollen ausgewachsenen Wohl mehr als das sprichwörtlich gewordene Methusalemalter in Anspruch genommen haben. Wird der Elefant doch über hundert Jahre alt; ein wie viel höheres Alter müssen deshalb ein *Atlantosaurus*, *Gigantosaurus*, *Deinodon* usw. erreicht haben!

Zum Schluß noch ein Wort über die eigenartigen Bildungen am Schädel der Ceratopsiden, die man als „Schutzmittel“ gegen Angriffe anderer Tiere bezeichnet hat. So naheliegend auch diese Annahme ist, dürfte sie doch kaum sehr stichhaltig sein, denn wir haben keine direkten Beweise dafür, daß die Ceratopsiden ihren Knochenkragen, ihre Hörner und — was die eigenartigen spießförmigen Gebilde am Schädel des *Styracosaurus* betrifft — „Stichwaffen“ als Abwehrmittel gegen Angriffe gebrauchten. Meiner bescheidenen Ansicht nach können sie ebensogut, und vielleicht noch in höherem Grade, als Abschreckungsmittel

¹⁾ Monogr. 49 U. S. Geol. Surv. S. 195.

gedient haben. Zur Zeit der Blüte der Dinosaurier gab es überdies noch keine „Raubtiere“, die ihnen schlankweg den Garaus hätten machen können, dagegen werden die abenteuerlichen Gestalten von Hausgröße und -länge auf das kleinere Getier entschieden abschreckend gewirkt haben, ebenso wie ja auch zahlreiche der heutigen Eidechsenarten mit ihren wunderlichen Hautgebilden, Kämme, Stacheln u. dgl. diese „Schutzmittel“ zur Abschreckung und nicht als „Verteidigungsmittel“ gebrauchen.

Besprechungen.

Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. IV. Lieferung. Jena, Gustav Fischer, 1913. Preis M. 5,—.

Die vierte Lieferung des Handbuches der Entomologie bringt zunächst den Schluß des 8. Kapitels von Band I, das die Geschlechtsorgane, die von *Deegener* bearbeitet sind, behandelt (cf. Besprechung von Lieferung I—III des Handbuches in Band I dieser Zeitschrift S. 1307). Auf dem Titel des Umschlages ist ebenso wie in Lieferung III das 8. Kapitel als Kapitel 7, Muskulatur und Endoskelett bezeichnet. Die Weiterführung von Band I mußte unterbrochen werden, weil von dem Bearbeiter der Fortsetzung seit über einem Jahre eine Nachricht nicht zu erlangen war. Doch sind inzwischen die fehlenden Kapitel anderweitig vergeben. Auch im Erscheinen des II. Bandes mußte eine Verzögerung durch Erkrankung eines Mitarbeiters eintreten, so daß diese Lieferung durch den Beginn des III. Bandes fortgeführt wird. Sie enthält von ihm die sechs ersten Kapitel, die alle von dem Wiener Entomologen *A. Handlirsch* bearbeitet sind. Das erste bringt in Anlehnung an *Carus'* Geschichte der Zoologie eine sehr gedrängte historische Übersicht der Entomologie mit besonderer Berücksichtigung der Entwicklung der Systematik. Das zweite behandelt die entomologische Literatur; die zwanzig Vorschläge zur Vermeidung der gerade hier zutage tretenden Übelstände sind nur zu begrüßen, wenn auch Referent glaubt, daß einer von ihnen, „die Hochschulen sollen nicht auf Drucklegung der Dissertationen bestehen“, aus anderen Gründen unannehmbar ist. Das 3. Kapitel behandelt auf 25 Seiten die entomologische Technik, für die es natürlich nur allgemein gehaltene Winke geben kann. Der Systematik sind das 4. und 5. Kapitel gewidmet. Ersteres bespricht die systematischen Grundbegriffe, letzteres Nomenklatur und Typen. Hierbei wendet sich der Verfasser in erfreulicher Weise gegen die übertriebene Gattungsspalterei, die jedem Nichtspezialisten die Arbeit unnütz erschwert. Sein Standpunkt zur Nomenklaturfrage ist durch folgende Sätze gekennzeichnet: „Nomenklatur ist nicht Selbstzweck, sondern nur ein Mittel der Verständigung in der Systematik und muß daher dieser letzteren stets untergeordnet bleiben bzw. sich den Bedürfnissen und dem jeweiligen Stande der Wissenschaft anpassen, ohne diese irgendwie in ihrer Weiterentwicklung zu beeinträchtigen. — Nicht durch die pedantische Anwendung des Buchstabens sollen wir zum Ziele gelangen, sondern durch sinngemäßen und vernünftigen Gebrauch der Regeln und Ratschläge.“ Die von ihm aufgestellten Regeln und Ratschläge für die zoologische Nomenklatur werden die uneingeschränkte Zustimmung der meisten Fachgenossen finden, wenn die Fanatiker der Priorität hier vielleicht auch etwas anders denken. Ebenso beherzigenswert sind *Handlirschs*

Anschaungen über die Typen und die Liste von Namen, die nicht mehr umgestoßen werden dürfen. Den Schluß der Lieferung macht das 6. Kapitel mit der Terminologie der für die Systematik wichtigsten Teile des Hautskeletts; die hierbei in aller Kürze gegebene Morphologie des Hautskelettes soll nur als Wegweiser für die folgenden Kapitel dienen. Die Ausstattung mit Abbildungen ist die gleiche wie bei den drei ersten Lieferungen, ebenso ist wieder jedem Kapitel ein ausführliches Literaturverzeichnis angehängt.

Arnold Japha, Halle a. S.

Russel, H., The Flea. The Cambridge Manuals of Science and Literature. London, Cambridge University Press, 1913. Preis 1 sh.

Der Verfasser will einen gemeinverständlichen Abriß unseres Wissens von den Flöhen geben, da eine zusammenfassende Bearbeitung dieser Ordnung in englischer Sprache noch aussteht und auch die deutsche von *Taschenberg* nicht mehr modern ist, dazu die Bedeutung der Flöhe für die Menschheit als Verbreiter der Pest erst in der letzten Zeit bekannt geworden ist. Fremdwörter sind nach Möglichkeit vermieden und, wo verwandt, erklärt.

Das Buch bringt den Stoff in folgender Verteilung: I. Einleitendes; II. Äußere Struktur des Flohes; III. Mundteile und Sinnesorgane; IV. Die inneren Organe; V. Der Menschenfloh und andere Arten; VI. Sandflöhe und Verwandte; VII. Flöhe und Pest; VIII. Ratten- und Fledermausflöhe. Darauf folgen als Anhänge eine Übersicht der wichtigsten systematischen Gruppen der Flöhe, eine Liste der Flöhe Großbritanniens, eine Anleitung zum Sammeln und Konservieren und das Literaturverzeichnis.

In der Einleitung wird die Ableitung der Flöhe von den Ringelwürmern und ursprünglichen Arthropoden und Insekten erwähnt, ihre Stellung im System kurz angedeutet und der Name Siphonaptera erklärt, sowie ein kurzer Abriß des morphologischen Entwicklungsganges gegeben. Es folgt Ökologie: Die Beziehungen der Flöhe zu ihren Wirten, der Übergang von einer Spezies auf eine andere, die geographische Verbreitung in ihrem Bedingtsein durch Wirtstier und Klima und die Verteilung auf die einzelnen Wirbeltiergruppen. Hier werden die Beobachtungen über das Saugen von Flöhen an Reptilien und Insekten angefügt, die die Möglichkeit eines höheren Alters der Ordnung erscheinen lassen, als wenn sie bloß auf Warmblüter angewiesen wäre. Ein Floh aus dem Bernstein gehört zu einer jetzt an Insektenfressern lebenden Gruppe.

Die Flöhe lassen sich einteilen in die echten Flöhe, die Sandflöhe und Fledermausflöhe.

Kapitel II. Die Chitinhülle wird in ihren genetischen Beziehungen zur Epidermis und als Skelett vorgestellt und dann eingehend besprochen, wobei die Verschiedenheiten in der Morphologie der einzelnen Gruppen hervorgehoben werden und die Funktion der beschriebenen Bildungen vielfach diskutiert wird. Hier geht der Autor nochmals genauer auf die verschiedenen Theorien über die Phylogenie der Flöhe ein und kommt als Resultat zu einem non liquet, damit leitet er geschickt zu einer kurzen Darstellung der Flohlarve über.

Kapitel III bespricht die Mundteile (ausgehend von der metameren Arthropodengliedmaße) und deren Anpassung an die Verschiedenheiten in der Lebensweise der Flöhe, ferner den Stechakt und die oft nach demselben beobachtete Defäkation. In diesem Kapitel findet sich auch die Besprechung der Sinnesorgane

und des Nervensystems. (Wenn hier eine Parallele zu den Wirbeltieren gezogen und das Bauchmark der Insekten nicht mit dem Rückenmark + Spinalganglien der Vertebraten verglichen wird, sondern einer Reihe von Gehirnen, so entspricht das wohl weder dem, was wir von der Physiologie noch was wir von der Morphologie der genannten Organe in den vergleichenden Gruppen wissen.) Die Zusammenziehung verschiedener Ganglien zum Gehirn und die vermutliche Zusammensetzung des Kopfes aus 4 (nur ?) Segmenten, entsprechend den 4 Paar Extremitäten, wird erwähnt. Auch hier wird überall die Funktion der Organe und ihre biologische Bedeutung belebend und erklärend herangezogen. Ferner finden hier die sexuellen Unterschiede im Bau des Hinterendes und die systematische Bedeutung dieser sekundären Sexualcharaktere ihre Erörterung.

In Kapitel IV folgen die innern Organe. Beim Darm wird besonders auf die Bedeutung des Kropfes als eines Ventils Wert gelegt, der das Zurückströmen von Inhalt aus dem Magen in den Vorderdarm unmöglich mache. (Siehe jedoch die neuere Arbeit von *Bacot und Martin Hof, Hygiene plague suppl III*, 1914.) Angaben über Speicheldrüsen, Harndrüsen, Tracheen, Herz, Sauerstoffversorgung und die Präparationsmethode (Lösung von Salz und Wasser als Präparationsmedium ist ein etwas allgemeiner Ausdruck) füllen den Rest des Kapitels.

Kapitel V bringt die geographische Verbreitung des Menschenflohes und die bedauerliche Tatsache, daß seine ursprüngliche Heimat nicht mehr zu ermitteln ist, sein Fehlen in der Sahara und den Haussa-Ländern und erwähnt eine besondere mexikanische Rasse, sonstige auf dem Menschen gefundene Flöhe werden genannt, die Unterschiede von Katzen- und Hundeflöhen gegeben und deutlich die Schleier von den Geheimnissen des Flohzirkus gelüftet.

Kapitel VI bespricht zunächst die morphologischen Charaktere der Sandflöhe, deren Beziehungen, besonders von Stirn- und Mundteilen zur Lebensweise, ferner die kolossale Ausdehnung des ♀-Hinterleibes und die Plage, die die Tiere darstellen. Der Rat, sich mit einem Messer und etwas antiseptischer Waschung zu helfen, wird den neueren Erfahrungen wohl nicht ganz gerecht.

Im Kapitel VII über Pest wird deren Bazillus, die verschiedenen Pestformen erwähnt und die Krankheit als Kampf des Organismus mit den Mikroorganismen gezeichnet, ferner der Pest der Nagetiere und ihrer Beziehung zur Menschenpest gedacht. Mit der Erwähnung dieser Beziehung im I. Buch *Samuelis* wird geschickt ein geschichtlicher Abschnitt über Pest und Pestforschung eingeleitet, an den sich zwanglos die neuen Anschauungen über die Bedeutung der Flöhe (*Simond und Vrybitzki*) und die Experimente besonders der indischen Pestkommission anschließen, aus denen sich ja. ergibt, daß Flöhe die Pest leicht übertragen. Von den Theorien über die Art der Übertragung neigt der Autor der durch die Faeces der saugenden Flöhe zu, wobei Kratzstellen oder der Stichkanal als Eingangspforte dienen. Doch bleibt er endlich bei einem non liquet stehen.

Merkwürdig sei, daß die Bazillen die Flöhe nicht schädigen (siehe jedoch *Bacot und Martin a. a. O.*).

Zum Schluß werden in Kapitel VIII Ratten und Mäuse und ihre Flöhe besprochen, außer den 5 häufigsten werden von den gelegentlichen Parasiten die wichtigsten genannt, die Bedingungen des Übergangs von Rattenflöhen auf den Menschen folgen. Endlich wer-

den die Fledermausflöhe in diesem Kapitel kurz besprochen.

Von den Anhängen ist besonders der über Fang und Konservierung ausführlich und sehr dankenswert.

Im ganzen dürfte das Buch seinen Zweck voll erfüllen, es bringt in gedrängter Form alles Wichtige über die Gruppe und ist belebt durch eingestreute Ausblicke auf weiterreichende Probleme der Entomologie und allgemeinen Biologie. Das Buch ist sehr zu empfehlen.
E. Martini, Hamburg.

Carpenter, G. H., The Life-History of Insects. The Cambridge Manuals of Science and Literature. London, Cambridge University Press, 1914. Preis 1 sh.

Kapitel I. Der Schmetterling wird als ein allbekanntes Beispiel der Metamorphose benutzt, um die wichtigsten Punkte der Insektenentwicklung vorzuführen, und die Verschiedenheit zwischen Raupe und Falter noch mehr durch Eingehen auf die Morphologie der einzelnen Teile hervorgehoben. Einige allgemeine Bemerkungen phylogenetischen Charakters über Ei-größe und Metamorphose und einiges Historische über die Auffassung derselben wird gegeben. Nach diesem Exposé beschäftigt sich das II. Kapitel mit Wachstum, Häutungen und den Gestaltsveränderungen. Daran anschließend werden die Umbildungen der Küchenschabe und der Heuschrecke im Laufe ihrer Entwicklung durchgegangen und besonders der Einfluß des Ausbildungsgrades der Flügel auf die Gesamterscheinung eines Stadiums (Instar) betont. Wenn letztere bei der Imago fehlen oder wenig entwickelt sind, sind die Unterschiede der einzelnen Stadien besonders gering.

Kapitel III bringt an der Hand des Artzyklus der Aphiden die Erscheinungen der Parthenogenese und des Generationswechsels. Die Cocciden geben ein Beispiel von sexuellem Dimorphismus, der sich auch auf die Metarmorphose erstreckt und die Metamorphose des Cocciden-♂ oder der Cicaden wird der der Lepidopteren parallelisiert. Kapitel IV bringt als weiteres Beispiel für Unterschiede zwischen Larve und Imago und für allmähliche Entwicklung die Wasserlarven, besonders die der Libellen mit 4 schönen Illustrationen der schlüpfenden Imago, und die der Eintagsfliegen. Das folgende wichtige Kapitel gibt zunächst die Begriffe der Ametabola, Hemimetabola und Holometabola und darauf werden anschließend an *Sharp* die Begriffe der Exopterygoten und Endopterygoten entwickelt. Ausgegangen wird von der Ähnlichkeit bei den Holometabola zwischen Imago und Puppe und der großen Verschiedenheit letzterer von der Larve. Wo kommen die langen Glieder plötzlich her. Sie waren schon eingesenkt angelegt. Das führt zur Beschreibung der Imaginalseiben, erst der Flügel, dann der übrigen Extremitäten bei den Schmetterlingen und andern Ordnungen. Nachdem dann kurz die Umbildung der kontinuierlich sich entwickelnden Organe Herz, Nervensystem und Genitalapparat gegeben ist, kommt der Autor auf die Neubildung des Darmes von imaginalseibenartigen Zellgruppen (Hinweis auf die Notwendigkeit infolge sehr verschiedener Ansprüche bei Larve und Imago) und die teilweise Einschmelzung der Muskulatur.

Dies Kapitel stellt so gewissermaßen einen ersten Knotenpunkt des Buches dar, zu dem die vorigen Kapitel hinleiten und von dem die nächsten ausgehen. Diese beschäftigen sich spezieller mit den Lebensbedingungen und Anpassungen im Larven- und Puppenstadium.

Das VI. Kapitel gibt Anpassungen im Larvenleben, wobei zuerst die Käferlarven vom campodeiformen Ausgangstypus bei Lauf- und Schwimmkäfern, durch die Ausgestaltungen bei Blatt- und Bockkäfern zum madenförmigen Typus bei den Borkenkäfern geleitet werden. Die Verschiedenheit der jungen und alten Meloïdenlarven wird eingehend gewürdigt. Dann kommen Raupen und Afterraupen an die Reihe und bei ersteren werden nützliche Einrichtungen noch spezielleren Charakters erwähnt, wie Behaarung, Schreckfarben und schützende Ähnlichkeiten sowie Lebensgewohnheiten, Gespinste und anderes. Die Schutzhüllen der Köcherfliegen schließen sich an.

Wiederanknüpfend an die Borkenkäfermaden werden die ähnlichen Larvenformen bei Zweiflüglern und Hautflüglern angeführt und der Vorteile gedacht, die ihnen die Auswahl des Brutplatzes durch die Mutter oder gar direkte Brutpflege bringt. Die Larven der Gallmücken Oestriden und Tachinen werden herangezogen und endlich bezüglich des Wasserlebens das in Kapitel IV Besprochene noch durch die Mäuseschwanzlarven, Culex, Chironomus und Simuliumlarven ergänzt.

Bei den Puppen wird zuerst die Unterscheidung zwischen liberae und obtectae gegeben. Dann der Cocon erwähnt und besprochen, wie die Tagfalterpuppen sich befestigen. Die Mandibeln der Köcherfliegenpuppen und deren Bedeutung sowie die Anpassung der aquatischen Dipterenpuppen füllen den Rest des Kapitels.

Im VIII. wird erst die Unterdrückung einzelner Stadien besprochen, so die des Imagostadiums bei den Gallmücken (Pädogenese). Parthenogenetische Eier von Zuckmückenpuppen werden erwähnt. Jüngere Stadien sind unterdrückt bei den lebendig gebärenden Blattlausgenerationen, das Ei häufig bei Sarcophaga, Tachina, Oestrus, fast das ganze Larvenstadium bei Glossina und Hippoboscen und das ganze bei Termitoxeniidae. Dann werden Beispiele von Überwintern in allen verschiedenen Stadien gebracht und die Begriffe einfache, mehrfache sowie mehrjährige Generation erklärt.

Im IX. Kapitel werden nochmals alle Fäden zusammengezogen zu einer phylogenetischen Besprechung der vorliegenden Probleme. Aus der Paläontologie wird die Ursprünglichkeit von exopterygoten Formen erschlossen, auch die Geographie bestätigte dies höhere Alter der Exopterygotenspezies. Die Anschauung, als ob die mehr wurmförmigen Larven ursprünglich sein könnten, wird abgelehnt, ebenso die eines ursprünglichen Charakters des Wasserlebens.

Im ganzen geht bei den Larven die Spezialisierung weiter als bei den Imagines, deren Gestalt wesentlich durch die Flügel bestimmt wird, letztere bieten ihre Vorteile für die Ausbreitung der Art. Die Sharpsche Theorie eines zweimaligen Flügelverlustes in der Phylogenie, eines exopterygoten und eines endopterygoten, wird abgelehnt und schließlich offen eingestanden, daß wir von einem phylogenetischen Verstehen der Flügelbildung weit entfernt sind.

Im Anhang wird eine moderne Klassifikation der Insekten, eine Aufzählung der geologischen Epochen und eine Bibliographie gegeben.

Auf kurzem Platz wird in diesem Werkchen ein sehr reiches Material besprochen und das in der leichtest verständlichen Form und übersichtlichsten Weise. Wenn sich natürlich zu einem so kleinen (134 Seiten) Büchlein auch noch viel hinzufügen ließe, so kann man die getroffene Auswahl doch nur bewundern.

Sehr angenehm berührt auch die gründliche Vertrautheit des Autors mit der nicht englisch-sprachlichen Literatur. Das Buch stellt sich als eine sehr empfehlenswerte Einführung in die Entomobiologie dar.

E. Martini, Hamburg.

v. Wasiliewski, **Pathogene tierische Parasiten (Protozoen, Würmer, Gliederfüßer)**. Handbuch der Hygiene von Rubner-Gruber-Ficker. III. Bd., III. Abteilung. VII, 392 S., 192 Abbildungen und 32 farbige Tafeln. Preis geh. M. 24,—, geb. M. 27,—.

Dem bereits durch eine Reihe guter Abhandlungen aus dem Gebiet der Hygiene vorzüglich eingeführten Handbuch der Hygiene gliedert v. Wasiliewski mit seiner Darstellung der pathogenen tierischen Parasiten einen wertvollen Band an.

In seiner Beschränkung auf das für den Mediziner und Hygieniker Wichtige, in seiner klaren, einfachen und das Wesentliche erschöpfenden Darstellung bildet die Arbeit v. W.s eine ausgezeichnete Einführung in dieses neue, für den Mediziner täglich wichtiger werdende Gebiet. v. W. betont mit Recht, daß die Zeiten vorbei sind, in denen die Lehre von den tierischen Parasiten nur ein wenig bedeutungsvolles Anhängsel der mächtig emporgeblühten, erfolgreichen Bakteriologie war und auf wenigen Seiten in den hygienischen Handbüchern abgehandelt werden konnte. Heute befruchtet die Erforschung der tierischen Parasiten und der durch sie erzeugten Krankheiten bereits in großem Umfange die allgemeine Mikrobiologie und die allgemeine Medizin.

Der Inhalt des stattlichen Bandes kann hier nur angedeutet werden. In der *Einleitung* bringt v. W. eine allgemeine Einteilung der tierischen Parasiten und schickt äußerst instruktive allgemeine Bemerkungen über die pathogene Bedeutung der tierischen Parasiten, über die Bekämpfung der durch sie erzeugten Krankheiten voraus.

In der sich anschließenden *allgemeinen Darstellung* der morphologischen und biologischen Eigenschaften der parasitischen Protozoen, in der Kennzeichnung ihrer Stellung zum Wirtsorganismus gewinnt v. W. durch eine gewissermaßen teleologische Darstellung einen didaktisch äußerst wirksamen Standpunkt, der seine Ausführungen auch für den Laien, d. h. Nicht-Zoologen restlos verständlich macht. In dieser, nur das Wesentliche und Feststehende berücksichtigenden Darstellung möchte ich einen der wichtigsten Vorzüge des Werkes sehen. Die eindringliche Klarheit der Darstellung wird noch unterstützt durch die zahlreichen sozusagen Schritt für Schritt den Text erläuternden und beweisenden guten Abbildungen. Wohltuend und gerade für den lesenden Mediziner nützlich ist die weise Zurückhaltung des Verfassers gegenüber den oft weitgehenden Hypothesen, die von zoologischer Seite aus Einzelbeobachtungen auf dem bezeichneten Gebiete gezogen werden. Im Sinne dieser Zurückhaltung liegt es auch, wenn v. W. bei der älteren Einteilung der schmarotzenden Einzeltiere (in Mastigophoren, Sarcodinen, Sporozoen und Ciliophoren) bleibt. Den Spirochäten, die manche ohne weiteres den Protozoen zurechnen, gibt er aus dem gleichen Grunde eine unbestimmte Zwischenstellung zwischen pflanzlichen und tierischen Einzellebewesen.

Aus dem *speziellen Teil* sei auf die knappe, treffende Umreißen der geschichtlichen Daten zu Beginn eines jeden Abschnittes hingewiesen. Ferner auf die z. T. ausgezeichneten Bilder, die den Text begleiten oder in einer für den Leser sehr angenehmen Form

als Beiheft beigegeben sind. Hinsichtlich sachlicher Einzelheiten sei nur erwähnt, daß v. W. die geistreiche Hypothese *Schaudinn's* von den engen Beziehungen zwischen den endozellulären Sporozoen zu den Blutflagellaten nicht ohne weiteres als bewiesen ansieht. v. W. beschränkt sich im wesentlichen auf die Schilderung der für den Menschen bedeutungsvollen Parasiten und zieht die Erfahrungen am Tiere nur insoweit heran, als sie für das Verständnis der menschlichen Infektionen unumgänglich notwendig sind.

Die mannigfachen Schwierigkeiten, die sich aus dem Umstande ergeben, daß auf so vielen Gebieten (z. B. in der Kala-Azar-Frage, in der brasilianischen Schizotrypanose u. a.) noch so viele Unklarheiten herrschen, umgeht v. W. durch scharfe Trennung des Feststehenden von dem Vermuteten sehr geschickt und verrät in dieser reinlichen Scheidung den die Tatsachen beherrschenden, ausgezeichneten Kenner der tierischen Protisten. Das für eine Lehrdarstellung so schwierige, weil noch so sehr verwirrte Gebiet der pathogenen Rhizopoden (Amöben) hat v. W. ebenfalls recht klar herausgearbeitet.

Aus dem Malariakapitel ist hervorzuheben, daß v. W. die Anschauung *Schaudinn's*, die Rückfälle erklärten sich aus einer parthenogenetischen Entwicklung von Makrogameten, ablehnt und mehr dazu neigt, eine Schizogonie zurückgebliebener, einzelner Schizonten anzunehmen. Die Richtlinien in der Bekämpfung der Malaria sind unter Fernhaltung von einer dogmatisch einseitigen Richtung in straffer Darstellung gegeben.

Der Schilderung der parasitischen Protozoen schließt v. W. einige beherzigenswerte Bemerkungen über die systematische Stellung der Spirochäten, der Chlamydozoen und der sonstigen filtrierbaren Virusarten an.

Den schmarotzenden Würmern gilt ein weiterer, ebenfalls durch zahlreiche gute Abbildungen belebter Teil des Werkes. Wir finden in diesem Abschnitt auch die neuesten Feststellungen, soweit sie ernsthafte Beachtung verdienen, berücksichtigt. Ich verweise z. B. auf die Erörterungen über die Beziehungen der Rundwürmer zu Geschwulstbildungen. Etwas knapp ausgefallen ist das Kapitel der Filariosen.

Ein letztes Kapitel aus der Feder v. *Schuckmann's* behandelt die *Gliederfüßer*, soweit sie entweder unmittelbar oder mittelbar, d. h. als Überträger von Infektionserregern Bedeutung für die menschliche Pathologie haben. Auch hier ist mit zahlreichen guten Abbildungen nicht gespart.

So vereinigt der III. Band des Rubner-Gruber-Fickerschen Handbuches eine Summe von Abhandlungen, die hervorragend geeignet sind, den Hygieniker und Mediziner über das Gebiet der tierischen Parasiten des Menschen zu unterrichten, die Kenntnisse eines von Tag zu Tag bedeutsameren Gebietes in weitere Kreise zu verbreiten und für die Bekämpfung der von diesen Parasiten erzeugten Krankheiten zuverlässige Grundlagen zu schaffen. *Paul H. Römer, Greifswald.*

Göldi, Emil A., Die sanitär-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere, namentlich als Krankheits-Erreger und Krankheits-Überträger. Zyklus von Vorlesungen. Berlin, R. Friedländer & Sohn, 1913. 155 S. und 178 Figuren. Preis M. 9,—.

Es gab bisher kein modernes Buch, das die pathologische Bedeutung der Insekten im Zusammenhang behandelte. Das vorliegende, das außer den Insekten

noch die anderen luftatmenden Gliedertiere berücksichtigt, zerfällt in drei Kapitel. Das erste gibt in 19 Seiten eine Übersicht über die stechenden, beißen- und brennenden Insekten usw., von denen die letzteren, besonders die Brennhaarraupen Brasiliens, die Verfasser aus seinen eigenen Beobachtungen kennt, ausführlicher berücksichtigt sind. Das zweite Kapitel — parasitische Insekten und Gliedertiere — nimmt mit fast 100 Seiten den Hauptteil des Buches ein. Hier finden wir endlich einmal eine gute Zusammenstellung der gelegentlichen Blutsauger, die in den parasitologischen Büchern nicht berücksichtigt werden, obenan die Dipteren, deren verschiedene blutsaugende Gruppen (Culiciden, Tabaniden, Musciden, Simuliiden, Chironomiden, Psychodiden und Pupiparen) biologisch und anatomisch gut dargestellt werden. Diesen folgen die Flöhe, Läuse und Wanzen und diesen die zahlreichen blutsaugenden Zecken und Milben. Den Schluß machen die Östriden und Musciden, deren Larven regelmäßige oder gelegentliche Parasiten sind. Das dritte Kapitel bespricht kurz die Insekten und anderen Gliedertiere als Krankheitsüberträger, wobei die Krankheitserreger selbst natürlich nur nebenbei behandelt werden konnten. Der Text ist durch sehr zahlreiche Abbildungen unterstützt, von denen einige aber in keinem engen Zusammenhang mit ihm stehen. Angaben über die zitierte Literatur würden wohl manchem Leser erwünscht sein.

Arnold Japha, Halle a. S.

Parsons, H. Franklin, Isolation Hospitals. London, Cambridge University Press, 1914. 275 S., zahlreiche Skizzen und Textbilder. Preis 12 sh. 6 p.

Das Buch erscheint als ein Band der „*Cambridge Public Health Series*“, die von *Graham-Smith* und *Purvis* herausgegeben ist. Es ist nicht nur für Ärzte und Hygieniker, sondern auch für Lokal-Verwaltungsbehörden, Baumeister, Ingenieure u. a. geschrieben und enthält die für den Bau und die Einrichtung von Isolier-Hospitälern wichtigsten Informationen unter fast einseitiger Berücksichtigung der englischen Literatur und englischer Erfahrungen. Immerhin gibt das reichlich illustrierte Buch einen guten Einblick in die englischen Verhältnisse und Anschauungen über die Notwendigkeit der Isolierung bei den verschiedensten Infektionskrankheiten. Die hohen Kosten der Isolier-Hospitäler, über die oft geklagt wird, dürfen nicht vom Bau von I.-H. abhalten. — Einige der wichtigsten Typen, z. B. *Pockenhospital*, werden beschrieben. Ein besonderes Kapitel ist den *Tuberkulose-Sanatorien* gewidmet. Auch die *Freiluftbehandlung* ist besprochen. Einzelheiten müssen im Original nachgelesen werden. *Mühlens, Hamburg.*

Kleine Mitteilungen.

Buders Untersuchungen über das *Chloronium mirabile* (*Ber. d. D. Bot. Ges.* 1913, Bd. 31, p. 80) machen mit einer neuen Art der Symbiose bekannt, bei der sich einzellige Organismen offenbar verschiedener Species zu einer morphologischen Einheit zusammen-tun: um eine farblose zentrale Zelle liegen zahlreiche rundliche (0,75 μ Durchmesser) oder stäbchenähnliche grüne Zellen (bis 2 μ lang). Die zentrale ist polar begeißelt, die peripherischen sind geißellos. Die Komponenten beider Art sind Bakterien. Welcher Art die physiologischen Beziehungen sein mögen, welche die

Symbionten miteinander unterhalten, vermag Verfasser vorläufig nur vermutungsweise zu diskutieren. Da die grünen Lebewesen Chlorophyll enthalten, liegt es nahe, ihnen eine ähnliche Bedeutung beizumessen, wie sie die Algenzellen für die Flechte haben. Doch sind auch noch andere Möglichkeiten zu berücksichtigen: vielleicht sind die grünen Zellen für den zentralen farblosen Symbionten dadurch wertvoll, daß sie bei der Assimilation freien Sauerstoff liefern; *Buder* findet die Chloronien an Lokalitäten, an welchen nur sehr geringe Sauerstofftension sich erwarten läßt, so daß die Annahme sich aufdrängt, daß die grünen Symbionten den farblosen durch O-Produktion die Existenz ermöglichen. Bei plötzlicher starker Beleuchtung führen die Chloronien Schreckbewegungen aus; diese sind deswegen von besonderem Interesse, weil farblosen Bakterien, so weit wir bisher wissen, die Fähigkeit zur Perzeption von Lichtreizen abgeht; *Buder* erörtert die Möglichkeit, daß der von den grünen Symbionten bei Belichtung gelieferte Sauerstoff es ist, der die Bewegung des farblosen veranlaßt, daß also die Photokinesis des ganzen Konsortiums auf Chemokinesis des zentralen Symbionten zurückzuführen sei. Übrigens sind die beiden Partner der Symbiose insofern recht unabhängig voneinander, als die grünen Zellen dauernd, die farblosen wenigstens zeitweilig isoliert voneinander leben können. Farblose Zellen, die nur mit einer oder mit wenigen grünen Zellen vereinigt waren, wurden wiederholt gefunden. — Verfasser hat in den verschiedensten Wasserproben Chloronien gefunden; es darf gefolgert werden, daß diese weit verbreitet sind. In der Tat sind Chloronien auch einem anderen Forscher bereits begegnet, dessen Beobachtungen mit einer Reihe von Abwandlungen der beschriebenen Symbioseform bekannt machen. *A. Pascher* (Über Symbiosen von Spaltpilzen und Flagellaten mit Blaualgen, *Ber. d. D. Bot. Ges.* 1914, Bd. 52, II. 5, p. 339) fand assimilationsfähige Einzeller, die mit Bestimmtheit als Blaualgen erkannt werden konnten, in symbiotischer Vereinigung mit Bakterien (unbeweglichen Stäbchen oder begeißelten Spirillen) oder einer farblosen Monade (*Oikomonas*). Bei sämtlichen Symbiosen dieser Art — Verfasser schlägt für sie den Terminus *Syncyanosen* (Bakterio- und Monadosyncyanosen) vor — sind die Algenzellen der Gallerthülle des anderen Symbionten auf- oder eingelagert. In diesem Punkte erinnern die neuen Symbioseformen an andere, längst bekannte Fälle, in welchen höhere Cyanophyceen der Gallert irgendwelcher anderer Organismen eingelagert sind. Ebenso wenig wie bei vielen Verbindungen liegt nun, wie *Pascher* mit Recht hervorhebt, auch den neuen *Syncyanosen* gegenüber keine Nötigung vor, die Symbiose unbedingt als eine mutualistische aufzufassen. Auch bei diesen ist der gallertbewohnende Partner vielleicht als harmloser Parasit, nicht als ein für den farblosen Symbionten wertvoller Lebensgefährte anzusprechen.

K.

Der „Mythus“ von der Mutationstheorie. Nirgends hat die von *Hugo de Vries* aufgestellte Mutations-theorie (vgl. diese Ztschr. S. 596) beifälliger Aufnahme gefunden als in Amerika, und gerade hier ist jetzt ein besonders scharfer Angriff gegen sie erfolgt. Er geht aus von Prof. *Edward C. Jeffrey* und gründet sich teils auf Kulturversuche, die von ihm selbst sowie von Prof. *Bradley M. Davis* im Botanischen Garten der Harvard-Universität mit

Oenothera-Arten und Mutanten von *Oenothera Lamarckiana* ausgeführt worden sind, teils auf die allgemein bekannten Tatsachen, die die Pollensterilität der Bastarde betreffen. *Jeffrey* ist der Ansicht, daß nicht nur *O. Lamarckiana* hybriden Ursprungs sei, sondern daß in der Familie der Onagraceen, zu der die Pflanze gehört, ganz allgemein spontane Bastardierung stattgefunden habe. Die hybride Herkunft unserer gewöhnlichen Gartenfuchsien z. B. sei bekannt; bei einigen Varietäten sei die Sterilität des Pollens beinahe vollständig, bei anderen erscheine sie weniger ausgesprochen. Unter den wildwachsenden Onagraceen neigen die *Epilobien* zur Bildung spontaner Bastarde; allerdings stehen Fällen, in denen der Pollen degeneriert ist, andere gegenüber, wo man den Blütenstaub völlig normal findet (*E. angustifolium*). Für *O. Lamarckiana* gibt schon *de Vries* an, daß etwa ein Drittel des Pollens steril sei. *Jeffrey* bestätigt dies. Wie er weiter angibt, ist selbst bei den kräftigeren „Mutanten“ der Pollen zum großen Teile entartet. Bei *O. lata*, einer Mutante von *O. Lamarckiana*, ist der Blütenstaub häufig gänzlich steril. Aber auch andere *Oenotheren*, die in den systematischen Werken als Arten anerkannt werden, zeigen diese Sterilität des Pollens. Bei der sehr gemeinen und variablen *O. biennis* schlägt zuweilen die Hälfte der Pollenkörner fehl, wie *Jeffrey* an Exemplaren weitgetrennter Gebiete festgestellt hat. Die Untersuchung eines großen Materials wilder *Oenothera*-Arten führte ihn zu dem „augenscheinlich unvermeidbaren Schluß, daß spontaner Hybridismus bei dieser Gattung äußerst gewöhnlich ist, und daß sie im allgemeinen einen Zustand hoher genetischer Unreinheit aufweist“. Die reinsten von ihm beobachtete Art sei, nach dem Zustande des Pollens zu urteilen, *O. grandiflora*, die auch bei fortgesetzter Kultur diese Eigenschaft nicht verloren habe. Ausgedehnte Studien über den Zustand des Pollens und der Sporen bei den höheren Pflanzen von den Moosen aufwärts — Untersuchungen, die in ausführlicher Darstellung veröffentlicht werden sollen — bekräftigen nach *Jeffreys* Angabe seinen Schluß, daß die Onagraceen überhaupt und die Gattung *Oenothera* im besonderen der natürlichen Hybridation in ungewöhnlichem Maße unterworfen sind. Zum Nachweise der Entstehung der Arten durch Mutation oder Sprungvariation hätte danach keine weniger geeignete Pflanzengruppe oder Gattung ausgewählt werden können, und im Lichte der von ihm gegebenen Darlegungen müßte die Variabilität der Sämlinge von *Oenothera*-Arten, besonders derjenigen von *O. Lamarckiana*, durch die Bastardnatur der Vorfahren erklärt werden.

„Die Mutationstheorie“, so schließt *Jeffrey* seine vorläufige Mitteilung, „scheint demnach nutzlos auf der biologischen Bühne zu verweilen und kann jetzt augenscheinlich in die Rumpelkammer der erledigten Hypothesen verwiesen werden.“ (*Science* 1914, N. S., Vol. 39, p. 488—491.) F. M.

Berichtigung.

In der Zuschrift von *Werner Kolhörster* in Heft 30 muß es S. 740, 1. Spalte, Z. 33 v. o. heißen: nicht viel zu folgern (statt: nicht zu folgern) und in der Fußnote: *Benndorf* (statt: *Brundorf*).

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 32.

7. August 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Stellung der Elemente der seltenen Erden im periodischen System. Von *Prof. Dr. R. J. Meyer, Berlin.* S. 781.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1913. Von *Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg.* S. 787.

Einfluß der Entfernung und Überpflanzung der Keimdrüsen auf die sekundären Geschlechtsmerkmale der Tiere. Von *Privatdozent Dr. Arnold Japha, Halle a. S.* S. 791.

Die neue Galenausgabe und das griechische Ärztekorpus der Akademien. Von *Geheimrat Prof. Dr. Karl Sudhoff, Leipzig.* S. 794.

Die Osterinsel. Von *Dr. Walter Knoche, Santiago.* S. 798.

Zuschriften an die Herausgeber:

Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren. Von *Privatdozent Dr. W. Bally, Bonn.* S. 801.

Besprechungen. S. 802.

Astronomische Mitteilungen. S. 811.

Palaeogeographische Mitteilungen. S. 811.

Wilhelm Engelmann, Verlagsbuchhandlung, Leipzig und Berlin

Soeben erschienen:

Physikalische Chemie der Zelle und der Gewebe

Von

Professor Dr. med. Rudolf Höber

Vierte, neubearbeitete Auflage. Mit 75 Textfiguren. XVIII und 808 Seiten gr. 8^o

In Leinen gebunden M. 20,—

Die Umschau: . . . Wir dürfen stolz sein, solch ein ausgezeichnetes Werk in unserer Literatur zu besitzen. Prof. Dr. Bechhold.

Zentralblatt f. Biochemie u. Biophysik: Das Buch ist auch in seinem neuen Gewande, das die weiteren enorm schnellen Fortschritte gerade dieses Gebietes bringt, als ein hervorragend gutes Buch zu bezeichnen. Oppenheimer.

Zeitschrift f. physikalische Chemie: Auch die vorliegende neue Auflage ist dem Fortschritt der Wissenschaft sorgfältig gefolgt, und insbesondere darf man mit Freuden konstatieren, daß die rapiden und tiefgreifenden Fortschritte in dem neuen Erkenntnisgebiete, welche die Kolloidchemie der Wissenschaft und nicht zum wenigsten der Physiologie eröffnet hat, eine sachgemäße und eingehende Berücksichtigung erfahren haben. W. O.

Prospekt mit Probeseiten steht unentgeltlich und postfrei zur Verfügung

Inserenten-Verzeichnis siehe am Fuße der Seite II.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

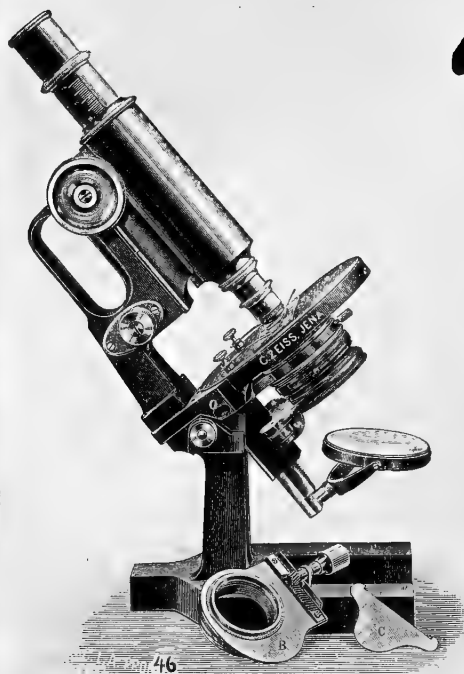
Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/10 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.



ZEISS

MIKROSKOPE

für alle wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen

MIKROPHOTOGRAPHISCHE APPARATE.

PARABOLOID- für Untersuchung und Kine-
KONDENSOR matographie leb. Bakterien

KARDIOID- für ultramikroskopische Un-
KONDENSOR tersuch. kolloider Lösungen

PROJEKTIONSAPPARATE.

Prospekt M 130 kostenfrei.

Berlin
Wien
Hamburg
London



Paris
St. Petersburg
Mailand
Tokio

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Für den biolog. Unterricht

Mikroskop. Präparate und Diapositive über Befruchtung, Reifung und Furchung des Eies von *Ascaris megaloc* (Pferdespulwurm). Eine Serie von 6 Präparaten oder Diapositiven 9 Mark.

Dr. med. Gaudlitz, Aue (Erzgeb.).

Der Bezug aus einer Hand!



Die Verbindung mit einer gut geleiteten Buchhandlung bietet so wesentliche Vorteile und erleichterte Zahlungs-Bedingungen, daß ein Versuch zur dauernden Verbindung führt mit

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Portofreie Lieferung. — Auskünfte kostenfrei.

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Wilhelm Engelmann, Leipzig und Berlin: Seite I — Hermann Meusser, Berlin: Seite II — Julius Springer, Berlin: Seite III u. IV

Naturwissenschaftliche Lehrmittel, Naturalien etc.

Dr. med. Gaudlitz, Aue: Seite II — Dr. F. Krantz, Bonn a. Rh.: Seite II.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Carl Zeiss, Jena: Seite II.

Terrains für Industrie etc.

Elektrizitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz i. S. — Elektrizitätswerk a. d. Pleiße, Werdau i. Sa. — Elektrizitätswerk Obererzgebirge Schwarzenberg i. Sa.: Seite IV

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

7. August 1914.

Heft 32.

Die Stellung der Elemente der seltenen Erden im periodischen System.

Von Prof. Dr. R. J. Meyer, Berlin.

Das periodische System der Elemente, von *Mendelejeff* und *Lothar Meyer* in den Jahren 1870 und 1871 begründet, stellt eine der glücklichsten Verallgemeinerungen dar, die die Forschungsgeschichte der Chemie aufzuweisen hat. 44 Jahre sind heute seit seiner Aufstellung verflossen und es steht nicht nur in alter Geltung unangefochten da, sondern grade die neuen Tatsachen, die zunächst geeignet schienen, den Wert des Systems herabzumindern, weil sie seinem Grundprinzip zu widersprechen schienen, haben schließlich dazu beigetragen, seine grundlegende Bedeutung für jede vergleichende Betrachtung auf dem Gebiete der anorganischen Chemie noch klarer zu erweisen. Der Grundgedanke des periodischen Systems läßt sich in den Satz zusammenfassen: „Die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen lassen sich als periodische Funktionen ihrer Atomgewichte darstellen.“ Ordnet man also die Elemente nach der Reihenfolge ihrer Atomgewichte, so wiederholen sich die Eigenschaften nach Ablauf einer bestimmten Anzahl von Gliedern. Wir erhalten so eine Anzahl von Reihen, bei denen die verwandten Elemente mit gesetzmäßig sich abstufoenden Eigenschaften in Vertikalgruppen untereinander stehen. (Siehe Fig. 1.) Sie stehen im Verhältnis der „Homologie“ zu einander. Auf diese

Weise bildet das ganze System 9 Gruppen. Geht man von einer solchen Gruppe zur nächstfolgenden über, so erhöht sich die Gruppenwertigkeit²⁾ um 1. So gelangen wir, beginnend mit der Gruppe 0, die die affinitäts- und valenzlosen Glieder der Helium-Argonreihe enthält, zur einwertigen Gruppe der Alkalimetalle bis zur achten Gruppe, die die Glieder der Eisen- und Platinmetalle umfaßt. Die Stellung eines Elementes im periodischen System sollte hiernach durch sein Atomgewicht und implicite durch seine Maximalvalenz eindeutig bestimmt sein, und die Eigenschaften der Elemente und ihrer Verbindungen hängen dann in erster Linie von der Masse der Atome ab. Dieses Prinzip ließ sich aber von Anfang an nicht ganz streng durchführen. Wir sehen nämlich in der achten Gruppe Eisen, Kobalt und Nickel und die Platinmetalle zu Triaden an je einer Stelle vereinigt. Diese Triaden bilden die natürliche Verbindung zwischen der siebenten und der ersten Gruppe des Systems; sie schließen den Ring, indem das Nickel zum Kupfer, das Palladium zum Silber, das Platin zum Gold hinüberführt. Unter diesem Gesichtspunkt stellt man das ganze System am besten nach *Lothar Meyer* auf der Oberfläche eines Cylinders dar, auf der die Gesamtreihe der Elemente sich spiralförmig geschlossen anordnet. Diese Zusammenfassung von je drei Elementen in der achten Gruppe bedeutet also keineswegs einen Widerspruch im Sinne des Systems; schwerer schienen aber gewisse Unstimmigkeiten in der Reihenfolge

	0.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8. (0.)
1. kl. Periode	2. He	Li	Be	B	C	N	O	F	2
2. kl. Periode	3. Ne	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	3.
1. gr. Periode	4. Ar	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe Co Ni 4.
	5.	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	5.
2. gr. Periode	6. Kr	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	—	Ru Rh Pd 6.
	7.	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	7.
3. gr. Periode	8. X	Cs	Ba	La, Pr, Nd, Sm, Eu Gd, Tb, Dy, Ho, Er Tu, — — Yb, Lu	Ce	Ta W — Os Ir Pt 8.			
	9.	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	—	9.
3. kl. Periode	10. Em	—	Ra	Ac	Th	UX ₂	U	—	10.

Fig. 1. Das Periodische System der Elemente.¹⁾

¹⁾ In das System ist der *Wasserstoff* (H) nicht aufgenommen; er gehört der ersten Reihe vorläufig als einziges Element an.

²⁾ Unter „Gruppenwertigkeit“ haben wir mit *Mendelejeff* die *höchste* Wertigkeit zu verstehen, in der die betreffenden Elemente noch salzbildend aufzutreten vermögen.

der Atomgewichte zu wiegen, die bis heute nicht beseitigt werden konnten. An drei Stellen ist nämlich die natürliche Zahlenreihe durchbrochen, so daß ein niedrigeres Atomgewicht auf ein höheres folgt, und zwar ist dies der Fall in der Folge der Elementenpaare Argon 40 — Kalium 39, ferner Tellur 128 — Jod 127 und schließlich Kobalt 59 — Nickel 58.7. Eine Umstellung im Sinne der fortlaufenden Zahlenreihe würde bei diesen drei Elementpaaren ein völlig unhaltbares Resultat ergeben. Argon würde aus der Gruppe 0 der sogenannten Edelgase in die Alkaligruppe wandern, Tellur aus der sechsten Gruppe, wo es sinngemäß unter seinen nächsten Verwandten Schwefel und Selen steht, durch Tausch mit dem Jod in die ihm artfremde Gruppe der Halogene gelangen, und ebenso würde der Wechsel der Plätze bei Kobalt und Nickel die Harmonie der achten Gruppe empfindlich stören. Es hat nicht an Versuchen gefehlt, diese Inhomogenität zu erklären. Hierbei spielte die Vermutung, die genannten Elemente seien nicht einheitlich, ihr Atomgewicht werde daher durch fremde bisher unbekannte Beimengungen beeinflusst, die Hauptrolle. Man kann aber heute mit Sicherheit sagen, daß dieser Verdacht unbegründet ist. Offenbar handelt es sich in diesen Fällen um eine sich mehrfach wiederholende gesetzmäßige Störung, deren tiefere Bedeutung wir vorläufig zu ergründen nicht in der Lage sind. Man darf aber im Zusammenhang hiermit auf die interessante von *Fajans* angedeutete Auffassung hinweisen¹⁾, nach der solche Störungen verständlich werden, wenn man einen genetischen Zusammenhang aller Grundstoffe annimmt, wie er bei den radioaktiven Stoffen nachgewiesen ist. Die Sorge, wie man die stetig sich mehrende Fülle *dieser* Stoffe im periodischen System unterbringen könne, scheint durch den glücklichen Gedanken von *Fajans* gehoben zu sein, nach dem solche radioaktiven Elemente, die anscheinend chemisch kongruent, also nicht voneinander trennbar sind, zu Gruppen vereinigt, an je einer Stelle als „Isotopen“ oder „Plejaden“ zusammengefaßt werden.

Schließlich ergab sich noch beim Ausbau des periodischen Systems eine, wie es schien, fast unüberwindliche Schwierigkeit der *Einreihung der Elemente der sogenannten seltenen Erden*. Dieses Problem, das bis heute nicht vollkommen befriedigend gelöst ist, soll den Gegenstand der vorliegenden Erörterung bilden.

Unter dem durch alte Tradition geheiligten Namen der „Seltenen Erden“ faßt man eine Gruppe von ziemlich stark basischen Oxyden zusammen, die durch die sonst im ganzen Gebiete der anorganischen Chemie beispiellose Ähnlichkeit ihres physikalischen und chemischen Verhaltens eine Sonderstellung einnehmen. Diese nahe Verwandtschaft geht so weit, daß sich einzelne Glieder der Gruppe vielfach nur durch äußerst geringe

Unterschiede in der Basizität und in der Löslichkeit ihrer entsprechenden Verbindungen als selbständige Individuen erkennen lassen.

Mit wenigen Ausnahmen sind charakteristische Reaktionen für die einzelnen Elemente nicht vorhanden; vielmehr lassen sich im allgemeinen nur Gruppenreaktionen angeben, die fast allen Gliedern der Reihe gemeinsam sind. Jedenfalls sind die Verschiedenheiten mehr physikalischer als chemischer Natur. Sie äußern sich hauptsächlich in der Färbung, in der Löslichkeit, dem Schmelzpunkte, der magnetischen Suszeptibilität usw. Mit dieser überaus nahen Verwandtschaft steht im Zusammenhange, daß die Trennung und Reindarstellung der einzelnen Glieder dieser Gruppe die schwierigste Aufgabe bildet, die dem Analytiker überhaupt gestellt werden kann. Seit etwa 120 Jahren ist man mit Lösung derselben bemüht, ohne daß bis heute das Ziel vollkommen erreicht worden wäre. Die Methoden, die hierbei benutzt werden, sind der Eigenart der seltenen Erden angepaßt, und obwohl sie im Laufe der Zeit eine weitgehende Verfeinerung erfahren haben, so ist das Prinzip, auf dem sie beruhen, immer dasselbe geblieben. Handelt es sich sonst um die Trennung zweier oder mehrerer Stoffe, so benutzt man zur Scheidung ein Reagens, das einen Stoff aus der gemischten Lösung ausfällt, die anderen aber in Lösung läßt. Kobalt und Nickel, zwei Elemente, die im allgemeinen als nahe miteinander verwandt gelten, kann man auf Grund ihres immerhin noch stark voneinander abweichenden chemischen Verhaltens mittels typischer Reaktionen verhältnismäßig leicht voneinander trennen. Da man solche typischen Reaktionen für die einzelnen seltenen Erden kaum kennt, so kann ihre Scheidung nur durch eine ganz allmählich fortschreitende Entmischung durchgeführt werden, indem man die geringen Differenzen, die die Einzelerden in bezug auf ihre Basizität und die Löslichkeit ihrer korrespondierenden Verbindungen aufweisen, in möglichst geschickter Weise ausnützt. Dies geschieht durch systematische Anwendung sogenannter fraktionierender Verfahren, d. h. durch fraktionierte Fällung oder durch fraktionierte Kristallisation. Durch vielfach wiederholte, oft monatelang fortgesetzte, häufig vieltausendfache Anwendung derselben Operation oder durch Kombination mehrerer fraktionierender Verfahren wird so die Scheidung schließlich in mehr oder weniger vollkommener Weise erreicht. Ein erschwerendes, weil die Scheidung verlangsamendes Moment bildet hierbei noch der Umstand, daß mit der weitgehenden chemischen Ähnlichkeit der seltenen Erden eine sehr hohe kristallographische Verwandtschaft ihrer entsprechenden Verbindungen Hand in Hand geht, so daß es sich fast stets um die Trennung „isomorpher Mischungen“ handelt, deren Komponenten, eben infolge der mehr oder weniger weitgehenden Kongruenz ihrer Kristallgestalt, mit besonderer Hartnäckigkeit aneinanderhaften. Als Resultat der Anwendung solcher

¹⁾ Naturwissenschaften 1914, S. 433.

Scheidungsoperationen haben sich nun bis jetzt folgende Einzelelemente ergeben:

Atomgewichte:

1. <i>Skandiumgruppe</i> :	Skandium .	44.1	
	Yttrium . .	88.7	
2. <i>Ceriterden</i> :	Lanthan . .	139.0	
	Cer	140.25	
	Praseodym	140.6	
	Neodym . .	144.3	
	Samarium .	150.4	
	Europium .	152.0	
3. <i>Yttererden</i> :	Gadolinium	157.3	} Terbin- erden
	Terbium . .	159.2	
	Dysprosium	162.5	
	Holmium . .	163.5	} Erbin- erden
	Erbium . . .	167.4	
	Thulium . .	168.5 (?)	
	Ytterbium .	172.0	} Ytterbin- erden.
	Lutetium . .	174.0	

Diese 16 Elemente kommen in Form verschiedener Verbindungen als Phosphate, Silikate, Titanate, Niobate und Tantalate in einer Reihe von Mineralien in der Natur vor, und zwar so, daß niemals eine einzelne Erde oder einige wenige gefunden werden, sondern stets alle zusammen. Aber es macht sich doch je nach der Natur der betreffenden Mineralien eine gewisse Gruppenauslese geltend, insofern die eine Reihe von Mineralien vorwiegend die in der Tabelle als *Ceriterden* bezeichneten, eine andere Reihe hauptsächlich die als *Yttererden* bezeichneten Stoffe enthält. So enthält der *Monazit* fast ausschließlich Phosphate der Ceriterden, mit nur wenigen Prozenten Yttererden, während umgekehrt beispielsweise der *Gadolinit* in weit überwiegender Menge aus Silikaten der Yttererden besteht. Hieraus läßt sich schon schließen, daß diese beiden Hauptuntergruppen ihrem Wesen nach sich nicht völlig äquivalent sind, denn die natürliche Vergesellschaftung der Elemente hängt immer, soweit es sich nicht um rein akzessorische Beimengungen handelt, von dem Grade ihrer Verwandtschaft ab. So finden wir in der Gruppe der Alkalimetalle in bezug auf ihr natürliches Vorkommen 2 Untergruppen, nämlich Natrium und Lithium einerseits, Kalium, Rubidium und Cäsium anderseits, und diese Zweiteilung des Vorkommens steht in engster Beziehung mit der chemischen Zusammengehörigkeit dieser Elemente.

Die Beantwortung der Frage, welche Stellung ein Element im periodischen System einnimmt, hängt nun zunächst von der *Wertigkeitsfrage* ab. Vor der Aufstellung des Systems war man geneigt, die Metalle der seltenen Erden den zweiwertigen Erdalkalimetallen, dem Calcium und dem Magnesium an die Seite zu stellen, weil sie diesen in ihrem stark positiven Charakter am meisten zu gleichen schienen. Die Sachlage war hier eine ähnliche wie bei dem von *Reich* und *Richter* im Jahre 1863 entdeckten Indium, das ebenfalls wegen seiner natürlichen Gemeinschaft mit dem Zink und seiner Anlehnung an die Eigenschaften

dieses Metalls für zweiwertig gehalten wurde. In beiden Fällen aber hat die Bestimmung der *Atomwärme*, die nur bei Annahme der Dreiwertigkeit die Konstante des Dulong-Petitschen Gesetzes ergibt, zugunsten der Dreiwertigkeit entschieden. Heute unterliegt es keinem Zweifel mehr, daß die seltenen Erden, abgesehen vom Cer, in ihrer höchsten salzbildenden Oxydationsstufe dreiwertig sind, also Oxyde R_2O_3 bilden. *Sie gehören dementsprechend in die dritte Gruppe des periodischen Systems.* Die Schwierigkeit besteht nur darin, die ganze Reihe innerhalb der dritten Gruppe unterzubringen. Für drei von den oben angeführten 16 Elementen war allerdings die Stelle von vornherein gegeben; es sind dies Yttrium, Lanthan und Cer. In der dritten Gruppe waren zur Zeit der Begründung des Systems unter dem Bor und dem Aluminium drei Stellen frei, von denen die zweite sinngemäß mit dem Yttrium (89), die dritte mit dem Lanthan (139) besetzt wurde. Dagegen fehlte zwischen Aluminium und Yttrium ein noch unbekanntes Element, dessen Existenz und dessen hypothetische Eigenschaften Mendelejeff mit aller Bestimmtheit auf Grund der Periodengesetzmäßigkeit voraussagte. Es ist das später von *Nilson* im Jahre 1879 aufgefundene *Skandium* (44), dessen Entdeckung für das periodische System und seine Urheber einen ähnlichen Triumph bedeutete wie die Auffindung des *Galliums* durch *Lecoq de Boisbaudran* und die des *Germaniums* durch *Cl. Winkler*. Die Stellung der drei Elemente Skandium, Yttrium, Lanthan ist bis heute unangefochten geblieben, und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß sie als „Homologe“ eine natürliche Gruppe bilden, in demselben Sinne, wie in der zweiten Gruppe die Nachbarelemente Calcium, Strontium und Barium. Als viertes Element mit wohl begründeter Stellung im System kommt noch das Cer hinzu, dessen Maximalvalenz nicht drei ist, wie bei den anderen seltenen Erden, sondern vier. Es bildet nämlich ein höheres Oxyd von der Form CeO_2 , dessen Salze durch ihre rote bis gelbe Farbe ausgezeichnet sind. Hiernach hat das Cer seinen Platz in der vierten Gruppe erhalten, wo es zwischen Zirkonium und Thorium eine nach allen seinen Eigenschaften wohl begründete Stellung einnimmt.

Viel schwieriger ist aber die weitere Frage zu beurteilen, in welcher Weise die 12 anderen Elemente der seltenen Erden unterzubringen sind. Es ist dies ein vielumstrittenes Problem; aber nach reiflicher Erwägung aller Möglichkeiten kommt man zu dem Resultat, daß eine einigermaßen befriedigende Lösung der Frage nur dadurch zu erzielen ist, daß man diese 12 Elemente, zu einer *Elementenschar vereinigt, an einer Stelle des Systems zusammenfaßt*, und zwar in der dritten Gruppe im Anschluß an das Lanthan, wie es Fig. 1 zeigt. Hier vertritt diese Gesamtheit von einander sehr nahestehenden Stoffen gleichsam ein einziges Element. Die achte Reihe des Systems, die in der 0ten Gruppe mit dem Xenon beginnt,

setzt sich dann über Cäsium und Barium zum Lanthan fort, bildet hier einen Knotenpunkt, der die Schar der Elemente der seltenen Erden umfaßt und geht dann über das Cer in der vierten zum Tantal in der fünften Gruppe weiter. Eine solche Erledigung der Frage ergibt allerdings eine neue Schwierigkeit: Zwar wird durch diese Anordnung die enge Zusammengehörigkeit der seltenen Erden auf das schärfste betont und auch ihr Verhältnis zu den anderen Elementen in befriedigender Weise ausgedrückt, aber die Atomgewichtsreihenfolge wird dadurch in empfindlichster Weise unterbrochen. Es folgt nämlich auf das Lutetium mit dem Atomgewicht 174 das Cer mit dem Atomgewicht 140, während man erwarten sollte, daß sich an das Schlußglied der seltenen Erden mit dem Atomgewicht 174 direkt das Tantal mit dem Atomgewicht 181 anschließen sollte. Diese Schwierigkeit hat wohl früher Prof. Brauner in Prag, den konsequentesten und erfolgreichsten Verwalter des Erbes von Mendelejeff, mit dazu bewogen, die Gesamtgruppe der seltenen Erden nicht hinter das Lanthan in die dritte, sondern hinter das Cer in die vierte Gruppe des Systems einzureihen, wodurch der Atomgewichtssprung fortfallen würde¹⁾. Zu dieser Lösung der Frage wird man sich aber keinesfalls entschließen können.

Zwar bilden zwei von den Erden, nämlich das Praseodym unter den Ceriterden und das Terbium unter den Yttererden höhere Oxyde von der Form RO_2 , aber diese sind sehr unbeständig, geben leicht ihren Sauerstoff ab, bilden keine Salze und können nicht zum Beweise dafür herangezogen werden, daß die ganze Gruppe unter die vierwertigen Elemente zu zählen sei, wie das Cer. Abgesehen hiervon gehört das Praseodym auf das engste zum *Lanthan*, nicht zum Cer; es ist mit diesem so nahe verwandt, daß eine vollständige Trennung der beiden Erden außerordentlich schwierig ist. Das Cer dagegen fällt in mannigfachen Beziehungen aus der Gruppe heraus. Wenn man, wie es in Fig. 2 und 3 geschehen, die Atomgewichte der Elemente der seltenen Erden auf einer Geraden abträgt und in diesen Punkten Ordinaten errichtet, so zeigt sich, daß im allgemeinen immer je 2 Elemente nach ihren Atomgewichtsdifferenzen eng zusammengehören, nämlich Lutetium mit Ytterbium, Thulium mit Erbium, Holmium mit Dysprosium, Terbium mit Gadolinium, Europium mit Samarium. Das nun folgende Neodym steht allein, und man kann daraus vielleicht den Schluß ziehen, daß noch ein unbekanntes Zwillingsselement des Neodyms existiert, dessen Auffindung einem späteren glücklichen Entdecker vorbehalten sein mag. Schließlich zeigt sich, daß das Cer sich zwischen die Zwillingsselemente Praseodym und Lanthan hineindrängt und daß es auch in dieser Beziehung ein Fremdling in der Gruppe der dreiwertigen Erden ist. Man wird demnach die Angliederung der ganzen Schar an das Cer ablehnen und ihre oben

näher begründete Einreihung in die dritte Gruppe vorziehen müssen. Fällt damit das Cer aus der Atomgewichtsreihenfolge heraus, so muß diese Inkontinuität als ein anormaler Fall im System hingenommen werden, ähnlich wie man sich zu der gleichen Duldung in den Fällen Argon-Kalium, Kobalt-Nickel und Tellur-Jod hat entschließen müssen.

Jedenfalls ist diese Art der Anordnung bei Berücksichtigung der Gesamtheit der *chemischen* Eigenschaften die konsequenteste. Eine weitere Frage ist aber die, ob nicht in dieser Schar von Elementen eine gesetzmäßige Gliederung zu erkennen ist, d. h. ob sich die Eigenschaften innerhalb der ganzen Reihe fortlaufend kontinuierlich abstufen, oder ob sie sich etwa in derselben Weise wie sonst im System periodisch wiederholen? Es läge nahe, diese Frage durch Betrachtung der Änderungen der *Atomvolumina* der Metalle der seltenen Erden zu prüfen, denn wie die klassische, von Lothar Meyer aufgestellte Atomvolumkurve der Elemente zeigt, kommt in ihr die Grundidee des periodischen Systems, die Periodizität der Eigenschaften, mit besonderer Klarheit zum Ausdruck. Leider aber sind wir heute noch nicht in der Lage, den Verlauf dieser Kurve durch die Reihe der Metalle der seltenen Erden hindurch vollständig zu zeichnen, weil wir zwar die Metalle der Ceriterden im freien Zustande kennen, nicht aber die der Yttererden, deren Darstellung bis heute noch nicht gelungen ist. Es läßt sich also mit Bestimmtheit nichts darüber sagen, ob innerhalb dieser Reihe die Atomvolum-Atomgewichtskurve kontinuierlich oder diskontinuierlich verläuft. Einen Anhaltspunkt für die Beantwortung der aufgeworfenen Frage wird man aber auch aus dem Vergleich der Eigenschaften korrespondierender *Verbindungen* der seltenen Erden gewinnen können, wenn man ihre Änderungen durch die ganze Reihe hindurch verfolgt. Vergleicht man z. B. den Gang der Molekularvolumina der Oxyde, der Chloride oder der Sulfate, so zeigt sich, daß die Kurven, die die Funktion dV/dA ausdrücken, Maxima und Minima haben und von ausgeprägt periodischem Charakter sind. Ebenso wie für die Molekularvolumina gilt dies aber auch für alle anderen Eigenschaften, so auch für die Löslichkeiten entsprechender Verbindungen, soweit sie bisher bestimmt werden konnten. Die beifolgende Fig. 2, welche den Gang der Löslichkeit der Oxalate der seltenen Erden in Normal-Schwefelsäure mit den Atomgewichten darstellt, zeigt deutlich, daß die Löslichkeiten sich nicht kontinuierlich ändern, sondern daß wir zwei Umkehrpunkte haben. Die Löslichkeit fällt nämlich in der Reihe der Ceriterden vom Lanthan bis zum Europium, steigt dann bis zum Thulium in der Reihe der Yttererden und nimmt dann wieder bis zum Lutetium ab. Die Löslichkeitskurve hat also einen ausgeprägt periodischen Charakter, der darauf hinweist, daß die Gruppe der seltenen Erden in mehrere Untergruppen mit einander parallel laufender Funktion ihrer

¹⁾ Brauner, Zeitschr. f. Anorgan. Chem. 32 (1902) 1.

Glieder zu zerlegen ist. Wichtiger noch als der Verlauf der physikalischen Eigenschaften erscheint die Verfolgung des Ganges der *chemischen* Eigenschaften mit den Atomgewichten. Die Grundfrage, die sich hier darbietet, muß sich mit der Änderung der relativen Affinitäten beschäftigen, wie sie in der Abstufung des mehr oder weniger positiven Charakters der Einzelemente der Gruppe zum Ausdruck gelangt. Bisher hat man diese Frage nur rein empirisch und qualitativ nach den Resultaten zu beurteilen versucht, die die

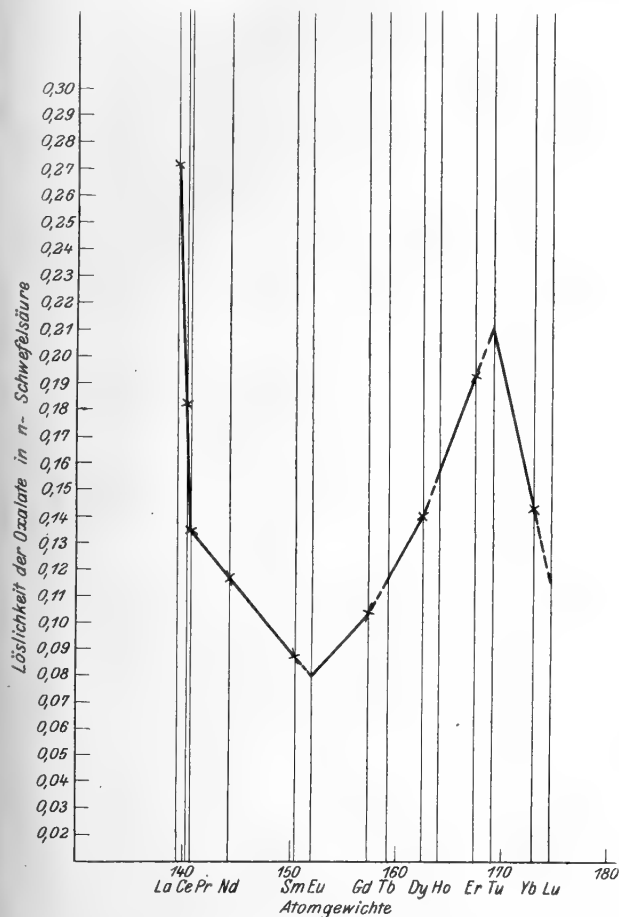


Fig. 2.

fraktionierte Fällung der Gemische der seltenen Erden mit Basen ergeben hatte. Hierbei trennen sich nämlich die einzelnen Erden nach ihren Basizitäten in dem Sinne voneinander, daß die am schwächsten basische zuerst, die am stärksten basische zuletzt zur Abscheidung gelangt. Die Reihenfolge, in der man die Einzelerden bei einer derartigen Operation erhält, ist also ein Maßstab für die Abstufung ihres positiven Charakters. Zu entscheidenden Ergebnissen wird man aber auf diesem Wege nicht gelangen, weil das praktisch erreichbare Resultat bis zu einem gewissen Grade auch von der *Verteilung* oder dem *Massenverhältnis* der Einzelerden in den Gemischen abhängt. Nur eine direkte Bestimmung chemischer Konstanten an Verbindungen der ungemischten reinen Erden kann hier zum Ziele führen, und zwar liegt

es nahe, als Maß für die relative Affinität den Grad der hydrolytischen Spaltung zu bestimmen, den die Salze in wässriger Lösung erfahren. Löst man z. B. die Chloride der Erden in Wasser, so wird bei gegebener Konzentration und Temperatur aus ihnen um so mehr Chlorwasserstoffsäure abgespalten, je schwächer basisch die Erde ist und umgekehrt. Diese Methode beruht also auf einer Bestimmung der durch die Hydrolyse sich einstellen- den „Wasserstoff-Ionenkonzentration“. Diese ist nun allerdings bei den seltenen Erden äußerst gering, und es bedarf zu ihrer exakten Bestimmung der feinsten Methoden, die uns zu diesem Zwecke zur Verfügung stehen.

Schon *Brauner*¹⁾ hat versucht, aus der Geschwindigkeit, mit der die Lösungen der Sulfate der seltenen Erden Rohrzucker invertieren (Inversionsmethode) und ferner aus der Geschwindigkeit, mit der sie Methylacetat verseifen (Methylacetatkatalyse) ihre Wasserstoff-Ionenkonzentrationen zu ermitteln. Er kommt dabei zu dem bemerkenswerten Resultat, daß die Basizität der Erden, gemessen an dem Grade der hydrolytischen Spaltung ihrer Sulfate, sich ebenfalls nicht kontinuierlich mit ihren Atomgewichten ändert, sondern daß vom Gadolinium an sich die Basizitäten wiederholen, so daß an der Grenze der Cerit- und Yttererden eine neue der ersten parallel verlaufende Reihe beginnt. Wir haben also hiernach *auch in chemischer Beziehung* eine Periodizität der Eigenschaften innerhalb der Gesamtgruppe. Leider hat *Brauner* dieses Resultat mitgeteilt, ohne die dasselbe begründenden Messungen anzugeben. Es erschien daher wünschenswert, das Ergebnis durch erneute Bestimmungen sicherzustellen. Dieses ist in einer Untersuchung geschehen, die ich zusammen mit *Frau Emma Bodländer* ausgeführt habe. Um die minimalen Wasserstoff-Ionenkonzentrationen zu bestimmen, um die es sich hier handelt, wurde die *elektrometrische Methode* als die empfindlichste, die uns zu solchen Zwecken zur Verfügung steht, benutzt. Sie beruht auf der Messung des Potentials einer Wasserstoffelektrode, d. h. eines mit Wasserstoff umspülten Platindrahtes in der die H-Ionen enthaltenden Versuchslösung gegen die sogenannte Normal-Wasserstoffelektrode. Aus dem gemessenen Potential E ergibt sich dann mittels der bekannten fundamentalen Beziehung von Nernst:

$$E = \frac{R}{F} \cdot T \ln \frac{P}{p} \text{ Volt}$$

die H-Ionenkonzentration der Lösung²⁾ und damit auch, unter Berücksichtigung der Konzen-

¹⁾ *Brauner*, Zeitschr. f. Elektrochemie 14 (1908) 525.

²⁾ F bedeutet in der Formel die Anzahl von Elektrizitätseinheiten (Coulombs), welche 1 Mol einer einwertigen Ione trägt (96540); P ist die elektrolytische Lösungstension der Elektrode, hier also des Wasserstoffs, p der osmotische Druck der H-Ionen in der Lösung, der ihrer Konzentration c , der zu bestimmenden Größe, proportional ist.

tration derselben, der Grad der hydrolytischen Spaltung. Die graphische Darstellung der erhaltenen Resultate gibt das Diagramm Fig. 3 wieder¹⁾. Auf der Abscisse sind die Atomgewichte, auf der Ordinate die prozentischen Hydrolysengrade abgetragen. Wie ersichtlich, hat die Kurve in ihrem Verlauf große Ähnlichkeit mit der oben wiedergegebenen Löslichkeitskurve der Oxalate. Die Basizität sinkt in der Reihe der Ceriterden vom Lanthan bis zum Europium, steigt dann bis zum Gadolinium, nimmt dann in der Reihe der Yttererden bis zum Thulium ab und steigt dann wieder in der Untergruppe der

von Brauner gemachten Angaben. Aber die Schlüsse, die wir aus dieser Sachlage ziehen, weichen prinzipiell von denen Brauners ab. Brauner glaubt grade auf Grund seiner Feststellung die seltenen Erden in ein periodisches Verhältnis zu den anderen Elementen des Systems bringen zu müssen, indem er sie in eine normale Reihe auseinanderzieht, die, mit dem Lanthan beginnend, von der dritten bis zur achten Gruppe sich erstreckt und sich in einer neunten und zehnten Reihe des Systems periodisch wiederholt, wie die folgende Anordnung zeigt:

Reihen	Gruppen :										
	0	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
6	Kr 81,8	Rb 85,5	Sr 87,6	Y 88,6	Zr 90,6	Nb 94	Mo 96	—	Ru 101,7	Rh 103,0	Pd 106,5
7	—	Ag 107,9	Cd 112,4	Jn 115	Sn 119,0	Sb 120,2	Te 127,6	J 126,97	—	—	—
8	X 128	Cs 132,9	Ba 137,4	La 138,9	Ce 140,25	Pr 140,5	Nd 143,6	Sm 150,3	Eu 152	—	—
9	—	—	—	Gd 157,3	Tb 159,2	Dy 162,5	Ho 165	Er 167	Tu 169	Yb 172	—
10	—	—	—	Lu 174	? 177	Ta 181	W 184	—	Os 191	Jr 193,0	Pt 194,8

Ytterbinerden. Auch hier haben wir wieder eine Periodizität, die darauf hinweist, daß die

Es ist aber oben auseinandergesetzt worden, daß nur die Zusammenfassung dieser Elemente zu einem Ganzen in der dritten Gruppe ihrem chemischen Verhalten gerecht wird. Eine Auseinanderziehung über den Bereich von 6 Gruppen widerspricht ihren so überaus nahen verwandtschaftlichen Beziehungen durchaus. Ferner wird durch diese Anordnung eine Voraussetzung über die Wertigkeit der verschiedenen Elemente gemacht, die durch experimentelle Feststellungen in keiner Weise gestützt wird, und schließlich würde auch auf diese Weise der größere Teil der Erden in vollkommen artfremde Gruppen versetzt werden. Denn welche Beziehungen verknüpfen Praseodym und Neodym mit Niob und Tantal, Neodym und Holmium mit Molybdän und Wolfram, Europium, Thulium und Ytterbium mit den Platinmetallen? Will man also den chemischen Charakter der Gruppe durch eine sinngemäße Einreihung in das periodische System zum Ausdruck bringen, so verbietet sich eine Verteilung ihrer Glieder in die Gruppen III bis VIII. Aber die experimentellen Feststellungen, die eine Periodizität der Eigenschaften innerhalb der Reihe der seltenen Erden ergeben haben, nötigen auch garnicht zu dieser Auffassung. Man darf nicht vergessen, daß die Änderungen, die wir hier von Element zu Element messen, von einer sehr kleinen Größenordnung sind; sie sind garnicht vergleichbar mit den Eigenschaftsänderungen, die wir sonst in den Reihen des periodischen Systems von Glied zu Glied feststellen können. Alles spielt sich

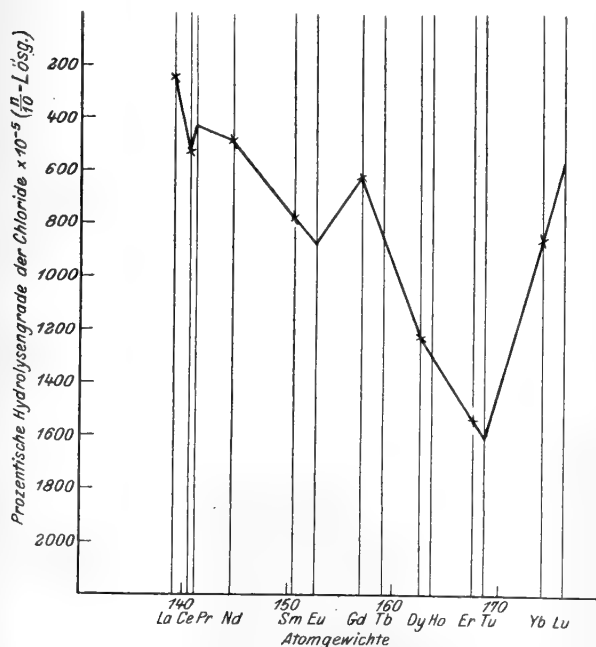


Fig. 3.

seltenen Erden drei Reihen bilden, die unter sich durch ein Periodenverhältnis verbunden sind.

Dieses Ergebnis bestätigt und erweitert die

¹⁾ Die erhaltenen Zahlenwerte werden in einer ausführlicheren, in der Zeitschr. f. Anorgan. Chemie später erscheinenden Abhandlung veröffentlicht werden.

hier in ganz kleinen Intervallen ab, und die beobachtete Periodizität steht den Dimensionen ihrer Schwingungen nach in gar keiner Beziehung zu den anderen Perioden des Systems. Die Auffassung, zu der wir in bezug auf die feinere Struktur der Gruppe gelangen, ist also die, daß die Gruppe der seltenen Erden ein kleines periodisches System für sich bildet, in dem alle Beziehungen des Hauptsystems im Kleinen nachgebildet sind. Wir stellen demnach die Elemente der seltenen Erden als ein Ganzes in die dritte Gruppe des Systems und tragen den periodischen Änderungen ihrer Eigenschaften dadurch Rechnung, daß wir im Einklang mit den mitgeteilten Messungen drei untereinanderstehende Reihen aus ihnen bilden, deren entsprechende Glieder im Verhältnis der Homologie zu einander stehen. Das in Fig. 1 wiedergegebene Schema des periodischen Systems läßt diese Anordnung erkennen. Die beiden freigelassenen Stellen zwischen Thulium und Ytterbium sollen darauf hinweisen, daß dieser Platz, wie Auer von Welsbach wahrscheinlich gemacht hat, durch zwei bisher noch nicht isolierte Elemente auszufüllen ist. Die Gruppe der seltenen Erden besteht dann aus drei kleinen Perioden, von denen die erste durch die Reihe der Ceriterden (ausgenommen Cer), die zweite durch die der Terbin- und Erbinerden, die dritte durch die der Ytterbinerden gebildet wird.

Diese Elementenschar bildet einen Knotenpunkt der achten Reihe des Systems, während die neunte und zehnte, abgesehen vom Gold und Quecksilber, nach Fajans von den Isotopen der radioaktiven Stoffe eingenommen wird. Hier drängt sich die Frage auf, ob nicht in der Reihe der seltenen Erden ähnliche Verhältnisse anzunehmen sind wie bei den radioaktiven Elementen. Ihre außerordentlich nahe Verwandtschaft, der Wechsel zwischen Stoffen, die in relativ größerer Menge in der Natur auftreten, mit solchen von extremster Seltenheit bei kaum erkennbaren chemischen Verschiedenheiten, die Unsicherheit, bis zu welcher Grenze der Zerlegung uns die fortgesetzten Trennungsoperationen auf diesem Gebiete noch führen werden, alles dies sind Momente, die für einen genetischen Zusammenhang der seltenen Erden sprechen. Zwar fehlt ihnen das Hauptmerkmal für eine genetische Entwicklung, nämlich meßbare Radioaktivität, aber vielleicht haben wir es mit Elementen von unvergleichlich längerer Lebensdauer und so langsam sich abspielendem Zerfall zu tun, daß die radioaktive Methode der Messung hier versagt. Natürlich steht, wie auch Fajans schon hervorgehoben hat, der Ausdehnung dieser Phantasie auf alle Elemente nichts im Wege; nur spricht die Wahrscheinlichkeit dafür, daß, wenn überhaupt bei anderen Stoffen als den bis jetzt als radioaktiv bekannten, genetische Zusammenhänge und Umwandlungen erkennbar werden sollten, dies am ehesten auf dem Gebiete der seltenen Erden zu erwarten ist.

Die Tätigkeit der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt im Jahre 1913.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Charlottenburg,

Mitglied der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt.

Ein Auszug aus dem vom Präsidenten dem Kuratorium der Reichsanstalt erstatteten Tätigkeitsbericht ist wiederum in der Zeitschrift für Instrumentenkunde 34, 113—131, 151—164, 184—200, 1914 erschienen. Wie im Vorjahre (diese Zeitschrift 1, 740—745, 1913) mögen auch jetzt demselben wieder einige Daten entnommen werden. Wir beginnen mit den Arbeiten der I. (physikalischen) Abteilung aus den Gebieten der Mechanik und Wärmelehre.

Mit dem zwischen 0° und —193° an das Wasserstoffthermometer angeschlossenen Platinthermometer sind zur Fixierung und beliebigen Reproduktion dieser Temperaturskala Schmelz- und Siedepunkte unterhalb 0° beobachtet worden. Die Siedepunkte von Sauerstoff und Kohlensäure, die sich mit der statischen Methode mit großer Schärfe messen ließen, sind zwischen den Sättigungsdrucken $p = 620$ und 760 mm Hg durch die Formeln

$$T = \frac{-183,01 + 273,10}{1 - 0,2456 \cdot \log \frac{p}{760}}$$

und

$$T = \frac{-78,52 + 273,10}{1 - 0,1443 \cdot \log \frac{p}{760}}$$

darstellbar, wenn man mit T die absolute Temperatur des Siedepunktes bezeichnet. — Der Erstarrungspunkt des Quecksilbers wurde zu —38,89° gefunden. Außerdem ergaben sich mit etwas geringerer Genauigkeit die Erstarrungspunkte von

Chlorbenzol	— 45,5°
Chloroform	— 63,7°
Schwefelkohlenstoff . .	— 112,0°
Äthyläther	— 123,6°

Alle diese Temperaturen beziehen sich auf das Wasserstoffthermometer konstanten Volumens mit einem Anfangsdruck von 780 mm Hg. Bei Reduktion auf die thermodynamische Skale ist nur die Zahl für den Siedepunkt des Sauerstoffs merklich zu verändern, nämlich in —182,97°.

Einige Platin-, Kupfer- und Bleisorten wurden bei der Temperatur des siedenden Wasserstoffs und einigen höheren Temperaturen auf ihren elektrischen Widerstand untersucht. Man nimmt an, daß ein Draht um so weniger Verunreinigungen enthält, je größer das Verhältnis seiner Widerstände bei 100° und 0° ist. Parallel damit geht die Abnahme des Widerstandsverhältnisses mit zunehmender Reinheit des Metalls bei einer bestimmten Temperatur unterhalb 0°. Dieser Parallelismus ist bei Platin auch noch bei der tiefsten Temperatur gewahrt. Ein besonders reines Platin mit dem Widerstandsverhältnis 0,0061 bei —252,8° und 0° ist wohl nur zufällig erhalten.

Für die Zwecke der Thermometrie lassen sich die Widerstandsverhältnisse $R = r/r_0$ und $R' = r'/r'_0$ zweier Platinthermometer zwischen 0 und -193° durch die empirische Gleichung

$$R' = R + A(R-1) + B(R-1)^2$$

aufeinander beziehen. Die Konstanten A und B bestimmt man aus zwei zusammengehörigen Wertepaaren von R und R' . Sind bereits die Widerstandsverhältnisse R für ein Thermometer bekannt und etwa tabellarisch niedergelegt, so genügt es, das Widerstandsverhältnis R' des unbekannten Thermometers bei zwei Fixpunkten, dem Siedepunkt des Sauerstoffs und dem Siedepunkt der Kohlensäure oder des Wassers, zu bestimmen und mit den aus der Tabelle entnommenen Widerstandsverhältnissen R in Beziehung zu setzen. — Für das ganze Intervall von $+100^\circ$ bis -253° reicht die quadratische Reduktionsformel nicht aus; zwischen 0 und -253° ist sie dagegen für die untersuchten Platinsorten, abgesehen von einem englischen Platin, noch mit guter Näherung gültig. — Die Widerstandsverhältnisse von Platinsorten verschiedener Herkunft lassen sich weniger leicht aufeinander reduzieren als von Platin gleicher Herkunft.

Die Versuche zur Bestimmung der spezifischen Wärme von Gasen bei niedrigen Temperaturen sind fortgeführt und auf eine Reihe mehratomiger Gase: Methan, Acetylen, Äthylen, Äthan ausgedehnt. Ferner wurden die Versuche zur Bestimmung der mittleren spezifischen Wärme der Luft zwischen 20 und 100° bis 200 at fortgeführt, wobei folgende Werte der spezifischen Wärmen gefunden wurden:

p kg/cm ²	c_p
1	0,2415
25	0,2490
50	0,2554
100	0,2690
150	0,2821
200	0,2925

Es ergibt sich hieraus, daß die bisher bekannten Werte von *Lussana* bei hohen Drucken viel zu groß, bei 150 at um etwa 50 % zu groß sind. Die aus den Drosselversuchen berechneten Werte dagegen stimmen mit den vorliegenden direkt gemessenen gut überein.

Es sind die Isothermen von trockener kohlenstoffsaurefreier Luft und von Argon bei den Temperaturen 0° , 50° , 100° , 150° , 200° für Drucke zwischen 19 und 76 m Quecksilber mit einer Genauigkeit der pv -Werte von 0,3 ‰ festgelegt worden. Um die Isothermen für Drucke von 19 m Quecksilber abwärts bis 0 m Quecksilber zu vervollständigen, wurde für den Druck 0 als wahrscheinlichster Wert des Ausdehnungskoeffizienten 0,003 661 8 angenommen. Aus dem für den Druck 0 extrapolierten pv -Wert der 0° -Isotherme,

für welche der Definition gemäß für $p = 1$ m Quecksilber $pv = 1$ ist, können dann die pv -Werte für die Temperaturen 50° , 100° , 150° , 200° bei dem Druck 0 berechnet werden. Die so ergänzten Isothermen liefern sehr genau die Abweichungen des Gasthermometers konstanten Druckes und konstanten Volumens von der thermodynamischen Skala. — Versuche zur Bestimmung der Heliumisothermen im selben Umfange wie bei Argon und Luft sind in Angriff genommen.

Eine Bestimmung des Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes von Quecksilber zwischen 0° und 100° lieferte das Resultat

$$r_t = r_0 (1 + 889 \cdot 10^{-3} \cdot t + 1 \cdot 10^{-6} \cdot t^2)$$

in guter Übereinstimmung mit den früher von *Guillaume* (0° bis 60°) und von der Reichsanstalt (0° bis 30°) gefundenen Werten.

Mehrere Arbeiten der Reichsanstalt verdanken ihre Entstehung dem Umstande, daß die Reichsanstalt neuerdings mit einem Apparat zur Herstellung von flüssigem Wasserstoff ausgerüstet ist, der die Gewinnung von 0,5 l pro Stunde gestattet. Die eine dieser Arbeiten dient der Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit und elektrischen Leitfähigkeit an ein und demselben Metallstück (als erstes reines Kupfer) bei mehreren Temperaturen zwischen 20° und 373° abs. Als Methode wurde die elektrische Heizung nach *Kohlrausch* zugrunde gelegt, die direkt Werte für das Verhältnis beider Leitfähigkeiten gibt, und Beobachtung im stationären Zustand gestattet. Allerdings stehen dieser Methode bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffs erhebliche Schwierigkeiten entgegen, einerseits wegen der hohen elektrischen Leitfähigkeit der reinen Metalle in tiefen Temperaturen und der dadurch bedingten Anwendung starker Ströme, andererseits wegen der geringen Verdampfungswärme des Wasserstoffs (pro ccm nur etwa $\frac{1}{6}$ der von flüssiger Luft) und der verhältnismäßig geringen verfügbaren Mengen flüssigen Wasserstoffs.

Weiter wurde das Lichtbrechungsvermögen des flüssigen Wasserstoffs nach der Wiedemannschen, auf Totalreflexion beruhenden Methode in Rot, Gelb und Blau bestimmt unter Verwendung eines kugelförmigen, bis auf zwei lichte Streifen versilberten Vakuummantelgefäßes. Es ergab sich, daß der experimentell gefundene, auf das Vakuum als zweites Medium korrigierte mittlere Brechungsquotient 1,112 innerhalb der auf kleiner als 2 ‰ geschätzten Fehlergrenze mit dem Wert übereinstimmt, den man aus dem Brechungsquotienten des gasförmigen Wasserstoffs erhält, wenn man das „relative Brechungsvermögen“

$$\frac{\nu^2 - 1}{\nu^2 + 2} \cdot \frac{1}{d}$$

(ν = Brechungsquotient, d = Dichte) als konstant voraussetzt.

Endlich wurde der flüssige Wasserstoff benutzt, um die Ausdehnung des amorphen Quarzes

(Quarzglases), die früher schon bei höheren Temperaturen ermittelt war, bis zu dieser Temperatur abwärts zu bestimmen. Es ergab sich, daß der untersuchte Quarzglaskörper nach Durchschreiten des schon früher beobachteten Längenminimums (bei etwa -80°) auch jenseits -190° bis -253° kontinuierlich an Länge zunimmt, daß also die Ausdehnungskurve auch in tiefen Temperaturen glatt verläuft. Zwischen -253° und $+100^{\circ}$ läßt sich die Ausdehnung des Quarzglases nahezu durch die Gleichung dritten Grades $l_t = l_0 (1 + 0,362 \cdot 10^{-6} \cdot t + 0,001813 \cdot 10^{-6} \cdot t^2 - 0,00000340 \cdot 10^{-6} \cdot t^3)$ darstellen.

Die Dichte des Heliums wurde durch Wägungen mit einer erstrebten Genauigkeit von $1/100$ neu bestimmt und der erhaltene Wert zu einer Neuberechnung des Atomgewichtes des Heliums benutzt. Es ergab sich 4,001.

Unter den Arbeiten aus dem Gebiete der *Strahlung* wird zunächst über den Fortgang der Bestimmungen der Konstanten c des Strahlungsgesetzes schwarzer Körper berichtet. Mit einem neuen Quarzprisma, dessen Absorption an der noch unzerschnittenen Platte gemessen war, ausgeführte c -Bestimmungen sowie neue c -Bestimmungen mit dem früher benutzten Prisma zwischen dem Goldschmelzpunkt und 1400° C. ließen einen merklichen Unterschied nicht erkennen.

Die Untersuchung über photochemische Desozonisierung an Ozonlösungen in Sauerstoff, Stickstoff und Helium ist beendet. Die spezifische photochemische Desozonisierung ergibt sich bei verdünnten Lösungen unabhängig von der Konzentration und bei O_3 -Lösungen in indifferenten Gasen größer als bei O_3 -Lösungen in O_2 , was durch sekundäre Rückbildung von O_3 aus O und O_2 erklärt wird. Im allgemeinen ist unter Berücksichtigung der sekundären Reaktionen das Verhalten verdünnter Lösungen mit dem Einsteinschen Satz in Einklang zu bringen, während in konzentrierteren Lösungen die spezifische photochemische Ozonisierung erheblich größer ist, als der Satz von *Einstein* erwarten läßt. — Die Versuche über photochemische Ozonisierung des Sauerstoffs, die bisher mit einer mittleren Wellenlänge von $0,211 \mu$ ausgeführt sind, wurden auf die Wellenlänge $0,253$ ausgedehnt.

Außer den früher an keilförmigen Platten untersuchten lichtstarken Interferenzen wurden die Interferenzen variablen Gangunterschiedes beobachtet, die *Hr. v. d. Pahlen* theoretisch gefunden hatte. Diese Interferenzen treten immer im parallelen Licht auf und sind ebenfalls sehr scharf, wenn auch lichtschwach.

Das Bogenspektrum des Eisens wurde in der 2. Ordnung des großen Rowlandschen Gitters zwischen $\lambda 4282$ und $\lambda 5140$ gemessen und der Einfluß von Bogenlänge, Stromstärke und Expositionsdauer auf die Wellenlänge untersucht. Es zeigten sich bei 2 Normalen 2. Ordnung und einer

Reihe anderer Linien Differenzen in der Wellenlänge, die diese Linien als Normalen ungeeignet erscheinen lassen.

Es gelang Anodenstrahlen herzustellen, die viel homogener sind als die Kanalstrahlen und keine merkbare Umladung auf ihrem Wege erleiden. Ferner wurde festgestellt, daß bei genügender Kleinheit der Anode, bei geringen Drucken und mittleren Stromstärken auch in reinen, von elektronegativen Dämpfen freien Gasen, wie Wasserstoff und Helium, ein anormal hoher Anodenfall und Anodenstrahlen entstehen. Hiernach besteht eine völlige Parallele zwischen den Gesetzmäßigkeiten des anormalen Anoden- und Kathodenfalles.

Weiter wird berichtet über die Messung von ϵ/μ an Kathodenstrahlen, über die Lichtemission von Metaldämpfen, die Leuchterregung von Gasen durch Kathodenstrahlen. Ferner wurde untersucht, ob harte γ -Strahlen von Radiumemanation durch Kristalle gebeugt werden, wie dies für Röntgenstrahlen und sehr weiche γ -Strahlen der Fall ist. Es ergab sich aber für Steinsalz, Flußspat, Gold- oder Wismutkristalle keine Andeutung eines Beugungseffektes.

Bezüglich der Röntgenstrahlen konnte im Falle des Quarzes gezeigt werden, daß die Intensität der Reflexion in einer direkten Proportion zur Belegungsichte der reflektierenden Kristallschichten mit Molekülen bzw. Atomen steht. Hierbei ist unter Belegungsichte die Anzahl der Moleküle bzw. Atome pro cm^2 der betreffenden Schicht zu verstehen. Weiter wurde nachgewiesen, daß dünne Bleche gewisser handelsüblicher Metalle infolge ihrer mikrokristallinen Struktur bei der Durchstrahlung mit Röntgenstrahlen auf der photographischen Platte gemusterte Bilder geben, deren Charakter durch vorhergehende Erhitzung des Metalles beeinflusst werden kann.

Erfolgreiche Versuche bei Verwendung von Radium- und Mesothor-Präparaten zu Heilzwecken haben von Juli 1913 an eine äußerst lebhaftere Nachfrage nach radioaktiven Präparaten verursacht. Dies machte sich in einer starken Zunahme der Prüfungsarbeiten bemerkbar, derzufolge das Radiologische Laboratorium der Reichsanstalt erheblich erweitert werden mußte. — Die Messung konzentrierter Radium- und Mesothor-Präparate erfolgt in der Reichsanstalt fast ausschließlich in der Weise, daß die γ -Strahlung des Präparats mit der eines Standard-Präparates verglichen wird, welches an die internationalen Normale in Paris angeschlossen ist. Die Vergleichung geschieht durch elektroskopische Messung der von den γ -Strahlen erzeugten Ionisationsströme, wobei Präparat und Standard nacheinander in gleichen Abstand von dem Meßinstrument gebracht werden. Die Methode gibt trotz ihrer Einfachheit eine Meßgenauigkeit von etwa 0,5%. — Der Gesamtgehalt aller geprüften Präparate entsprach 2271 mg Radium-Element, die auf 117 Röhrchen verteilt waren, gegen nur 11 Präparate im Ver-

jahre mit einem Gesamtgehalt von 26,3 mg Radium-Element.

Infolge der starken Prüftätigkeit des Radiologischen Laboratoriums konnten die wissenschaftlichen Arbeiten nicht so rasch wie wünschenswert gefördert werden. Bei den Versuchen zur genauen Bestimmung der Zahl der von einem Gramm Radium pro Sekunde emittierten α -Teilchen wurde eine neue Zählmethode ausgearbeitet, die sich auch zur Zählung von β -Strahlen als anwendbar erwies. Es wurde nämlich beobachtet, daß ein in der Nähe einer negativ geladenen Spitze vorbeifliegendes α - oder β -Teilchen eine Spitzenentladung in Luft von Atmosphärendruck auszulösen vermag. Das Eintreten der Spitzenentladungen läßt sich am einfachsten beobachten, wenn man die Spitze mit einem Elektrometer von geringer Trägheit, z. B. mit einem Lutz-Edelmannschen Ein-Faden-Elektrometer verbindet. Das Eintreten jedes einzelnen α - oder β -Teilchens in den die Spitze enthaltenden Ionisierungsraum macht sich dann durch eine ruckweise erfolgende Bewegung des Elektrometerfadens bemerkbar. Die bei einer einzelnen Spitzenentladung ausgelöste Elektrizitätsmenge ist sehr beträchtlich, so daß man ohne weiteres große Elektrometer-Ausschläge erhält. Die Herstellung und Justierung des Zählapparates bietet keine experimentellen Schwierigkeiten. — Mit Hilfe des Zählapparates sollen nun eine Reihe die Natur und die Eigenschaften der β -Strahlen betreffender Probleme eingehender untersucht werden.

Wir wenden uns jetzt noch kurz zu der Tätigkeit der II. (technischen) Abteilung der Reichsanstalt. Die Prüfungsaufträge haben hier auf der ganzen Linie zugenommen; beispielsweise stieg die Zahl der untersuchten, nichtärztlichen Quecksilberthermometer von rund 5000 im Jahre 1912 auf rund 6500 i. J. 1913, diejenige der Thermoelemente, insonderheit solche aus Platin und Platinrhodium, von 1045 auf 1265. Trotz dieser starken Beanspruchung hat die Abteilung noch Zeit gefunden, sich mit der Lösung und Bearbeitung technisch-wissenschaftlicher Fragen zu befassen, von denen hier nur einige genannt sein mögen. So finden wir unter den Arbeiten des Starkstromlaboratoriums die Stichworte: Untersuchung an Stromwandlern, Anwendung des magnetischen Spannungsmessers, zusätzliche Kupferverluste, kritische Kupferhöhe einer Nut und kritisches Widerstandsverhältnis einer Wechselstrommaschine, Messung der Verdrehung umlaufender Wellen, Widerstandsmessungen mit schnellen Schwingungen, elektrolytische Ventilwirkung und Quecksilbergleichrichter. Wir müssen es uns leider aus Raumangel versagen, auf die gewonnenen Ergebnisse näher einzugehen.

Unter den Arbeiten des Schwachstromlaboratoriums verdient die absolute Ohmbestimmung ganz besonderes Interesse. Die elektrischen Messungen sind im Berichtsjahre nahezu abge-

schlossen; sie betrafen die absoluten, d. h. die auf intern. Ohm und Sekunde bezogenen Selbstinduktionswerte dreier Ohmspulen und ihrer sämtlichen Unterabteilungen. Eine in Aussicht genommene Neubestimmung der Spulendurchmesser nach einer komparatorischen Methode ist durch die in der Werkstatt der Reichsanstalt erfolgte Konstruktion eines Komparators vorbereitet. Bevor die Messungen hiermit abgeschlossen sind, kann über die Genauigkeit der früheren Ausmessungen nichts ausgesagt werden. Aus der Kombination der bisherigen Dimensionsmessungen mit den absoluten elektrischen Messungen ergibt sich, daß die Länge der Quecksilbersäule von 0° und vorgeschriebenem Querschnitt, welche ein absolutes Ohm darstellt, ziemlich nahe 106,25 cm beträgt.

Im Magnetischen Laboratorium haben Versuche, mittels einer Kombination von Joch- und Isthmusmethode Sättigungswerte magnetischer Materialien auch an den 6 mm dicken Stäben zu bestimmen, die sonst zur Aufnahme von Hysteresisschleifen dienen, zu einem befriedigenden Ergebnis geführt. — Versuche über den Einfluß von Erschütterungen auf die magnetischen Eigenschaften von Dynamoblech haben gezeigt, daß Erschütterungen, wie sie beispielsweise auf dem Transport mit der Bahn unvermeidlich sind, ganz ähnlich wie andauerndes Erwärmen („Altern“) die magnetischen Eigenschaften von Dynamoblech nicht unerheblich verschlechtern, nämlich die Permeabilität verringern und den Hystereseverlust vergrößern. — Die Bearbeitung weiterer Fragen seitens des Laboratoriums: Versuche zur Aufnahme von hysteresefreien Magnetisierungskurven; Messung von Anfangspermeabilität und Gansscher reversibler Permeabilität mittels des Magnetometers; Einfluß der chemischen Zusammensetzung und thermischen Behandlung bei Eisenlegierungen; Untersuchung von Nickelstahl — kann hier nur angedeutet werden.

Im Laboratorium für Wärme und Druck wurde die systematische Untersuchung von Thermoelementen aus unedlen Metallen in Angriff genommen. Bisher wurden untersucht Elemente, bestehend aus Konstantan-Eisen, Nickel-Nickelstahl (mit verschiedenem Nickelgehalt), Nickel-Nickelchrom und Nickel-Kohle. Die Untersuchungen lassen schon jetzt erkennen, daß einige dieser Elemente sich bis zu Temperaturen von 1000° und darüber verwenden lassen, wenn man an die Genauigkeit der Messungen geringere, aber für die meisten technischen Zwecke ausreichende Anforderungen stellt und mit einer kürzeren Lebensdauer der Thermoelemente rechnet. — Wesentlich vervollkommen wurden die Einrichtungen zur Messung der Homogenität von Thermoelementdrähten. Es wurde ein elektrisch heizbarer Ofen konstruiert, der es bei Platin- und Platinrhodiumdrähten nicht nur gestattete, kürzere Stücke des Drahtes

zu erhitzen, um die an den Enden dabei auftretenden Thermokräfte zu messen, sondern auch ermöglichte, die Drähte mit Normaldrähten abzutasten. Die Homogenitätsprüfung, welche zu einer wertvollen Kontrolle der Vergleichung mit Normalthermoelementen dient, wurde allmählich in solchem Umfange in die laufende Prüfung eingeführt, daß jetzt der überwiegende Teil der geprüften Elemente auf Homogenität untersucht ist.

Das Optische Laboratorium meldet u. a. die Konstruktion eines besonderen Refraktometers zur Ermittlung der Trockensubstanz von Zuckerfabrikprodukten. Die Untersuchungen heller Lösungen erfolgen mit diesem Refraktometer im durchfallenden weißen, die Beobachtungen dunkler Säfte dagegen im reflektierten Lichte. Auf diese Weise läßt sich selbst die dunkelste gewöhnliche Melasse direkt ohne Verdünnung noch genau mit dem Apparat untersuchen. — Untersuchungen über die Lichtbrechung von Flußspat und Quarz sind begonnen worden, ebenso Objektuntersuchung, wobei sich zwischen der Foucaultschen und der Hartmannschen Methode im allgemeinen eine Übereinstimmung innerhalb der von Hartmann angegebenen Fehlergrenzen zeigt.

Das Chemische Laboratorium setzte seine Untersuchungen über die Platinmetalle fort. Es wurde ein analytischer Gang gefunden, nach welchem es gelingt, Platin, Palladium, Iridium, Rhodium, Ruthenium, Gold, Silber, Kupfer und Eisen qualitativ zu erkennen, wenn diese Metalle zu je 1 mg in einer Chloridlösung vereinigt sind. — Tantal als Ersatz für Platin im chemischen Laboratorium muß nach eingehenden Untersuchungen der Reichsanstalt als minderwertig bezeichnet werden. Auch das „dehnbare Wolfram“ ist wegen seiner großen Sprödigkeit zur Herstellung dünnwandiger Gefäße nicht geeignet und kann schon wegen seiner Angreifbarkeit durch Salzsäure mit dem Platin keineswegs konkurrieren. Die meiste Aussicht, das Platin als Gefäßmaterial bei chemischen Arbeiten wenigstens teilweise zu ersetzen, bietet das Gold, das zwar weich und leicht schmelzbar ist, aber der Wirkung alkalischer Mittel besser widersteht, als jedes andere Metall. — Auf Versuche zur Reindarstellung von Nickel und Wismut sowie die Förderung der kalorimetrischen Metallbestimmung durch das Chemische Laboratorium der Reichsanstalt kann hier nicht eingegangen werden; ebenso muß bezüglich der Arbeiten der Werkstatt der Reichsanstalt auf den Originalbericht verwiesen werden.

Ein Anhang umfaßt 92 Nummern von Veröffentlichungen aus der Reichsanstalt im Jahre 1913. Hiervon haben mehr als die Hälfte (52) amtlichen Charakter, während die übrigen von Beamten der Reichsanstalt privatim verfaßt wurden.

Einfluß der Entfernung und Überpflanzung der Keimdrüsen auf die sekundären Geschlechtsmerkmale der Tiere.

Von Privatdozent Dr. Arnold Japha, Halle a. S.

Die Frage nach den Beziehungen zwischen den primären und sekundären Geschlechtsmerkmalen ist eine alte. Die beiden entgegenstehenden Anschauungen sind kurz folgende: es gibt einen übergeordneten bestimmenden Faktor für primäre und sekundäre Sexualcharaktere, das Geschlecht ist von den Keimdrüsen unabhängig, jedes Organ, ja jede Zelle, ist geschlechtlich differenziert — *dagegen*, die primären Sexualcharaktere bedingen das Geschlecht und damit die sekundären, nur die Keimdrüsen haben ein Geschlecht, das Soma ist geschlechtslos, wobei zunächst noch unentschieden bleiben kann, ob die Übermittlung auf nervösem Wege oder auf chemischem durch die Hormone der inneren Sekretion stattfindet. Eine Unterfrage wäre die, ob die Hormone bei beiden Geschlechtern identisch sind und nur die präformierten Anlagen auslösen oder spezifisch und in den indifferenten Organen die spezifischen Sexualcharaktere auslösen.

Die älteren Beobachtungen sowohl an menschlichen und Haustier-Kastraten, die allerdings meist nur die Ausfallerscheinungen beim Fehlen der männlichen Keimdrüse zeigen, als auch an den gelegentlich vorkommenden Zwittern solcher Tiere, die normal getrenntgeschlechtlich sind, waren durchaus nicht eindeutig. Zeigten sich nämlich bei den beobachteten Kastraten, die ja fast sämtlich den höheren Wirbeltieren angehören, deutliche Beeinflussungen des Körpers durch das Fehlen der Keimdrüse, so boten andererseits die Zwitter ein sehr verschiedenartiges Bild. Zuweilen stimmten hier die inneren Geschlechtsorgane mit dem äußeren Habitus des Tieres überein, so daß z. B. bei einem halbierten Zwitter die rechte Körperhälfte äußerlich und innerlich männlich, die linke weiblich war; doch ist das durchaus nicht die Regel. Sehr viel häufiger zeigten sich gar keine Beziehungen zwischen den inneren Geschlechtsorganen und dem äußeren Habitus, sei es, daß die Keimdrüsen eingeschlechtlich waren, die äußeren Merkmale zweigeschlechtlich oder umgekehrt, sei es, daß die Keimdrüsen ganz verkümmert waren und trotzdem äußerlich das Tier einen zwittrigen Eindruck machte.

In den letzten Jahren sind wir nun durch eine Reihe von planvoll angestellten Versuchen der Lösung obiger Fragen nähergekommen, so daß es sich verlohnt, einen kurzen Überblick über die gewonnenen Resultate zu geben. *Oudemans* war wohl der erste, der (1896) bei wirbellosen Tieren, in der Absicht, die Korrelation zwischen primären und sekundären Sexualcharakteren festzustellen, Kastrationen vornahm. Den Anstoß zu seinen Versuchen gab ein Halbseiten-Zwitter eines Buchfinken (*Fringilla coelebs*), den *Max Weber* sezierete, und bei dem auf der rechten, männlichen Seite

sich ein Hoden, auf der linken, weiblichen Seite ein Ovarium befand. Sein Untersuchungsobjekt war der Schwammspinner (*Ocnaria dispar*); er entfernte bei jugendlichen Raupen die Keimdrüsenanlagen von der Bauchseite her. Eine große Anzahl überstand den Eingriff und lieferte normale Puppen und Falter. Beim Schwammspinner unterscheiden sich die beiden Geschlechter sehr stark voneinander; das Männchen ist klein, dunkel gefärbt und hat stark gekämmte Fühler, in seinem Temperament ist es lebhaft; das Weibchen ist erheblich größer, fast weiß mit sparsamer dunkler Zeichnung, hat leicht gezähnte Fühler und fliegt fast garnicht. Es zeigte sich nun, daß nicht die mindeste Beeinflussung durch die Kastration eingetreten war. Die männlichen Tiere, denen die Hoden fehlten, sahen genau so wie normale Männchen aus, ebenso die Weibchen. Die Sektion der Tiere ergab später, daß die Kastrationen vollständig geglückt waren und auch keine Regenerationen stattgefunden hatten, von den Keimdrüsen ließ sich keine Spur mehr nachweisen. Auch die psychischen Eigenschaften waren nicht im mindesten verändert; die Tiere kopulierten nicht nur wie normale, sondern die Weibchen folgten sogar ihrem Legeinstinkt. Beim Schwammspinner bildet nämlich das Weibchen einen Eierhaufen, der von der lockeren Wolle, die das Tier mit seinen Hinterbeinen sich vom Leibe abstreift, bedeckt wird. Die kastrierten Weibchen nun, denen ja die Eiröhren fehlten, bildeten ganz die gleichen Schwämme aus ihrer Hinterleibswolle, natürlich ohne Eier. Acht Jahre später (1904) hat *Kellogg* die Versuche beim Seidenspinner (*Bombyx mori*) mit genau dem gleichen Erfolge wiederholt. Auch bei anderen Insektenordnungen ergab das gleiche Experiment die gleichen Resultate: *Regen* kastrierte (1909 und 1910) Feldgrillen (*Gryllus campestris*).

Gonadentransplantationen in den Bereich seiner Versuche zog als erster (1908) *Meisenheimer*, der damit überhaupt die ersten Gonadentransplantationen bei Insekten vornahm. Bei Wirbeltieren waren sie schon vorher mehrfach, allerdings zu anderen Zwecken, ausgeführt, so um nur die bekanntesten zu nennen von *Berthold* schon 1849, ferner von *Knauer* (1896), *Ribbert* (1898), *Herlitzka* (1900), die meist nur die Degeneration der Transplantate feststellten; nicht viel besser erging es *Lode* (1895) und *Foges* (1898 und 1902) bei Hähnen und *W. Schulz* (1910) bei seinen ausgedehnten Ovarialüberpflanzungen auf fremde Species, Varietäten und Männchen bei Nagetieren; doch war *Halban* schon 1901 bei seinen Untersuchungen über die Abhängigkeit der Menstruation vom Ovarium die Autotransplantation der Eierstöcke beim Affen gelungen. Erwähnt seien hier nur noch die Ovarialüberpflanzungen, die *Guthrie* (1908) bei schwarzen und weißen Hühnern ausführte, um den Einfluß des Somas auf die Ovarien festzustellen.

Meisenheimer benutzte als Untersuchungsobjekte ebenfalls vornehmlich den Schwammspinner, daneben noch einige Spinnerarten, z. B. die Schleimspinner (*Orgyia*), bei denen der sexuelle Dimorphismus noch größer ist: das Weibchen ist flügellos. Er wiederholte zunächst die Versuche von *Oudemans* und *Kellogg*, teilweise bei noch sehr viel jüngeren Raupen, indem er nur von der Rückenseite operierte, ging dann aber noch weiter, indem er der Kastration in vielen Fällen den Austausch der Keimdrüsen folgen ließ, so daß er bei einseitiger Kastration echte Zwitter, bei doppelseitiger die Umkehrung des Geschlechts erzielte. Ferner extirpierte *Meisenheimer* auch noch die Anlagen der Geschlechtsausführwege usw. sowie der Flügel, da er in dem einen Falle eine etwaige Beeinflussung der äußeren Geschlechtsmerkmale von den Anhangsdrüsen usw. des Geschlechtsapparates, in dem anderen den möglichen Einfluß der überpflanzten andersgeschlechtlichen Keimdrüse auf das Flügelregenerat untersuchen wollte. In all diesen Fällen war gar keine Beeinflussung weder im Aussehen noch im Verhalten bei den geschlüpften Faltern nachzuweisen, so daß also die Gonadentransplantation ebenso wie die Kastration völlig unveränderte Tiere ergab, selbst in den Fällen, wo die Flügel regenerierten.

Kopeč (1912) baute *Meisenheimers* Versuche noch weiter aus, indem er einerseits noch mehr Falterarten heranzog, von Tagfaltern Weißlinge und Zitronenfalter, andererseits sich nicht mit dem einfachen Austausch der Geschlechtsdrüsen begnügte, sondern für die beiden entfernten Keimdrüsen mehrere Paare des anderen Geschlechtes einpflanzte. Ferner versuchte er durch Infusion zerriebener Gonaden sowie der Hämolymphe des anderen Geschlechts eine Beeinflussung, ersteres, um eine innigere Berührung aller Anlagen mit der Gonadensubstanz hervorzurufen, letzteres, da ja auch an die Möglichkeit zu denken war, daß der geschlechtsbestimmende Faktor nicht in den Gonaden lag, wissen wir doch durch *Steche* (1912), daß das Blut bei vielen Raupen in den beiden Geschlechtern eine verschiedene Farbe zeigt, also sich etwas verschieden verhalten muß. Der Erfolg war in allen Fällen negativ, wie bei den früheren Untersuchungen.

Ganz andere Ergebnisse zeigten die Versuche an Wirbeltieren, die bisher von Amphibien und Säugetieren vorliegen. Schon 1894 hat *Steinach* Kastrationen männlicher Frösche vorgenommen und dadurch ein Schwinden der Brunstorgane (Daumenschwiele usw.) hervorgerufen, die bei Injektion von Hodensubstanz sich wieder ausbildeten. Gleichgerichtete Versuche an Fröschen, die noch durch Transplantationen der Keimdrüsen des gleichen oder anderen Geschlechts variiert wurden, haben *Nußbaum* (1909), *Meyns* (1910), *Meisenheimer* (1910) ausgeführt. Hierbei riefen aber nicht nur die eingepflanzten Hoden, sondern bis zu einem gewissen Grade auch die eingepflanzten Ovarien in den männlichen, kastrierten Tieren

die männlichen Brunstorgane hervor. *Harms* machte 1910 die gleichen Versuche ohne Resultat. Bei Wassermolchen, bei denen die Männchen durch den schön gezackten Rückenamm und die lebhaft gefärbte Bauchfläche ein auffallendes Hochzeitskleid zeigen, konnte *Bresca* im selben Jahre durch die Kastration das Schwinden dieses Kleides bis auf Spuren feststellen, während sie beim Weibchen ohne Einfluß blieb. Keimdrüsenüberpflanzungen glückten ihm nicht.

Bei den Säugetieren liegen die Ergebnisse der Untersuchungen, die an den Namen *Steinach* (1894, 1910, 1912, 1913) geknüpft sind, sehr viel klarer. Nachdem er zuerst die Wirkung der Kastration auf jugendliche Ratten studiert hatte, versuchte er zunächst durch Verfütterung der Hoden diese Wirkung zu paralysieren — mit völlig negativem Ausgang. Dagegen war der Erfolg der autoplastischen Hodentransplantation durchaus positiv, alle 46 operierten Tiere verhielten sich genau wie normale Männchen. Die mikroskopische Untersuchung der eingehielten Hoden ergab später die bemerkenswerte Tatsache, daß das spermatoogene Gewebe völlig degeneriert war, während sich die Zwischensubstanz mächtig entwickelt hatte. Sie allein muß also die Ausbildung zu normalen männlichen Tieren bewirkt haben, und *Steinach* bezeichnet sie daher als „Pubertätsdrüse“. Im weiteren Verlauf seiner Untersuchungen glückte ihm dann als erstem die Transplantation von Ovarien auf männliche Tiere, die früher bei Säugetieren immer erfolglos versucht war. Sie glückte ihm aber erst nach Kastration der Männchen; ohne diese gingen in den Kontrollversuchen die Transplantate auch stets zugrunde. Die Operationen wurden bei 3—4 Wochen alten Ratten und 2—3 Wochen alten Meerschweinchen ausgeführt, und zwar wurden die Ovarien am Bauchfell oder direkt unter der Haut der Versuchstiere eingepflanzt; die letztere Operationsmethode hatte den Vorteil, daß man das Wachstum der eingepflanzten Eierstöcke durch die Haut verfolgen konnte. Fast die Hälfte der Operationen glückte. Um die nötigen Kontrolltiere zu haben, wurden immer die Tiere eines Wurfs unter den gleichen Bedingungen aufgezogen, so daß sich normale, kastrierte und der Transplantation unterworfenen Geschwister nebeneinander befanden. Es stellte sich heraus, daß bei ihnen, im Gegensatz zu den Amphibien, die eingepflanzten Ovarien keinen fördernden Einfluß auf die männlichen Merkmale, im Gegenteil, einen hemmenden ausübten, wie die Reduktion des Penis zeigt — die Hormone müssen also spezifisch sein. Dagegen fördern sie das Wachstum der Brustdrüsen, Mamma und Mamilla entwickelten sich wie beim normalen Weibchen. Vom 5. Monat ab zeigte auch das Wachstum des Skeletts und des ganzen übrigen Körpers das grazile weibliche Verhalten. Vom 10. Monat ab war auch das Haarkleid das seideweiche der Weibchen geworden, während sich zu gleicher Zeit bei den normalen Brüdern das strupp-

pige Fell der Männchen zeigte. Die gleiche Umstimmung zeigte das psychische sexuelle Verhalten. Der männliche Trieb blieb aus, dagegen zeigten sich die beiden typisch weiblichen Reflexe, das Hochhalten des Schwanzes des vom Männchen getriebenen Tieres und der Abwehrreflex. Endlich waren die Tiere nicht geschlechtlich indifferent für fremde Männchen, sondern wurden von ihnen als Weibchen behandelt.

Bei der Fortsetzung dieser Versuche stellte sich schließlich noch heraus, daß die feminisierten Männchen noch kleiner und zierlicher waren als ihre normalen Schwestern; ferner, daß bei ihnen eine Sekretion der Milchdrüsen eintrat, die normalerweise beim Weibchen erst am Ende der Schwangerschaft auftritt, und daß sie sogar junge Ratten säugten und sich ihnen gegenüber ganz wie Muttertiere verhielten. Das Ovarium scheint also nicht nur als Pubertätsdrüse zu wirken, sondern auch die Funktionen, deren Auslösung man früher allgemein dem Fötus oder der Placenta zugeschrieben hat, hervorzurufen. Bei den letzten Versuchen ist es *Steinach* auch gelungen, die Maskulierung von infantilen Ratten- und Meerschweinchenweibchen hervorzurufen, die technisch größere Schwierigkeiten bereitete. Die kastrierten Tiere, denen Hoden eingepflanzt waren, erreichten die Körpermaße normaler Männchen, das Skelett zeigte dieselbe Beschaffenheit wie bei diesen, die Behaarung wurde struppig, und die Öffnung der Vagina verengte sich außerordentlich bei den Meerschweinchen und verschwand bei den Ratten vollständig. Auch die sexuelle Psyche war gleicherweise umgewandelt, die Tiere verhielten sich genau wie Männchen, verfolgten brünstige Weibchen und versuchten die Kopulation.

Wenn wir die Resultate der oben geschilderten Versuche zusammenfassen, so ergibt sich daraus zunächst ein verschiedenes Verhalten der untersuchten Tiergruppen: bei Insekten eine völlige Unabhängigkeit der sekundären Geschlechtsmerkmale von den primären — der geschlechtsbestimmende Faktor ist ein übergeordneter (er tritt, wie hiervon unabhängig ausgeführte Zelluntersuchungen anderer Forscher wahrscheinlich machen, schon bei der Befruchtung — durch das Geschlechtschromosom — in Erscheinung). Bei Wirbeltieren ergibt sich eine Abhängigkeit, die in geringerem Grade bei Amphibien, in hohem Maße bei Säugetieren aufgedeckt ist. Ferner zeigte sich, daß die Einwirkung durch spezifische Hormone hervorgerufen wird.

Neuerdings scheint, wie aus zahlreichen, zum Teil sehr sensationell gefärbten Notizen der Tageszeitungen hervorgeht, im Dresdner Zoologischen Garten ein Gonadenaustausch an zwei jungen Damhirschen versucht zu sein, doch ist die seit der Transplantation verlaufene Zeit wohl noch viel zu kurz, als daß positive Resultate sich schon ergeben haben könnten.

Die neue Galenausgabe und das griechische Ärztekörpus der Akademien.

Von Geheimrat Prof. Dr. Karl Sudhoff, Leipzig.

Am Ende des gewaltigsten Ringens, das die Menschheit kennt, um Naturerkenntnis und Meisterung der Naturkräfte zum Heile der Kranken und zur Bewahrung der Gesunden steht *Galenos*. Er faßt zusammen, sichtet und ordnet neu, was über das Wesen des Organischen und seine Lebenserscheinungen in der Mitte des Naturganzen griechische Naturphilosophie und griechische Medizin seit *Hippokrates* erforscht und durchdacht hat. Er kennt sie alle, auch die nach der Entstehung des Hippokratischen Schriftenkörpus sich mit Bau und Funktion des Menschenkörpers, mit seinen Veränderungen unter der Einwirkung krankmachender Momente, mit diesen pathogenen Faktoren selbst, mit den Mitteln zur Behebung der Störungen, diätetischen oder pharmakologischen, beschäftigt haben. Er hatte noch die ganze große medizinische Literatur der Hellenen von allen Pflanzstätten und Pflegestätten an Kleinasien Küsten, auf seinen Inseln, in Sizilien und Süditalien, in den Lehr- und Forschungshallen Alexandriens, unverkürzt zur Hand und schöpfte aus dem Vollen, doch nicht ohne Nachprüfung in Beobachtung, im biologischen Experiment; aber er schöpfte nach Belieben und schaltete souverain mit seinen Vorlagen, ohne daß wir in den meisten Fällen kontrollieren könnten, ob er etwas und wie viel an selbst Beobachtetem vorträgt und welche Schlüsse er selbst daraus gezogen haben mochte.

Fast zwei Jahrtausende lang hat man alles als sein Eigenes angesehen und ihn als den höchsten Meister altgriechischer Heilkunde verehrt — man hat jetzt zu zweifeln begonnen, sein Wert ist tiefer gesunken oder seine Schätzung wenigstens, als zu den Zeiten, da man ihn als überlebt verließ, trotzdem man seine relative Größe noch gelten ließ.

Man tritt heute mit anderen Gedanken an ihn heran. Man sucht auch ihm Antwort zu entlocken über das, was vor ihm war, was er uns direkt kenntlich oder in Verhüllung bewahrt hat. Freilich ist bei ihm die Verhüllung weit dichter als bei den großen Enzyklopädisten der spätalexandrinischen und byzantinischen Medizin, einem *Oribasios*, einem *Alexandros* von Tralleis, einem *Aetios*, einem *Paulos*, obgleich man sich auch dort hat täuschen lassen und manchem dieser Ärzte den Wert weit größerer Selbständigkeit, bedeutender eigener Leistung hat zuerkennen wollen, der ihm nicht gebührt. Bei *Galenos* ist das Verhältnis unter allen Umständen ein anderes. Die Einkleidung der Gedanken und der Tatsachenschilderung ist allenthalben von ihm. Leicht handhabt er den Griffel, allzuleicht nur und allzu weitschweifend, breit und endlos, in flüssiger, allzu flüssiger Diktion dehnen sich und

verflachen sich die Gedanken zu oft öder, unerträglicher Langeweile — trotzdem der Mann immer etwas zu sagen hat.

Von seinen Jugendtagen an schrieb er, wo er auch war, und diktierte fast bei jeglicher Beschäftigung. Der dünne Faden seiner rieselnden Worte riß niemals ab. Aber er beherrschte sein Gebiet völlig. Grundlegend unterrichtet bei Mathematikern und Philosophen hat er in Biologie und praktischer Medizin das vorhandene Wissensmaterial voll in sich aufgenommen, nicht nur gedächtnismäßig, sondern wissenschaftlich verarbeitet im Anschauen, Nachschaffen und Nachprüfen. Das zeigen besonders seine Anatomie und Physiologie in inniger Verknüpfung.

Wohl hat auch hier die Frage volle Berechtigung und ihre Beantwortung wird sich immer wieder aufdrängen, wie viel von dem anatomischen Tatsachen- und Beobachtungsmaterial, das er vorträgt, verdankt er seinen Vorgängern, z. B. dem bedeutenden *Marinos*? — vielleicht alles. Trotzdem lehrt uns schon die Art, wie er in den „anatomischen Encheiresen“ den Leser gleichsam an der präparierenden Zergliederung, an dem vivisektorischem Experiment teilnehmen läßt, daß er das ganze anatomische Detail, wenigstens am Tierkörper, nachkontrolliert hat. Man erkennt dabei aber auch sofort die enge Verbindung, in der bei ihm Bau und Funktion in der Lehre stehen und in der Forschung und die große Gefahr Galenischer Denk- und Darstellungsweise mit ihrer teleologischen Zurechtlegung alles Beobachteten, schnellfertig und wenig in die Tiefe dringend und darum weitere Forschung überflüssig erscheinen lassend.

Ein flacher Rationalismus und Dogmatismus beherrscht nicht nur Morphologie und Funktionslehre, sondern die ganze Medizin des *Galenos*, bei der es uns allerdings wieder versöhnen kann, wenn wir sehen, wie sich in seinem Schrifttum der genetische Prozeß seiner eigenen Fortentwicklung in sicherer Methodik und ehrlichem Streben ausspricht, wie er im eigenen Einarbeiten und Erfahrungsgewinnen von den theoretischen Gebieten, zu deren Erfassung sein Riesenfleiß und sein scharfer Verstand ihn sofort in den Stand setzen, beginnt und gewissenhaft, im Wachsen eigener Erfahrung, zu den praktischen Fächern weiterschreitet. Und Erfahrungen in reichem Maße zu sammeln, dazu war er allerdings in der Lage, in der Chirurgie der Verletzungen während seiner jahrelangen Dienste als Gladiatorenarzt zu Pergamon, in intern Medizinischem auf Grund seiner ausgedehnten Praxis allenthalben und besonders in der Weltstadt Rom, wovon er überall in seinen Schriften ein weidliches Aufhebens macht mit der in hervorragendem Maße ihm eignenden Selbstgefälligkeit der vorderasiatischen Graeculi. Nach Rom hatte es ihn gezogen, wie so viele seinesgleichen, wie den Falter ins Licht, wie eine schöne Frau in den Bereich

staunender Augen der Männer. Was er von seinen dortigen Erfolgen selbst erzählt, muß zwar mit prüfender Skepsis betrachtet werden; aber ohne Zweifel ist er in höheren Gesellschaftskreisen und selbst bei Hofe ein vielgesuchter Arzt gewesen. Vorträge und Demonstrationen, wie er sie in großem Maßstabe und unter starkem Zustrom des gebildeten Laienpublikums hielt, halfen seinem Ruhme kräftig nach. Er wählte dazu besonders biologische Fragen von allgemeinerem Interesse, über Bau und Funktion des Wirbeltierkörpers, die er in teleologisch gestimmter Weise naturphilosophisch-vivisektorisches mit den Funktionen und auch dem Bau des Menschenkörpers identifizierte. Seine platte, den gemeinen Menschenverstand als Richter willkommen heißende und die Zweckmäßigkeit der Einrichtung durch den Welterschöpfer betonende Darstellungs- und Erklärungsweise der Physiologie eignete sich besonders gut zu solcher Laienbelehrung. Und auch in seiner Pathologie sah es ähnlich aus.

Auf dem Gesamtgebiete der normalen und pathologischen Biologie, wie auf dem der praktischen Medizin herrschte damals, in der zweiten Hälfte des zweiten Jahrhunderts nach Christo, ein schlimmer Wirrwarr. Durch divergente Bestrebungen der verschiedenen, für das ganze griechische Geistesleben charakteristischen „Schulen“ mit ihrer jeweilig einseitigen, jedenfalls stark ausschließlichen Betonung bestimmter Erkenntniswege, Methoden, biologischer Vorgänge, Naturerscheinungen, Agentien und Grundsubstanzen der anorganischen und organischen Körperwelt, wie sie sich in der Medizin beispielsweise in der „empirischen“, „methodischen“ und „dogmatischen“ Schulrichtung, in Humoralpathologie, Solidarpathologie und Pneumatopathologie betätigten, war in der gesamten Heilwissenschaft des späten Hellenismus eine starke Unruhe schon fast zum Dauerzustande geworden. In diesem Kampfe der Meinungen hielt *Galenos* sich durchaus nicht von einer Parteinahme fern. Er nahm mit Nachdruck seinen Standpunkt und zog gegen andere Richtungen scharf vom Leder, wie er denn von der streitsüchtigen Manier griechischen Gelehrtentums einen starken Durchschuß besaß, trotzdem ihm der Vater, in der Hoffnung, daß mit diesem Kinde Frieden und Ruhe in sein Haus einziehen möge, den Namen „der Friedfertige“ auf den Lebensweg gegeben hatte. Aber sein scharfer Verstand hatte ihn auch getrieben, alle Zeitrichtungen, wie die der Vergangenheit an der Quelle zu studieren, und er nahm so neben deren Theoremen auch all ihre Forschungsergebnisse in sich auf und verarbeitete sie alle mit seinem ordnenden Griechengeiste als seinen eigenen Besitz und gestaltete sie gleichsam neu aus seinem Innern heraus. Und all dies Erarbeitete schuf er nun um zu einem großen, durch ihn selber einheitlichen Gesamtgebäude der Medizin auf hippokratisch-dogmatischer Grundlage. Daß er selbst sich dieser dogmatischen Schulrichtung

anschließen würde, war von vornherein klar, aus seiner ganzen Veranlagung und geistigen Struktur heraus. Die Grundlage seines Systems ist die humorale Anschauung, die in den flüssigen Bestandteilen des Körpers die wichtigsten Faktoren alles pathologischen Geschehens sah. Daß er dabei einer Art hippokratischer Erneuerung von Grund auf sich befließ, sicherte ihm einen größeren Wirkungskreis, und für uns ist *Galenos* eben als solcher Erneuerer und zugleich abschließender Zusammenfasser im Moment des beginnenden Niedergangs der Medizin und Gesamtbiologie des klassischen Altertums von so besonders großer Bedeutung, und wir müssen es immer wieder als besonderen Glücksfall für die historische Forschung begrüßen, daß gerade vom Schrifttum des *Galenos* so viel uns erhalten ist, wenn wir es auch sofort wieder beklagen müssen, daß wir diese reiche Erhaltung seiner Geistesarbeit eben der verhängnisvollen Einwirkung verdanken, welche *Galenos* auf die Ausgänge der Antike vom vierten Jahrhundert an und durch das ganze Mittelalter und weit in die Neuzeit hinein ausgeübt hat.

Wer aber die Biologie und Medizin des klassischen Altertums an der Quelle studieren und aus rein historischen oder irgendwelchen erkenntnistheoretischen oder methodischen Gründen in sich aufnehmen will, der wird mit Notwendigkeit immer wieder zu *Galenos* geführt werden. Darum und aus einer ganzen Reihe anderer Gründe beginnt auch das „Körpus der griechischen Ärzte“, das jetzt zu erscheinen anhebt, in glücklicher Weise mit einer Anzahl von Galenbänden, deren erster Halbband jetzt vor uns liegt.

Doch dies hervorragende neue, aber lange schon vorbereitete Unternehmen verdient in vollem Maße, daß wir uns mit ihm etwas eingehender beschäftigen. Was will das *Corpus medicorum Graecorum*? Es dokumentiert sich ganz ausschließlich als philologisches Unternehmen; kein einziger Medizinhistoriker oder sonst ein Mediziner ist in der Leitung desselben, noch weniger natürlich unter dem Stabe der Mitarbeiter, dem die *Recensio* der Autoren anvertraut ist. In keiner einzigen Frage glaubt die Leitung auch nur des Rates eines Mediziners bedürfen zu können, getreu dem Schlagworte, das als Parole der griechischen Philologie ausgegeben wurde: „Die Historie muß sich die antike Medizin erobern“ und in engster Auslegung desselben. Die Tatsache sei hier einfach registriert, ohne daran Kritik zu üben, wie leicht es auch wäre, da sich die Philologie zum Nachweise der Berechtigung ihres Vorgehens eine Charakterisierung der Medizingeschichte zurechtgelegt hat, welche in ihrer Verallgemeinerung den Tatsachen durchaus nicht entspricht.

Aber großzügige, erstklassige Arbeit wird an eine bedeutungsvolle Aufgabe gewendet, das ist gewiß. Und die moderne Medizin und Natur-

wissenschaft beginnt sich darauf zu besinnen, daß das, was für alle Gebilde in der Natur, vor allem für die belebten, was für das gesamte Gebiet der biologischen Forschung uneingeschränkt gilt: nur in seinem *Werden*, in seiner Entwicklung ist jedes Objekt der Biologie voll zu erfassen — daß dies auch für die biologische Naturwissenschaft selbst gilt, wie auch für jede „exakte“ Naturwissenschaft. Diese gesamten Naturwissenschaften und so auch die Medizin stellen doch auch ein seit vielen Jahrhunderten, ja seit mehr als zwei Jahrtausenden bestehendes lebendiges Gebilde dar, das gleichfalls nur in seiner Entwicklung voll erfaßt und verstanden werden kann. Das berühmte Goethe-Wort: „Die Geschichte einer Wissenschaft ist die Wissenschaft selbst“ gilt nicht nur heute noch, es ist sogar noch einer gewissen Erweiterung fähig. Für exakte wie biologische Naturwissenschaften, mit in erster Linie für die Medizin als angewandte Biologie, ist die historische Erforschung der Wissenschaft selbst eine notwendige Ergänzung ihres Tagesbetriebes, der auf Fortschritt und Vertiefung vor allem gerichtet ist. Nur die volle Kenntnis des Entwicklungsganges garantiert die Dauer des Fortschrittes und die Vermeidung allzu grober Irrwege der Forschung.

Und für die gesamte Naturwissenschaft einschließlich der Heilwissenschaft ist aus diesem Gesichtspunkte heraus von geradezu unvergleichlichem Werte eine einzige Periode in ihrer Geschichte, die mit der modernen Naturwissenschaft ernsthaft verglichen werden kann.

Wohl ist es für den Spezialforscher der Geschichte der Naturwissenschaft von kaum zu über-treffendem Reize, sich in die schüchternen Anfänge eines vorwissenschaftlichen Betriebes der Natur- und Heilkunde bei primitiven und bei frühe schon hochkultivierten Völkern am Euphrat und Nil oder am Ganges und Jang-tse zu vertiefen. Wohl ist es lockend, sich mit der Wunderblüte der arabisch-persischen Naturwissenschaft und Medizin in der Hochperiode des Islam zu befassen und den Duft dieser üppig wuchernden Renaissance antiken Wissens in sich zu saugen — sehnstüchtiger lockend vielleicht noch, sich mit Erfolg durch die Dornenhecken hindurch zu winden, welche um das spröde Knöspchen des abendländischen Mittelalters so dicht gewachsen sind, das man so hochmütig verachten zu dürfen glaubt, während es doch die zarten Reiser zukunftsicher umhegt, aus denen die Frucht-bäume heutiger naturwissenschaftlicher Erkenntnis wuchsen, die sogar die hochragenden Stämme hellenischen Naturerfassens überwachsen sollten. Langsam, gar langsam ist es herangewachsen und zögernd hat es Zellschichten um Zellschichten aneinandergefügt; aber schließlich ist es doch zu Ehren gekommen, zu höheren sogar als alle Chaldäerweisheit und alle Wunderblüten des Islam. Darum soll man seine Anfänge nicht über die Achsel ansehen. Aus dem Aschenbrödel ist die

Königstochter geworden, und wer zu sehen versteht, vermag auch schon durch das löcherige Sackgewand von Salerno den Reiz der jungen Glieder zu erspähen. — —

Aber das sind Intimitäten für den Fachmann, „Biterolfisch Waldlatein“ —, für die großen Zusammenhänge geistiger Kultur und ihren Wert für das Heute kommt es kaum in Betracht, wird niemals wieder Wirkung werden. Es ist wirklich so, wie ich oben schon angedeutet aussprach, von geradezu einzigartigem Werte ist und völlig ausschließlich die erste große Periode wissenschaftlicher Erschließung und Erfassung der Natur, die vor 2½ Jahrtausenden begann und mit ihren Ausklängen rund ein Jahrtausend währte. Nur sie ist der modernen Naturwissenschaft an die Seite zu setzen, nur sie ganz allein. Nur ihre Erzeugnisse können mit wirklichem Nutzen für die heutige Forschung und Lehre noch gelesen werden, als Muster und Warnung zugleich.

Die moderne Naturwissenschaft ist in die Mannesjahre eingetreten. Sie hat ihre Jugendstürme hinter sich, die sie allein aus eigener Kraft, aus sich heraus bestehen konnte und mußte, sie ist nachdenklicher geworden und reifer und neben der ruhigen, unermüdlichen Weiterarbeit auf tausend Forschungswegen, tun denen, die führend am Werke sind, stille Stunden der Einkehr und Besinnung not, die sie damit füllen mögen, daß sie die Entwicklung ihrer eigenen Wissenschaft verfolgen, die Phasen ihres Aufstieges sich gegenwärtig halten und die Lebensarbeit und Lebensgestaltung und das geistige Ringen ihrer großen Pfadfinder — aber auch die Perioden des Stillstandes und des Niederganges, indem sie deren Ursachen nachspüren. Der Verkehr mit den Klassikern der Naturwissenschaft der letzten Jahrhunderte sei der Quickborn der modernen Forscher in den Stunden der inneren Sammlung und Einkehr. Daneben aber sollten sie zeitweisen vertrauten Verkehr pflegen, ab und zu nur, aber doch immer wieder einmal mit der jungen Wissenschaft der Hellenen, die doch zum ersten Male in der Geschichte der Menschheit wirklich Ernst gemacht mit der wissenschaftlichen Erforschung der Naturdinge, die auch ihre Jugendstürme hatte, ihr reifes Mannesalter und ihre — Zeit des Alterns und Herabsinkens. Vor der Gefahr einer flachen Nachahmung ist die moderne Naturwissenschaft gefeit. Aber tieferes Verstehen unseres eigenen Strebens werden wir entnehmen von diesem unvergleichlichen ersten Anlauf, der so vieles schon erringen durfte, und glänzende Vorbilder und ernste Mahnungen, wohin kühnes Theoretisieren führen kann und hartnäckiges Verharren selbst auf genialen Irrwegen.

Wohl dem modernen Naturforscher, der die großen Alten sich zu Freunden macht, sie sind Fleisch von seinem Fleisch, seines Strebens und Irrs, seiner Freuden und seiner Enttäuschungen Genossen! Dann mag das Wort wieder gelten: „Was griechisch ist, kommt schließlich zu Ehren.“

es wandelt auf freien Höhen, auf Wegen, die die Naturforschung nie hätte verlassen sollen. — —

Dazu erschließt uns für das Land der angewandten Naturwissenschaft der Medizin, aber nebenher auch für manches andere naturwissenschaftliche Gebiet die Pforten neu das Korpus der griechischen Ärzte, das in 32 Bänden projektiert ist, die den *Hippokrates* (2 Bände), den *Aretaios*, den *Rufos*, den *Soranos* umfassen sollen, ferner den *Galenos* (13 Bände), den *Oribasios* (3 Bände), den *Alexandros von Tralleis*, den *Aëtios* (4 Bände) und den *Paulos von Aigina*, sowie weitere 3 Bände kleinerer Autoren und zwei Bände kleinerer Kommentare zum *Hippokrates* und *Galenos*. Was griechisch nicht mehr erhalten ist, soll in lateinischer und arabischer Übersetzung publiziert werden, das Arabische gleichzeitig in deutscher Bearbeitung. Der die Leitung des Ganzen übernommen hat, bürgt durch frühere großzügige Organisationen, die er durchgeführt, für den sicheren, nicht allzu fernen Erfolg. Ehe ein weiteres Jahr vergeht, werden vier Bände vorliegen; außer dem kleinen Traktate des *Philumenos*¹⁾ über Verwundungen durch giftige Tiere und deren Heilung, den *Wellmanns* sichere Meisterhand vor Jahren schon einer vatikanischen Handschrift zu entlocken vermochte, als Morgengabe zur Geburt des jungen Unternehmens — außer *Philumenos* werden drei Halbbände²⁾ *Galenos* und ein Halbband *Paulos Aiginetes* (Buch I—IV) in Jahresfrist fertig sein. Viele andere sind schon weit vorgeschritten in der Fertigstellung, und wenn auch heute noch gilt, was ein alter griechischer Vers besagt: „Nicht jeden führt sein Weg zu *Galenos* hin,“ so sind doch gerade die zunächst zu erwartenden Galenbände von so vielfachem Interesse, daß man nur lebhaft bedauern kann, sie nicht direkt durch die Beigabe einer deutschen Übersetzung weiteren Gelehrtenkreisen zugänglich gemacht zu sehen, wie es ja für alle allgemeiner interessierenden Schriften des ganzen Korpus von Anfang an ernsthaft ins Auge gefaßt ist, wobei nur die Internationalität der Unternehmung und der große Umfang zunächst hinderlich waren. Die endgültige griechische Textrezension ist bestimmt das erste Erfordernis; sie ist ja einer ganzen Reihe von Schriften, die das Korpus umfassen wird, überhaupt noch nicht zuteil geworden.

Dank also schulden wir Naturforscher alle, besonders die historisch gerichteten, in vollem Maße

¹⁾ Corpus Medicorum graecorum. Auspiciis academicarum associatarum ediderunt academiae Berolinensis, Haunienis, Lipsiensis. X 1, 1. Philumeni de venenatis animalibus eorumque remediis, ex codice Vaticano primum edidit M. Wellmann. Leipzig, B. G. Teubner, 1908. 71 S. Preis M. 2.80.

²⁾ Erschienen bisher: Corp. Med. graec. V 9, 1. Galeni in Hippocratis de natura hominis comm. III ed. I. Mewaldt, in Hippocratis de victu acutorum comm. IV ed. G. Helmreich, De diaeta Hippocratis in morbis acutis ed. I. Westenberger. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. XLVIII, 487 S. Preis M. 20,—.

den mutigen Männern, die nun in großzügiger Weise auszuführen begonnen haben, was vor dreizehn Jahren im Schlosse zu Chantilly als Wunsch eines *Hermann Diels* und *Ludwig Heiberg* auf der ersten Generalversammlung der Assoziation der Akademien laut geworden war, was ein bedeutender französischer Medizinhistoriker, *Charles genannt Daremberg*, mit Staatsunterstützung in das Werk zu setzen begonnen hatte.

Die Galenkommentare zum *Hippokrates*, deren erster Halbband fertig vorliegt, während der zweite schon fast ganz ausgedruckt ist, mögen vielleicht nicht das am ungeduldigsten erwartete Stück des Korpus sein — als solche könnte man vielleicht die zweite *Aëtios*-Hälfte und den *Aretaios* bezeichnen —, sie sind aber ein sehr Nützliches, für die Medizingeschichte Wertvolles und — für das weitere Fortschreiten des ganzen Korpus äußerst Notwendiges, und hierin dokumentiert sich die Umsicht der Leitung. Kann doch mit der neuen Bearbeitung der Hippokratishen Schriftensammlung eigentlich erst recht begonnen werden, wenn diese Galenkommentare in neuer Recensio vorliegen. Hängt doch überhaupt das gesamte Schriftgut des Ärztekörpus aufs engste in sich zusammen, da der Schatz der byzantinischen ärztlichen Schriften nicht nur dem Sinne, sondern auch dem Wortlaute nach auf der Medizin der großen Alexandrinerzeit beruht, großenteils nur „Scherenarbeit“ im heutigen Sinne darstellt, einander ursprungsfremde Stücke unter Quellenennung oder ohne solche meist in ihrem ursprünglichen Wortlaut aneinander reihend, je nach Bedarf in größeren kompakten Textmassen oder in kleinen und allerkleinsten Schnippseln. Darum beginnt die Herausgabe auch mit dem *Paulos Aiginetes* und die Galenkommentare zum *Hippokrates* bilden eine in sich selbst begründete Ausnahme. Sie wird also im allgemeinen von den jüngsten Zeiten der altgriechischen Literatur zu den ältesten hinaufsteigen. Und wenn ja einmal in der Publikation scheinbar ein anderer Modus sich finden sollte, so kann man todsicher darauf rechnen, daß vor der endgültigen Recensio ein dazu notwendiges Buch, etwa des *Aëtios* oder *Oribasios* im Manuskript dem Bearbeiter eines früheren Autors zur Verfügung gestanden hat.

In Arbeit ist fast alles schon, die Aufteilung des Korpus an die Mitarbeiter im wesentlichen beendet. Der Druck der „Synopsis“ des *Oribasios* wird schon in der nächsten Zeit beginnen, der des *Soranos* wohl schon zu Ende des Jahres. Als weiteres Zeichen für die Umsicht der Herstellung des Ganzen diene schließlich noch der Hinweis, daß im Herbste das Manuskript der Traktate über Maße und Gewichte, soweit sie für die Medizin von Wichtigkeit sind, in die Druckerei geht.

Möge es den Männern, denen die Leitung des Ganzen anvertraut ist, vergönnt sein, das Corpus medicorum graecorum in seiner ganzen statlichen Reihe vollendet noch vor sich zu sehen.

Die Osterinsel.

Von Dr. Walter Knoche, Santiago.

Mitteilungen über die Osterinsel macht in verschiedenen Veröffentlichungen¹⁾ Dr. Walter Knoche, Direktor des meteorologischen Zentralinstituts von Chile. Knoche wollte zwecks Einrichtung einer meteorologischen und seismischen Station im April 1911 zwölf Tage auf diesem 2000 Meilen von der amerikanischen Westküste entfernten einsamen Eiland des Südpazifischen Ozeans.

Von den 248 Einwohnern der Osterinsel, zu gleichen Teilen Männer und Frauen, waren etwa 12 % von manifestem Aussatz (Lepra mixta) befallen. Die furchtbare Krankheit wurde 1900 aus Tahiti eingeschleppt, das Alter der Erkrankten schwankte zwischen fünf und sechzig Jahren. Es ist wahrscheinlich, daß die Krankheit durch eine Mückenart oder die zahlreich vorhandenen Wanzen verbreitet wird, ev. durch Fliegeninfektion offener Körperstellen. Disponierend für die Lepra mag auch die geringe Variabilität der Lebensmittel (hauptsächlich vegetarische Kost) sein, es besteht ferner Mangel an gutem Trinkwasser. — Mit Ausnahme der Grippe, die aber nur nach Besuch europäischer Schiffe auftritt, gibt es auf der Insel keine Krankheiten. Dies hängt vielleicht mit dem absoluten Mangel an Genußmitteln zusammen. Trotzdem die Osterinsel-polynesier immer im Besitze des Zuckerrohrs gewesen sind, ist ihnen die Alkoholherstellung unbekannt geblieben.

Malthusianische Prinzipien (Prohibitionsmittel) scheinen den Einwohnerinnen nicht unbekannt zu sein, dies erklärt sich aus der abgelegenen Lage der Insel, die nur einer bestimmten Anzahl Individuen Lebensmöglichkeit bot. — Das Recht primae noctis steht den älteren Männern der Gemeinde zu. Geburtshilfliche Praktiken sind bekannt. Heiße Steine werden zur Anregung der Wehen auf den Leib gelegt, die Geburt findet im Stehen statt; der Geburtshelfer beißt die Nabelschnur durch, nachdem der Akt selbst durch eine bestimmte Art der Massage unterstützt wurde. Die Nabelschnur wird beigesetzt.

Knoche kopierte einige der in der Hana-Katana (= Höhle des Menschenfraßes) befindlichen

Deckenmalereien, der einzigen, die noch bestanden, nachdem die Besatzungen von Kriegsschiffen andere zerstört resp. weggeführt haben. Es handelt sich um wahrscheinlich dem Eiergotte Make-Make geweihte, symbolisierte, in lebhaften Tufffarben (weiß, rot, schwarz, braun) ausgeführte Wiedergaben von Seevögeln; einer von ihnen scheint im Ei dargestellt zu sein. Die Seevogeleier waren mit Ausnahme der Monate Juli—September „tabu“; in diesem Monate fanden Feste statt: Jünglinge schwammen nach den an Eiern reichen Riffen Mata-Rankau und Mata-Nui; Sieger war der Schwimmer, welcher mit der größten Beute durch die Brandung zurückkehrend das Ufer erreichte. Von den Salomoninseln sind übrigens ähnliche Vogeldarstellungen auf Muschelschalen bekannt. — Kopfartige Reliefs (in der Hauptsache stark stilisierte Augen, die sich bei der Höhle Wai-Take-Take (= Wasserloch) befanden, werden als Eigentumszeichen oder als Mittel gegen den bösen Blick gedeutet.

Die Tätowierung wird seit langem nicht mehr auf der Osterinsel ausgeführt, nur die über 50jährigen sind mit den Zeichnungen versehen, schämen sich aber dieses Schmuckes einer vergangenen Kultur und verbergen sie nach Kräften vor den Fremden. Die Farbe, ein Preußischblau, wurde aus der Asche des Tistrauches (Cordyline Ti) gewonnen; die Punktion, die lang dauerte und sehr schmerzhaft war, wurde mit einem zugespitzten Vogelknochen von Männern ausgeführt. Über der Stirn finden sich diademartige Tätowierungen, die sich nach den Ohren und den Backen hin fortsetzen; die Lippen sind von einer feinen Linie umrandet. Die Hand ist über und über mit Tätowierung bedeckt, nur einfache Linienornamente, das Handgelenk umschlingend, bleiben frei. Bei einer etwa neunzig Jahre alten Frau, der einzigen, die noch in einer altertümlichen, einem umgestürzten Boote ähnlichen Hütte aus Schilf wohnte, konnte auch die Körpertätowierung, wenigstens zum größten Teile, aufgenommen werden. Sie besteht aus rudelblattähnlichen stilisierten Menschenköpfen, auf Brust, Rücken und beiden Seiten, die untereinander durch eigenartige, geschwungene Linien verbunden sind. Die Rückenfigur soll die erste Zeichnung sein und angeblich den ersten Liebhaber darstellen.

Herr Knoche teilt ferner (in freier Übersetzung) ein Märchen („Vom jungen Ure O Owehi“) mit. Nur noch ein halbes Dutzend der ältesten Einwohner sprechen den alten Dialekt von Rapa-Nui (= Osterinsel), das sich durch den Verkehr mit Missionaren aus Französisch-Polynisien mit dem Tahitidialekt stark vermischt hat. Seit der Besitzergreifung der Insel durch Chile (1888) hat auch das Spanische bei den intelligenten Insulanern rasche Fortschritte gemacht. — Das Märchen handelt von einem Jüngling, der von Hexen auf einen unbesteigbaren Berg fortgeschleppt wird, um vergiftet zu werden. Eine

¹⁾ Meteorol. Beobacht. a. d. Osterinsel (Mai 1911 bis April 1912) mit Aufsätzen von F. de Montessus de Ballore, F. Fuentes, J. Felsch, W. Knoche (Publ. Nr. 4 d. Inst. Centr. Meteorol. de Chile), Santiago 1913. — Walter Knoche, Tres notas sobre la Isla de Pajana (Rev. d. Hist. y Geogr. d. Chile), Santiago 1912. — Derselbe, Der Lepraheerd a. d. Osterinsel (Med. Klinik Nr. 1, 1913). — Derselbe, Einige Beobachtungen während einer Reise nach der Osterinsel (Med. Zeitschr. 10, 1911). — Derselbe, Geburtshilfe a. d. Osterinsel. Verhütung der Schwangerschaft a. d. Osterinsel (Ethnogr. Zeitschr. 1911). — Derselbe, Ein Märchen und zwei kleine Gesänge v. d. Osterinsel (Ethnogr. Zeitschr. I, 1912). — Derselbe, Vorläufige Bemerkung über die Entstehung der Standbilder a. d. Osterinsel (Ethnogr. Zeitschr. 1913). — Derselbe, Die Osterinsel (Die Umschau 1914).

weise Alte, die auch Tiergestalt (Taschenkrebs) annehmen kann, warnt ihn und schlägt die Hexen in die Flucht. Der Jüngling macht sich durch seinen Gesang schließlich seinem Vater bemerkbar; dieser rückt mit der Dorfgemeinde aus, um den Sohn zu befreien, und zwei kluge Frauen bewerkstelligen dies vermittelt eines eigentümlichen Netzes. Derartige Wurfnetze von viereckiger Form, mit Steinen beschwert, wurden früher im Kampfe der Inselsippen gebraucht und erinnern sehr an die römischen Gladiatorennetze. Das Märchen, wenn auch infolge langer Isolation degeneriert, entstammt wahrscheinlich dem Ausgangspunkt polynesischer Wanderungen in der asiatischen Inselwelt, durch Kontakt vielleicht dem indischen Märchenkreis. — Ein Liedchen, das die Ungeduld des Liebhabers neckisch schildert, und ein sehr naturwüchsiger, die sexuelle Sphäre berührender Gesang, der mit Tanz verbunden war, werden im Rapa-Nui-Dialekte und in freier Widergabe mitgeteilt. Der Tanz der Männer besteht im wesentlichen aus einem wechselnden Hin- und Herspringen vom linken auf den rechten Fuß, bei der Frau, die am Boden hockt, in kreisender Bewegung des Oberkörpers. Der Tanz bewirkt, auch ohne Alkohol, eine starke Erregung.

Die unter $27^{\circ} 8' S.$ und $109^{\circ} 22' E.$ gelegene, 188 km^2 große Osterinsel erhebt sich als eine rein vulkanische Bildung von rechtwinklig dreieckiger Gestalt vom Albatroßplateau. Anzeichen eines alten Gebirges und selbst Spuren koralliner Bildung fehlen. Zweifellos ist sie also nicht der Rest irgendeines alten Verbindungskontinents. Man dürfte die Entstehung der Insel vielleicht ins Jungtertiär legen. In historischer Zeit fanden zweifellos keine Eruptionen statt; daher ist die Anschauung, daß das Ende der Herstellung der bekannten Statuen (moais) und ihr Herabsturz von den Plattformen Folge eines vulkanischen Bebens war, zweifellos falsch; es handelt sich vielmehr um eine Zerstörung durch Menschenhand. Die Insel scheint ursprünglich einen Schildvulkan darzustellen, dessen Krater der höchste der Vulkane, Rana-Hana-Hana bildet; es findet ein allmählicher Abfall nach Süden statt, während im Norden die Erosion stark fortgeschritten ist. Der Vulkan Puukiteke (in der Südostecke) ist im wesentlichen ein Aschenkegel; auffallend ist, daß hier eine Ablation durch den Wind nicht nur direkt (Seigerung), sondern indirekt durch die um die Mittagszeit sehr zahlreichen Sandhosen stattfindet. Im ganzen sind auf der Insel rund zwei Dutzend Krateröffnungen vorhanden. Charakteristisch sind zahlreiche Höhlen (Schlackensäcke), deren Decke teilweise eingestürzt ist. In diesen Löchern finden sich, gegen Wind geschützt, die Bananenkulturen der Eingeborenen. In die gegen die Küste ausmündenden Tunnels stürzt die brandende See und erzeugt durch rapide Verdichtung der Luft und rasch folgende Wiederausdehnung ein weithin ver-

nehmbares eigentümliches Geräusch, das an Lawinensturz erinnert. Wegen der Porosität der vulkanischen Massen sind trotz der zahlreichen Niederschläge kaum Regenrillen vorhanden. Es fehlt jedes fließende Gewässer. Die Wasserfrage war auf der Insel daher immer eine dringende; es findet sich am Boden des dritten (südlichen) Eckvulkans Rana Kao und im Tuffvulkan Rana Roraka, der seinerzeit das Material zur Herstellung der Standbilder lieferte. Ferner gibt es Wasser am Grunde einiger der Höhlen und ferner im Meeresniveau, in den der Grundwasserspiegel aus der Küstenlinie tritt. Dieses kostbare Naß wurde von den Insulanern durch umfangreiche Umwallungen gegen das Meer geschützt, mit allerdings mäßigem Erfolge; es handelt sich um Brackwasser, das trotzdem das einzige Getränk für die früher in jenem Teil der Ostinsel lebenden Bewohner war. Zwei negative Strandverschiebungen sind vorhanden; die Gesamthöhendifferenz beträgt 20 m (über dem heutigen Hochwasserstand).

Die Osterinsel mit *Sala i Gomez* gehört wahrscheinlich als Fortsetzung der Vulkanzone Melanesien, *Samoa*-, *Tonga*-, *Gesellschaft*-, *Tubai*- und *Niedrige Inseln*, morphologisch (wie ja auch ethnographisch) zu Ozeanien.

Der chilenische Regierungsgeologe Dr. *J. Felsch*, der die zahlreich mitgebrachten Handstücke zunächst nur makroskopisch untersucht hat, findet, daß die Insel im wesentlichen aus andesitischen Ergüssen sowie deren Tuffen und Aschen aufgebaut ist. Poröse Gesteine bilden die Lavaströme und Decken, kompakte kommen als Intrusivgänge resp. Effusionsmassen vor. Den tiefsten Teil dieser Massen bilden holokristallin porphyrische Gesteine. Aplitische und lamprophyrische Gesteine sind Differenzierungsprodukte andesitischen Magmas. Einige Laven (Vulkan Rana Roi) sind wahrscheinlich zu den Trachytandesiten zu stellen. Das Alter der Insel ist ein jugendliches, höchstens tertiäres.

Herr *Montessus de Ballore*, der Direktor des seismologischen Dienstes in Chile, der die Aufzeichnungen des während eines Jahres auf der Osterinsel funktionierenden Seismographen (eine Komponente des Horizontalpendels) bearbeitete, kommt zu dem Schluß, daß die Anzahl der seismischen Bewegungen (im ganzen 65) bis zu 1200 Kilometer , d. h. dem unterirdischen Absturz des Inselsockels zunimmt; im Scheitel, d. h. der Insel selbst, fehlen merkliche Erdstöße. Die unterseeische Hochfläche ist nur als peneseismische zu bezeichnen; hierin liegt ein Beweis mehr für das geologische Alter jenes Teils des Pacifics. Die Peneseismizität der Osterinsel kontrastiert stark mit der Bebenhäufigkeit der peruanisch-chilenischen Küste und bestätigt das Gesetz von der Relation zwischen Relief und Häufigkeit der Beben.

Zum Klima der Osterinsel bemerkt *Knoche*, daß diese gerade noch in die Tropenzone (oder

ruhe bemerkbar. Im jährlichen Verlauf sind die Luftdruckänderungen über der Insel sehr bedeutende und unregelmäßige. Eine meteorologische Station mit drahtloser Telegraphie in Mataveri könnte, ähnlich den Azoren in bezug auf das Wetter Europas, für einen Prognosendienst in Chile von Bedeutung sein.

Nach Herrn F. Fuentes, Sektionschef des Museums in Santiago, der an der chilenischen Regierungskommission teilnahm, wachsen auf dem Ostereiland etwa 135 Pflanzenarten. Hier von sind 40 % einheimische resp. naturalisierte Pflanzen. 25 Arten sind tropisch, desgl. der größte Teil der kultivierten Arten. Der Vereinsamung der Insel entsprechend ist die Anzahl der Familien und Gattungen sehr groß in bezug auf die Arten; 55 wildwachsende (unter ihnen 9 kosmopolitische) verteilen sich in 25 Familien und 50 Gattungen. Es herrschen vor allem Arten aus Ozeanien und den warmen Regionen Australiens und Südamerikas vor. Die ältesten Kulturpflanzen sind von den Eingeborenen auf ihren Wanderungen mitgeführt worden, so der zur Tätowierung dienende Ti-Strauch (*Cordyline terminalis*), der Rindenstoffe (tapa) liefernde Mahute (*Broussonetia papyrifera*), der Holz spendende Toromiro (*Sophora tetraptera*) und die Hauptnahrungspflanzen *Manihot*, *Musa*, *Ficus*, *Morus*, *Ipomea*, *Saccharum*, *Colocasia*, *Pandanus* und *Dioscorea*. Gleichheit einiger Pflanzennamen in Polynesien und im Westküstengebiet Südamerikas scheint vergangene Beziehungen der Bewohner beider Regionen anzudeuten.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Frage der Entstehung maligner Tumoren.

Zum Artikel von H. Ribbert¹⁾.

In seinem Artikel kommt Ribbert unter andern auch auf die Annahme wucherungserregender Wirkungen intrazellulärer Parasiten zu sprechen. Dabei ist mir als Botaniker besonders der Satz aufgefallen: „Wie Parasiten, die ebenso wie stets auf den ganzen Körper, so selbstverständlich auch auf die Zellen, in denen sie liegen, immer schädlich wirken, also deren Lebensweise herabsetzen müssen, niemals aber steigern können, sie trotzdem zu einem lebhafteren Wachstum bringen sollten, das bleibt unbegreiflich.“ Ich maße mir nun keineswegs an, über dieses „Wie“ ein Urteil auszusprechen, sondern ich möchte hier nur feststellen, daß solche wachstumerregende Wirkungen intrazellulärer Parasiten vorkommen. Ob in tierischen Geschwülsten, entzieht sich meiner Kenntnis. Wohl aber kennen wir eine derartige Wachstumsförderung durch eingedrungene Parasiten bei pflanzlichen Zellen. Ich denke dabei hauptsächlich an die durch Plasmodiophoraceen und Chytridineen in Pflanzengewebe verursachten Wucherungen. (Dafür, daß interzelluläre tierische oder pflanzliche Parasiten auf unter Umständen weit vom Infektionsherd entfernte Zellen des Pflanzenkörpers wachstumsfördernd wirken können,

lassen sich genug Beispiele anführen. Ich verweise auf E. Küster, Die Gallen der Pflanzen, Leipzig 1911.)

Hier möchte ich, ohne weitere Literatur zu zitieren, nur auf zwei Fälle hinweisen, die ich selbst eingehender zu studieren Gelegenheit hatte¹⁾. Die beiden Abbildungen sprechen dabei eine deutlichere Sprache als das lange Schilderungen vermögen. Fig. 1a und b

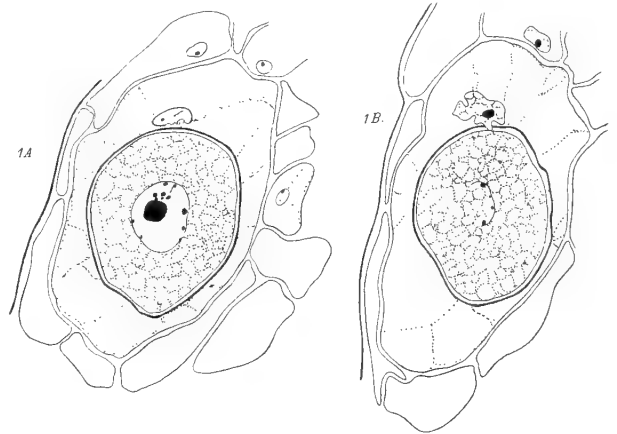


Fig. 1a und b. *Synchytrium Taraxaci*. Ziemlich junge Spore in einer Zelle von *Taraxacum*. Zwei aufeinanderfolgende Schnitte einer Mikrotomserie.

stellt eine von *Synchytrium Taraxaci* befallene Zelle unseres Löwenzahns dar. Wir sehen deutlich, daß es sich dabei um eine gegenüber den umliegenden Zellen bedeutend vergrößerte Zelle handelt, die aber im übrigen noch durchaus lebensfähig geblieben ist. Der Zellkern hat allerdings Veränderungen durchgemacht, die sich vor allem in seiner lappig gebuchteten Gestalt, vielleicht auch in Änderungen seines Chromatingehalts äußern (hierüber nähere Auskunft bei H. v. Gattenberg, Jahrb. f. wiss. Bot. XLVI, p. 453, 1909). Daß aber der Kern sich in andern Fällen auch weiterhin ganz normal verhalten kann, ja sogar richtiggehende Mitosen durchmacht, dafür soll Fig. 2 sprechen. Die

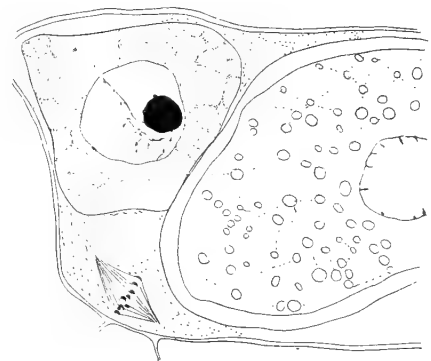


Fig. 2. *Chrysophlyctis endobiotica*. Von zwei parasitären Zellen befallene Kartoffelzelle. Rechts oben der sich teilende Kern der Wirtszelle, die nicht vollständig ausgezeichnet ist.

stark vergrößerte Zelle entstammt dem krebstartig angeschwollenen Gewebe einer von *Chrysophlyctis endobiotica* befallenen Kartoffel. Zwei Parasiten liegen in der betreffenden Zelle, die den Kern auf eine kleine

¹⁾ Jahrb. f. wiss. Bot. L, p. 95, 1911. Weitere Beispiele finden sich z. B. bei G. Tobler, Archiv f. Protistenk. XXVIII, p. 141, 1913.

¹⁾ Die Naturwissenschaften II, S. 676.

von Cytoplasma dicht ausgefüllte Ecke zurückdrängen. Trotzdem sehen wir, wie sich hier eine normale Kernspindel ausbildet und wie später wahrscheinlich die neue Teilungswand so angelegt wird, daß jede Tochterzelle auch ihren Parasiten mit abbekommt.

Mit diesen Zeilen soll nun keineswegs bezweckt werden, etwas für oder gegen die parasitäre Natur der tierischen Krebsgeschwülste auszusagen. Darüber kann ich, wie gesagt, nicht urteilen. Es war mir nur darum zu tun, den einen Satz *Ribberts*, der für pflanzliche Zellen jedenfalls nicht zutrifft, und der in seiner Allgemeinheit weder für alle Parasiten noch für alle erkrankten Gewebe Gültigkeit hat, richtigzustellen. Sollte schließlich bei dem einen oder andern Pathologen, der diese Zeilen liest, ein besonderes Interesse für Chytridineengallen erweckt worden sein, so bin ich gern zu weiterer Auskunft und auch zur Überlassung von Präparaten bereit.

Bonn, den 14. Juli 1914.

W. Bally.

Besprechungen.

Ranke, J., Der Mensch, III. gänzlich neubearbeitete Auflage. Bd. I: *Entwicklung, Bau und Leben des menschlichen Körpers*. XIV, 692 S., 323 Fig. (837 Einzeldarstellungen) u. 33 Taf. i. Farbendruck. Preis M. 15,—. Bd. II: *Die heutigen und die vorgeschichtlichen Menschenrassen*. XII, 662 S., 372 Fig. (877 Einzeldarstellungen), 31 Taf. in Farbendruck, Holzschnitt u. Kupferätzung u. 7 Karten. Preis M. 15,—. Leipzig und Wien, Bibliographisches Institut, 1911 und 1912.

In folgendem soll nur eine kurze Anzeige des nunmehr in III. Auflage vorliegenden, bekannten und bewährten Werkes gegeben, dagegen nicht auf die Einzelheiten seiner Neu- und Um-Arbeitung, die nur wenige Seiten der vorangegangenen Auflage unberührt gelassen hat, eingegangen werden.

Der Verfasser hat die während der beiden letzten Jahrzehnte gewonnenen Errungenschaften der wissenschaftlichen Anthropologie, die vor allem auf dem Gebiete der Vorgeschichte sehr bedeutend waren, mit einer alles wirklich Wichtige erschöpfenden Vollständigkeit der von ihm bevorzugten kritischen, allen Hypothesen mehr oder minder abholden Darstellung eingefügt. Es handelt sich dabei, wie bemerkt werden mag, besonders um die neueren Entdeckungen, die den diluvialen Menschen und seine Kultur betreffen, ferner um die Ergebnisse der archäologischen Forschungen in Vorderasien und Ägypten, auf dem Gebiete der ägäischen Kultur, in Kreta und auf dem Peloponnes, die die tiefe Kluft zwischen den jüngsten vorgeschichtlichen Epochen und den ältesten der Geschichte haben überbrücken helfen.

Angesichts der steigenden Bedeutung, die durch die Entwicklung unserer Kolonien die Rassenkunde für den Leserkreis des Werkes erlangt hat, hat der Verfasser dieses Gebiet ebenfalls eingehender als in den früheren Auflagen behandelt.

Einer besonderen Empfehlung bedarf das klassische, vom Verlage mustergültig ausgestattete Werk kaum. Es ist nach wie vor das Beste, zu dem der gebildete Nichtfachmann greifen kann. Rühmen möchte der Referent das durchaus zu billigende, von gewissen Moden der Illustrationstechnik unbeirrt gebliebene Festhalten des Verlages am Holzschnitt da, wo er zweifellos der Autotypie überlegen ist.

M. Wolff, Eberswalde.

Mottram, J. C.; M. B. Ldn, Controlled natural selection and value marking. London, Longmans, Green and Co., 1914. 130 S.

Das beachtenswerte Schriftchen stellt eine heuristische Theorie zur Erklärung der Verschiedenheit der sekundären Geschlechtscharaktere bei Männchen und Weibchen und der Verschiedenheit der Jugendkleider von den Färbungen erwachsener Individuen auf, die in mancher Hinsicht von den landläufigen Theorien der geschlechtlichen Zuchtwahl bzw. der Auffassung der Jugendfärbungen als Ahnenkleider (nach der biogenetischen Grundregel) abweicht.

Die als neu vorgeschlagene Theorie baut sich auf folgenden Grundtatsachen auf:

Erstens: Für die Erhaltung der Spezies im Kampf ums Dasein haben die Individuengruppen einen verschiedenen Wert; die leichter durch andere ersetzbaren und überdies oft in der Überzahl auftretenden Männchen sind weniger wertvoll als die Weibchen, mit deren Vernichtung der Bestand der Spezies gefährdet wird; ältere Tiere, die der Fortpflanzung bereits obgelegen haben, sind im Erhaltungskampfe der Spezies weniger wichtig als die jugendlichen, welche noch ihre ganzen Fortpflanzungsmöglichkeiten in sich tragen. Zweitens: Innerhalb einer Spezies sind die verschiedenen Individuengruppen verschieden ausgebildet: die weniger wertvollen Männchen sind weniger schlicht oder betragen sich auffallender als die wichtigeren Weibchen und die besonders wertvollen Jungen. Drittens: Innerhalb einer Spezies bilden sich temporär oder dauernd Gemeinschaften oder Gesellschaften; Männchen und Weibchen treten in Paarungen ein, die sie für die Fortpflanzungszeit oder gar lebenslang zusammenhalten. Eltern und Junge treten oft zu Familien zusammen; oder Familien vereinigen sich zu Herden, die Honigbiene zeigt eine sehr komplizierte Staatenbildung und dergleichen mehr.

Mottram verknüpft nun diese Tatsachen durch die Annahme, daß die natürliche Auslese die Gemeinschaften ebenso als Einheiten behandelt wie die Individuen selbst. Wie die Selektion bei den Individuen die lebenswichtigen Körperteile und Körpereigenschaften zu besonderer Zweckmäßigkeit emporzüchtet, so bringt sie auch die für den Speziesbestand wichtigsten Glieder der Gemeinschaften zu besonderer Zweckmäßigkeit; und wenn die Glieder einer Gemeinschaft voneinander in so auffallender Weise verschieden sind, wie in vielen Fällen Männchen und Weibchen beim Geschlechtsdimorphismus, so muß auch diese Verschiedenheit selbst, so zu sagen wie eine besondere Körpereigentümlichkeit der Gemeinschaft von der Zuchtwahl gefördert worden sein und mithin Erhaltungswichtigkeit für die Spezies besitzen. Bei den Vögeln z. B., die vorwiegend zu den Deduktionen benutzt werden, tragen in der Regel die wertvollen Weibchen (namentlich bei Freibrütern, die im offenen Nest während des Brütens leicht gesehen werden könnten, weniger bei Höhlennistern, die im Schutz ihrer Höhle während des Brütens außer Sichtgefahr sind) und vor allem auch die wichtigen Jugendstadien eine sehr ausgeprägte Schutzfärbung und beide verhalten sich im ganzen still und zurückgezogen, während die Männchen meist durch prächtigere Gewänder, durch Gesang und vielfach auch durch besonderes Benehmen namentlich während der Paarungs- und Nistzeit auffallen. Sie sind an sich, weil leichter ersetzbar, weniger wichtig, brauchen also in der Gemeinschaft nicht im gleichen Maße geschützt zu sein, ja sie werden — das bringt den springenden Punkt —

für die Gemeinschaft um so wichtiger, je auffällender sie aus irgend einem Grunde sind; denn um so mehr werden sie die Augen der Verfolger auf „sich“ lenken und von den für die Spezies wertvolleren Weibchen und Jungen abziehen. Die auffallenden Eigentümlichkeiten der Männchen wären also, um ein Schlagwort zu gebrauchen, Opfereigentümlichkeiten, welche die Räuber von den wertvolleren Gliedern der Gemeinschaft abziehen und die Räuber veranlassen, ihren Hunger an den weniger wichtigen Männchen zu stillen. Wenn der Kampf ums Dasein nur mit einzelnen Individuen zu tun hätte, dann müßte er auch den Männchen Schutzfarben und Unauffälligkeiten aufzuchten; da für das Fortkommen der Art aber das Durchkommen der wertvolleren weiblichen und jugendlichen Mitglieder der Speziesgemeinschaften wichtiger ist, werden die Männchen zu besonders anlockenden Opfertieren zugunsten der Gemeinschaft herangezuchtet. Hiermit steht im Einklang, daß bei polygamen Vögeln, deren Männchen viel mehr Weibchen zu befruchten vermögen als bei monogamen, auch das Prachtkleid des Männchens sehr viel auffälliger zu sein pflegt, denn um so mehr Männchen können zum Wohle der Gemeinschaft geopfert werden, und daß im allgemeinen der Geschlechtsdimorphismus bei den Vögeln um so mehr abnimmt, je strenger monogam die betreffenden Vögel sind; je unwichtiger das Männchen für die Gemeinschaft und die Spezieserhaltung in geschlechtlicher Beziehung ist, desto mehr kann es als Opfertier ausgestaltet werden, je wichtiger es (bei der Monogamie) für das Fortpflanzungsgeschäft wird, desto weniger Opfereigentümlichkeiten werden ihm von der natürlichen Zuchtwahl angezüchtet werden, um so mehr wird es also bei sonst gleichen Umständen den Weibchen gleichen. Den großen Raubvögeln, die keine Räuber über sich haben, fehlen männliche Prachtgewänder, dagegen sind sie bei den kleineren Falken, die von größeren Raubvögeln attackiert werden, vorhanden. Die Nachtvögel, ob groß ob klein, tragen im männlichen Geschlecht keine Opfergewänder, denn im Dämmerlicht können solche nicht gesehen werden. Singvögel Männchen ziehen durch ihren Gesang und ihre eventuellen Zeterrufe die Räuber von den übrigen Gemeinschaftsgenossen auf sich und bedürfen darum keiner besonderen Opferfärbungen, und dergleichen mehr.

Diese Anschauung gleicht fast auf ein Haar der von Jäger (1874) aufgestellten Theorie der „Männeropfer“, die der Verfasser an keiner Stelle erwähnt; sie hat auch viele Berührungspunkte mit der Stolzmannschen Männeropfertheorie aus dem Jahre 1885, deren schwächste Punkte (Beseitigung der das Paarungsgeschäft störenden, überzähligen, sich besonders auffallend betragenden, Junggesellen und Verminderung der männlichen Nahrungskonkurrenz durch die Männeropfer) aber kritisiert und vermieden werden. Sie unterscheidet sich von ihren Vorgängerinnen vielleicht nur dadurch, daß die Differenz von Männchen und Weibchen, von Alt und Jung (einem Körpermerkmal eines Individuums etwa vergleichbar) als Züchtungsobjekt einer höheren Einheit, der Paarungs- und Familiengemeinschaft, gesetzt wird und daß dadurch begreiflich zu machen versucht wird, daß ein Glied dieser Gemeinschaft (das Männchen) in höherem Maße preisgegeben werden kann, um andere wichtigere Glieder (Weibchen und Junge) dieser Gemeinschaft zu retten¹⁾. Wie den beiden anderen Männeropfertheorien

haftet aber auch dieser, ihrer neuen Nuance, die Schwierigkeit an, daß ein Charakter fortschreitend gezüchtet werden soll, der bei jeder Steigerung auch zugleich die Verlustwahrscheinlichkeit des Charakters steigert. Wenn die männliche Auffälligkeit im Kampf ums Dasein aus der Paarungsgemeinschaft herausgefressen wird, so kann diese Auffälligkeit doch schwerlich ein unmittelbares Züchtungsprodukt des Kampfes ums Dasein, ein durch die Räuberwelt allein veranlaßtes Selektionsprodukt sein, denn Weggefressenes vermag sich nicht zu vererben.

Trotzdem aber wird man nicht verkennen, daß in den Männeropfertheorien viel Wahres steckt; sie sind nur, im Gegensatz zu den diesbezüglichen Behauptungen ihrer Begründer, gänzlich ungeeignet, die Theorie der geschlechtlichen Zuchtwahl einzuschränken oder umzu stoßen und zu ersetzen; sondern sie bieten im Gegenteil nur eine, allerdings nicht unwesentliche, Ergänzung der geschlechtlichen Zuchtwahl und wären ohne diese ganz wertlos.

Das Weggefressenwerden der männlichen Auffälligkeiten ist zwar unverkennbarerweise für die Erhaltung der Spezies nützlich; diese nützlichen Auffälligkeiten können aber, um dies noch einmal zu betonen, doch nicht durch denselben Faktor (Räuberei), dem sie zum Opfer fallen, gezüchtet werden. Hier muß vielmehr die Wahl des Weibchens einsetzen, um den Rekord der Auffälligkeit bei den Männchen aufrechtzuerhalten oder zu erhöhen, damit das provozierte Weggefressenwerden den Grad der Auffälligkeit nicht sinken läßt. Die Männeropfertheorie erhöht also nur die Ansprüche an die geschlechtliche Zuchtwahl, indem die Gattenwahl der Weibchen kompensieren oder überkompensieren muß, was die Räuber an auffallenden Männchen vertilgt haben. Andererseits aber zeigt die Männeropfertheorie — und das ist nach Ansicht des Referenten ihre eigentliche Bedeutung —, daß die geschlechtliche Zuchtwahl kein bloßes Zufallsprodukt ist. Indem sich nämlich das Weibchen (durchschnittlich natürlich) mit einem ihm zusagenden auffallenden Männchen paart, und so dafür sorgt, daß die Auffälligkeit an die männlichen Deszendenten weitergegeben wird, tut es nicht etwas Gleichgültiges, sondern etwas für die Spezieserhaltung Nützliches, denn es sorgt zugleich (selbstredend unbewußt) dafür, daß die größere Zahl der Räuberopfer nach der Seite der für die Erhaltung der Art weniger wichtigen Männchen hinübergeschoben

des Referenten das männliche Individuum der Geschlechtsgemeinschaft etwa mit dem abbrechbaren Schwanz einer Eidechse vergleichen, die Gemeinschaftseinheit der gepaarten Geschlechter aber der Eidechse als Ganzes gleichsetzen. Wie das Losbrechen des von einem Räuber ergriffenen Eidechschenschwanzes, den übrigen davonlaufenden, für die Erhaltung der Art allein wichtigen Eidechsenkörper in vielen Fällen vor dem Untergang bewahrt, so wird in vielen Fällen die Preisgabe der Männchen die übrigen wertvolleren Glieder der Paarungsgemeinschaft retten. Aber so wenig der abgebrochene Eidechschenschwanz selbst seine Abbruchfähigkeit späteren Generationen mitteilen kann, genau ebenso wenig kann ein aufgefressenes Männchen seine der Spezies als Ganzes dienende Opfereigentümlichkeit an Deszendenten weitergeben. Der Eidechschenschwanz kann seine Bruchfähigkeit nur durch Vermittlung von dem übrigen von der Zuchtwahl gemodelten Eidechsenkörper aus erhalten haben, und genau ebenso können die männlichen Opfereigentümlichkeiten nur durch Vermittlung der überlebenden wertvolleren Gemeinschaftsteile, der Weibchen also, selektionistisch zustande kommen. Das führt, wie oben gezeigt wird, zur geschlechtlichen Zuchtwahl.

¹⁾ Schreckt man einmal vor einem etwas gewagten Gleichnis nicht zurück, so könnte man nach Ansicht

wird. Nicht das Männchen selbst, sondern die richtige, der Männerschaft gegenüber bekundete, Auswahlfähigkeit des Weibchens, welche das Prachtgewand usw. selektionistisch schafft, ist das den Speziesbestand fördernde Produkt der natürlichen Zuchtwahl. Die geschlechtliche Zuchtwahl ist keine zweite Zuchtwahlsart, die koordiniert und unabhängig neben der natürlichen Zuchtwahl steht (wie in der Regel dargestellt wird), sondern sie ist ein durch die Weibchen vermitteltes und der natürlichen Zuchtwahl subordiniertes Produkt der natürlichen Zuchtwahl selbst. Wie jede andere zweckmäßige Instinkthandlung wird die Wahlfähigkeit des Weibchens gezüchtet, weil diejenigen Weibchen, welche die männlichen Opfereigentümlichkeiten bei der Paarung am besten respektieren, hierdurch für die Arterhaltung am nützlichsten sind. Ist die Verteidigungsmöglichkeit einer Spezies an sich schon groß genug (durch Veranlagung zur Waffenbildung etwa oder dergl.), so kann auch an Stelle der Opfereigentümlichkeiten Wehrhaftigkeit treten. Das männliche Geschlecht erhält durch die „Damenwahl im Tierreich“, um diesen Ausdruck *Plates* zu gebrauchen, neben seinem primären geschlechtlichen Berufe, sekundär die weithin geltende, im Dienste der Spezieserhaltung stehende Aufgabe, die Feinde von den wertvolleren Gemeinschaftsgliedern, den Weibchen und Jungen abzuhalten, oder sich zu ihren Gunsten zu opfern, sei es durch Waffentat oder Gesang oder Farbenpracht oder irgend ein auffallendes Benehmen.

Nach Berücksichtigung dieser, dem Referenten notwendig erscheinenden Korrektur wird man in dem Mottamschen Werkchen manche hübsche Auslegung geschlechtlicher und brutpflegerischer Beziehungen finden. Wer über geschlechtliche Zuchtwahl kritisch denken, experimentieren oder schreiben will, dem kann es manche Anregung bieten.

L. Rhumbler, Hann. Münden.

Bateson, W., Problems of Genetics. New Haven, Yale University Press, 1913. Preis \$ 4.—.

Die Wiederentdeckung der Mendelschen Regeln, die bahnbrechenden Forschungen *Johannsens* über reine Linien, die de Vriessche Mutationstheorie haben zu Anfang unseres Jahrhunderts die wichtigsten Bausteine zum Aufbau eines neuen Wissenschaftsgebäudes, der Erbliektforschung geliefert. Hatten *Darwin* und viel mehr als er seine Nachfolger den Tatsachen, die die Grundlage aller Deszendenztheorien bilden sollten, der Variabilität und den Erfolgen der Kreuzbefruchtung zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt, so bricht sich nun heute die Erkenntnis mehr und mehr Bahn, daß man mit den Ausdrücken Variabilität, Selektion, Vererbung erworbener Eigenschaften operiert hatte, ohne sich vor allem durch das Experiment von der Richtigkeit der geäußerten Meinungen zu überzeugen.

Vor allem ist es nun die an die Neuentdeckung der Mendelschen Regeln geknüpfte Forschung, die uns gezeigt hat, daß wir mit unserer ganzen Vererbungslehre von vorne anfangen müssen. Und es ist neben anderen Forschern besonders der Verfasser dieses Buches gewesen, der darauf hingewiesen hat, daß wir nicht die in äußeren Erscheinungen sich manifestierenden Eigenschaften als für die Vererbung besonders bedeutungsvoll ansehen müssen, sondern daß es tiefer in den Keimzellen liegende Faktoren sind, mit denen wir rechnen müssen. Sie erst bedingen die äußerlich sichtbaren Merkmale der Organismen. Diese Faktoren und ihr Verhalten kennen zu lernen, war die Arbeit der

letzten Jahre und wird wahrscheinlich noch lange Zeit hindurch die Erbliektforscher beschäftigen.

Ging beinahe durch die ganze biologische Forschung der von *Darwin* beeinflussten Zeit bis zu Anfang unseres Jahrhunderts ein großer Zug kühnster Spekulation, so folgte nun der Rückschlag. Mit aller Skepsis der Kritik werden Vererbungsexperimente angestellt, exakte mathematische Methoden werden zum Studium der Variabilität herangezogen. Die meisten der modernen Bücher über Vererbung, ich nenne die deutschen Werke von *Haecker*, *Goldschmidt*, *Baur*, das kürzlich besprochene Buch *Johannsens*, das frühere englische des Verfassers (*Mendel's principles of heredity*) suchen der Frage der Entstehung der Arten aus dem Wege zu gehen. Auch *Bateson* scheint sich, nach der Vorrede zu schließen, lange besonnen zu haben, bevor er diese aus Vorträgen an der Yale University hervorgegangenen Kapitel veröffentlichte. Als „development of negations“ bezeichnet er sein Buch und doch scheint es dem Referenten mehr als das zu sein. Positives und Neues wird wohl jeder Biologe darin finden, denn der Verfasser versteht in gleich guter Weise zoologische und botanische Beispiele zu behandeln, und wenn wir auch einstweilen vor der merkwürdigen Erscheinung stehen, daß wir wohl eine Entstehung von Arten auseinander annehmen müssen, ohne zu wissen, wie wir uns diese Entstehung vorstellen sollen (mit den Worten des Verfassers: It is easy to imagine how Man was evolved from an Amoeba, but we cannot form a plausible guess as to how *Veronica agrestis* and *Veronica polita* were evolved, either one from the other, or both from a common form), so finden sich doch gerade hier Anhaltspunkte genug dafür, wie künftige Forscher an diese Fragen heranzutreten haben.

In dem ersten Kapitel werden die grundlegenden Fragen, ob wir in der Natur überhaupt Arten und Varietäten unterscheiden können, historisch erörtert. Es wird darauf hingewiesen, daß wir heute das, was man vor zwanzig Jahren als Variabilität bezeichnete, als einen Komplex der verschiedensten Erscheinungen aufzufassen haben. Hier wird auch schon betont, daß uns neben der großen Variabilität immer wieder verblüffend konstante Species entgegentreten, die, so nahe sie auch verwandt sind, niemals durch Zwischenglieder verbunden erscheinen. Dabei lassen sich in den gut studierten Fällen mit dem besten Willen keine Beziehungen der auffallenden Speciesunterschiede zu der Außenwelt feststellen. Von einem Kampf ums Dasein zwei solcher friedlich nebeneinander existierender Arten kann in den meisten Fällen keine Rede sein.

In den folgenden Kapiteln sucht der Verfasser bis zu den für den heutigen Stand unseres Wissens letzten Quellen der Variabilität vorzudringen. Er sucht die Variationen in zwei Kategorien einzuordnen, in durch den Zellteilungsvorgang bedingte und in solche, die sich auf das Substrat der Zellen selbst beziehen. Eine geistvolle Idee ist es, die Zellteilung nicht als etwas Abgesondertes, sondern in weiterem Zusammenhang mit den in der belebten und unbelebten Natur vorkommenden Teilungserscheinungen zu betrachten. Solche Betrachtungen und Vergleiche können uns ja vorläufig nur Analogien liefern, die aber zu weiterem Nachdenken anregen müssen. In diesem Zusammenhang werden nun verschiedene Dinge wie die bilaterale Symmetrie, die häufige Ähnlichkeit gleichgeschlechtlicher Zwillinge, die Syndactylie bei Wirbeltieren, Fasciationen bei Pflanzen behandelt, ohne daß, wie der Referent gestehen muß, der Zusammenhang mit den Vererbungsproblemen immer deutlich hervortritt.

Des längeren wird dann die Erscheinung der serialen Homologie, die uns ja im Tier- und Pflanzenreich immer wieder entgegentritt, behandelt und mit der rhythmischen Zonenbildung in unbelebten Materien verglichen. Der Verfasser gelangt dabei ganz unabhängig zu ähnlichen Schlüssen wie *Küster* in seinen Versuchen über Zonenbildung in kolloidalen Medien. In diesem Zusammenhang werden dann auch die Erscheinungen der Regeneration im Organismenreich mit der Regeneration der Kristalle verglichen.

Erst jetzt beginnt der Verfasser mit dem, was wir im allgemeinen unter Erblichkeitsproblemen verstehen. Da wird zunächst einmal ausgehend von der Faktorenlehre auseinandergesetzt, wie schwierig es ist, sich das neue Auftreten eines dominierenden Faktors vorzustellen. Wohl können wir uns denken, daß ein Faktor verloren geht, daß Verlustmutanten sich bilden, aber für das Auftreten neuer Faktoren fehlt uns jede Möglichkeit des Begreifens. Schließlich gelangen wir so auf einen allerdings sehr merkwürdigen Ausweg, indem wir uns sagen müssen, daß schließlich jede neue Eigenschaft schon einmal latent vorhanden war, daß sie aber durch die Gegenwart von Hemmungsfaktoren in ihrer Ausbildung zurückgehalten wurde. So kommen wir notgedrungen zur Annahme größerer stoßweiser Änderungen, wie sie die Mutationstheorie annimmt.

Aber in der Mutationslehre hat sich ja auch gezeigt, wie der Verfasser gleichzeitig und unabhängig von *Heribert Nilson* nachzuweisen sucht, daß das am besten studierte Beispiel eines mutierenden Organismus die de Vriessche *Oenothera lamarckiana* zu guter Letzt nichts anderes darstellt als einen Bastard mit allerdings sehr komplizierten Spaltungserscheinungen, die sich aber wahrscheinlich bei richtiger Anwendung der Faktorenanalyse werden erklären lassen. Leider hat sich der Verfasser nicht mehr mit der neuesten Arbeit von *Gates* über *Oenothera gigas* auseinandergesetzt können.

Die folgenden Kapitel sind nun hauptsächlich dem Selektionsproblem gewidmet und es wird an einer Reihe höchst interessanter Beispiele gezeigt, daß, wo auch immer das Entstehen neuer Formen beobachtet wurde, sich die so entstandenen Arten doch niemals durch irgendein besonderes im Kampf ums Dasein wertvolles Merkmal auszeichnen. Die Beweise für diese Anschauung lassen sich im Rahmen dieses Referats unmöglich wiedergeben, aber jedem Biologen und besonders jedem eingefleischten Darwinianer sind die Abschnitte über lokale Variation und über transgredierende Formenkreise zur Lektüre zu empfehlen.

Was die Vererbung erworbener Eigenschaften betrifft, so decken sich die Ansichten von *Bateson* vollständig mit denen von *Johannsen* und *Baur*. Alle die vielen Versuche der letzten Jahre haben uns keinen einzigen unzweideutigen Fall kennen gelehrt, wo sich eine unter neuen Außenumständen aufgetretene Eigenschaft wirklich vererbt, d. h. bei Zurückbringen der Nachkommen in die alten normalen Bedingungen durch mehrere Generationen erhält. Die Fälle von Mutationen bei niederen Organismen werden eingehender als in dem *Johannsenschen* Buche behandelt. Aber auch hier wissen wir noch viel zu wenig absolut Zuverlässiges. Einige Fälle der durch äußere Einflüsse hervorgerufenen Mutanten bei höheren Pflanzen und Tieren können meist einer kritischen Prüfung nicht standhalten.

Zum Schluß wird das Problem der Sterilität der Hybride behandelt, und es wird gezeigt, daß sich hier

vielleicht noch einmal ein Anhaltspunkt gewinnen läßt zu der von den Systematikern zu allen Zeiten mehr gefühlsmäßig gemachten Unterscheidung von Arten und Varietäten.

In dieser Besprechung konnten nur einige der leitenden Gedanken des geistvollen Werkes wiedergegeben werden. Die Frage, was bei dem Versagen der „phylogenetischen Methoden“ der Systematiker jetzt tun soll, beschäftigt noch zuletzt den Verfasser. Nach *Batesons* Ansicht kann seine Aufgabe nur sein, Kataloge zu machen, Kataloge, die aber niemals genau genug sein können. Sollen sich die Systematiker auf Seite *Jordans* stellen, der *Erophila verna* in 200 kleine Species zerlegte, oder sollen sie eine „Sammelart“ daraus machen? Nach *Bateson* muß heute die Entscheidung entschieden für *Jordan* ausfallen.

W. Bally, Bonn.

Loeb, Jacques, Artificial Parthenogenesis and Fertilization. Originally translated from the German by W. R. O. King. Chicago, The University of Chicago Press, 1913.

Das Werk ist ein auf Grund der Ergebnisse der letzten vier Jahre erweiterte Neuausgabe von *Jacques Loeb's* „Die chemische Entwicklungserregung des tierischen Eies“ (Springer, Berlin, 1909), das ursprünglich von W. O. R. King ins Englische übersetzt worden ist.

An Hand von zahlreichen Tabellen und Textfiguren (zum Teil Photogrammen) werden die Versuchsreihen des Verfassers beschrieben, die sich hauptsächlich auf eine künstliche Befruchtung des Seeigeleies, nebenbei aber auch auf Versuche mit Eiern von Seesternen, Anneliden, Mollusken und Fröschen erstrecken. Die künstliche Parthenogenese bei Pflanzen wird an Hand der Versuche von *I. B. Overton* mit Fucaceen kurz besprochen.

Eine Erklärung der beschriebenen Tatsachen wird versucht auf Grund der vom Autor schon 1905 und 1906 veröffentlichten Theorie, daß es zwei Faktoren sind, die chemisch-physikalisch den Mechanismus erklären sollen, durch den das „lebende Spermatozoon“ den Entwicklungsvorgang des Eies auslöst. Es handelt sich 1. um Einwirkung des Hauptfaktors (essential factor), der dadurch eine Veränderung in der Oberfläche des Eies bewirkt, daß er vermittels einer zytolyisierenden Substanz, eines „Lysins“, die Bildung einer Befruchtungs- oder Dottermembran (fertilization oder vitelline membrane) hervorruft, und 2. um den sogenannten „corrective factor“, der nach erfolgter Membranbildung den gänzlichen Verfall des Eies verhindert (deshalb life-saving factor), und der bei der künstlichen Parthenogenese wahrscheinlich durch die Hydroxylionen einer hypertonischen Lösung ersetzt wird.

Die vom Verfasser beschriebenen Versuche beanspruchen ja an und für sich besonderes Interesse, da aber auch Fragen aus der allgemeinen Biologie, wie z. B. über den natürlichen Tod und die durch die Befruchtung bewirkte Verlängerung der Lebensdauer der Eizelle, über die Befruchtung durch fremdes Blut und die Immunität der Eizelle gegen solches der eigenen Art, über die Beziehungen zwischen Befruchtung und Cytolyse, zwischen Permeabilität und physiologischer Wirkung von Säuren und Basen, mit in den Betrachtungskreis gezogen werden, so gebührt dem Buche wohl die Beachtung weiterer Kreise. Als „Handbuch“ für Spezialarbeiten auf diesem Gebiete ist es vielleicht deshalb nicht so sehr geeignet, weil ein zusammenfassendes Verzeichnis der nur in Fußnoten zitierten Literatur fehlt.

A. Koch, Münster i. W.

Heß, Carl, Die Entwicklung von Lichtsinn und Farbensinn in der Tierreihe. Vortrag, gehalten bei der Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, am 25. September 1913. Wiesbaden, J. F. Bergmann, 1914. 33 S. und 12 Abbild. Preis M. 1.60.

Die vergleichende Physiologie des Gesichtssinnes war bis vor einigen Jahren ein Gebiet, in dem es fast ganz an experimenteller Bearbeitung der Fundamentalfragen fehlte. Nur einige Kapitel aus dem mehr physikalischen Teil, besonders die Lehre von der Akkommodation, waren näher untersucht, dagegen lagen über den Licht- und Farbensinn der Tiere nur wenige Beobachtungen und Versuche vor und diese konnten den methodischen Anforderungen, die man heutzutage an solche Untersuchungen stellen muß, nicht genügen. Wenn wir den Ausführungen folgen, die Heß im vorigen Herbst vor der Naturforscherversammlung über das Thema des Licht- und Farbensinnes in der Tierreihe geben konnte, so tritt uns ein stattliches Lehrgebäude entgegen und heute erscheint dies Kapitel der vergleichenden Physiologie besser durchforscht, als die meisten der solange stiefmütterlich behandelten vergleichenden Lebenslehre. Daß dem so ist, ist fast ausschließlich Heß' Verdienst, der in unermüdlicher Arbeit die Methoden geschaffen hat, die uns ein Urteil über den Lichtsinn der Tiere gestatten, der diese Methoden immer wieder den besonderen Bedingungen der einzelnen Untersuchungsobjekte anzupassen verstanden und an Vertretern der verschiedensten Klassen und Ordnungen des Tierreichs die Prüfung der Leistungen der Lichtsinnsorgane durchgeführt hat.

Mit wenigen Worten läßt sich das letzte Resultat dieser grundlegenden Forschungen zusammenfassen: Allen Wirbellosen und unter den Wirbeltieren noch den Fischen fehlt die Fähigkeit, getonte (bunte) Farben wahrzunehmen, ihnen erscheint die Welt grau in grau, genau so wie einem total farbenblinden Menschen, genau so wie jedem Normalsichtigen, der bei dunkeladaptiertem Auge, bei schwacher Beleuchtung, d. h. ausschließlich mit Hilfe seines Stäbchenapparates beobachtet. Für alle diese Tiere liegt die hellste Stelle des Spektrums in Gelbgrün oder Grün, während für das farbenzüchtige helladaptierte menschliche Auge die hellste Stelle im Gelb liegt. Nur die höheren Klassen des Wirbeltierstammes, die Amphibien und Säugetiere einerseits, Reptilien und Vögel andererseits haben ein dem Menschen ähnliches oder gleiches Farbsehen.

Wie lang der Weg zu dieser Erkenntnis war, die für eine Reihe biologischer Fragen von weittragenden Konsequenzen ist (Schutzfarben, Lockfarben, Schmuckfarben usw.), wie zahlreiche die experimentellen Schwierigkeiten und die entgegenstehenden Vorurteile, das ersieht man aus den lichtvollen Ausführungen des Verfassers, die einen Markstein in der vergleichenden Physiologie des Licht- und Farbensinnes bedeuten. Bei der weitgehenden Bedeutung dieser Fragen ist in den *Naturwissenschaften* schon mehrfach von den Untersuchungen die Rede gewesen und ich versage mir hier ein näheres Eingehen auf die Einzelheiten der Beweisführung, da noch in einigen weiteren Artikeln die Resultate für einzelne Tiergruppen erörtert werden sollen.

A. Pütter, Bonn.

Sternberg, Wilhelm, Die Physiologie des Geschmacks.

Würzburg, Curt Kabitzsch, 1914. X, 65 S. Preis M. 2.20.

Aus der Fülle der Probleme, die die Physiologie des Geschmacks bietet, hat der Verfasser, der durch zahl-

reiche experimentelle Arbeiten mit dem Gebiete aufs engste vertraut ist, wesentlich eine Gruppe herausgehoben und in der vorliegenden Programm- und Streitschrift näher beleuchtet: Eine Gruppe von Problemen, die sich bei der Ernährung des Menschen, bei der Zubereitung der Speisen und Getränke bieten, also die Probleme einer psycho-physiologischen Grundlage des Geschmacksgenusses bzw. seines Gegenteils, des Ekel. Dementsprechend ist nicht nur von den vier Geschmacksqualitäten: süß, sauer, bitter, salzig und dem doppelten Gegensatzpaar: Süß-Sauer und Süß-Bitter, das unter ihnen vorkommt, die Rede. Im Sinne des Verfassers, der dem allgemeinen Sprachgebrauch, nicht aber dem engeren in der Sinnesphysiologie üblichen entspricht, kommen vielmehr als Komponenten des Geschmackes sehr wesentlich die Geruchs-, Tat- und Temperaturempfindungen in Betracht, die die Speisen auslösen, sowie die weder physikalisch noch chemisch genügend definierbare „Frische“ der Speisen. Nicht chemische Reinheit ist es, auf die es geschmacksphysiologisch ankommt, sondern die „harmonische Mischung“ der einzelnen wirksamen Komponenten. Aufgabe einer derartig aufgefaßten Physiologie des Geschmackes muß es sein, die Gesetze der harmonischen Mischung zu finden, die Appetit machen, die wohlschmeckend sind, ebenso wie die Gesetze der unharmonischen Mischungen, die abschmeckig wirken oder Ekel erregen. Wie stiefmütterlich diese Art Geschmackphysiologie behandelt wird, die in derselben Weise die Lehre von den Geschmacksempfindungen als Grundlage der Lehre vom Geschmacksgenuss betrachtet, wie etwa *Helmholtz* die Lehre von den Tonempfindungen als „physiologische Grundlage für die Theorie der Musik“ entwickelte, mag daraus erhellen, daß als Quelle der wenigen Tatsachen, die auf diesem Gebiete Allgemeingut sind, noch immer *Brillat-Savarin*'s Werk angeführt wird, das fast 100 Jahre alt ist. In scharfer Polemik wendet sich *Sternberg* gegen die Art der Behandlung der Fragen des Appetites, des Geschmackes, durch die *Pawlows*che Schule, wie gegen die Vernachlässigung geschmacks- oder besser genußphysiologischer Erwägungen bei der Krankenernährung, gegen die Übertreibungen der Abstinenz und die sonderbaren Systeme einseitiger Ernährung, die von gewissen Seiten gepredigt werden, sowie gegen die ausschließlich chemische und energetische Beurteilung des Wertes der Nahrung. Sehr vieles, was der Verfasser sagt, klingt wie Selbstverständlichkeiten, aber da ganz „selbstverständliche“ Forderungen in Hinsicht auf den Geschmack (im weitesten Sinne) in der Tat oft, und besonders in der Krankenhauskost nicht berücksichtigt wurden und werden, so müssen sie eben ausgesprochen werden, und es ist ein Verdienst, sie nicht nur auszusprechen, sondern auch positive Anleitungen zu ihrer Erfüllung zu geben, wie es *Sternberg* tut. A. Pütter, Bonn.

Verworn, Max, Irritability. Silliman Memorial Lectures. New Haven, Yale University Press, 1913. 264 S. Preis \$ 3.50. *Erregung und Lähmung.* Jena, G. Fischer, 1914. X, 304 S. und 113 Abbild. Preis geh. M. 10,—, geb. M. 11,—.

Die allgemeine Physiologie der Reizwirkungen ist das ureigenste Gebiet von *Verworn*, das er seit mehr als zwei Dezennien bearbeitet. Von den relativ einfachen Reaktionen der Amöben bis hinauf zu den kompliziertesten Leistungen des Nervensystems der höheren Tiere verfolgt *Verworn* sein Ziel. Die große Fülle von Spezialarbeiten *Verworn*'s und seiner Schüler verdankt ihre Entstehung dem allgemeinen Problem. Dieses Problem, das Problem der Irritabilität, ist von

fundamentaler Bedeutung, „denn wenn wir die Irritabilität der lebendigen Substanz und ihre Reizreaktionen bis in ihre letzten Bedingungen analysiert hätten, wäre damit der Lebensvorgang selbst erkannt“. Nach diesem Ziele strebend reihte *Verworn* mit eiserner Konsequenz Gedanken an Gedanken, das bereits vorhandene Material von diesem Gesichtspunkt aus bearbeitend und vor allem eine große Reihe neuer experimenteller Untersuchungen anregend. Durch den engen inneren Zusammenhang der einzelnen Glieder untereinander gleicht das Werk einem mächtigen Gebäude, in dem jeder neu eingefügte Stein als Grundlage für die folgende höhere Stufe dient.

Das Fundament bildet die von *Verworn* gegebene Definition des Reizbegriffes: Reiz ist jede Veränderung der äußeren Lebensbedingungen. Durch diese klare Begriffsbestimmung, die erkenntnistheoretisch auch allein den Forderungen der modernen Naturwissenschaften gerecht wird, sind dem Reizbegriff und seinen Anwendungen alle mystischen Beimengungen, die zu so viel Verirrungen in der Biologie führten, genommen. Die spezielle Charakteristik der Reize und ihre Einteilung ergibt sich weiter als natürliche Folge dieser Definition (Kap. II und III).

In der auf den ersten Blick scheinbar unübersichtlichen Fülle der mannigfaltigen Reizwirkungen läßt die Analyse die allgemeinen Prinzipien erkennen: die primäre Wirkung der Reize besteht in der Beschleunigung (Erregung) oder Verlangsamung (Lähmung) der spezifischen Stoffwechselvorgänge der lebendigen Systeme. Alle anderen sekundären Reizwirkungen lassen sich auf diese primären, quantitativen Reizwirkungen zurückführen (Kap. IV).

Die Analyse des Erregungsvorgangs läßt uns tief in den Mechanismus des Stoffwechsels eindringen (Kap. V). Der Begriff der Erregung wird präzisiert als Beschleunigung des oxydativen Zerfalls von stickstofffreien Verbindungen.

Auf Grund der neuen Erkenntnisse über die Gültigkeit des Alles-oder-Nichts-Gesetzes erscheint die Physiologie des Nerven sowie allgemein die Frage der Erregungsleitung in ganz neuem Lichte. Auch hier werden die allgemeinen Prinzipien der Erregungsleitung durch Vergleich der verschiedensten Objekte, wie Wirbeltiernerv und Diffugienpseudopodien, klargelegt (Kap. VI).

Der Analyse des Refraktärstadiums ist Kap. VII gewidmet. Hier zeigt wiederum eine vergleichende Untersuchung, daß das Refraktärstadium eine allgemeine Eigenschaft der lebendigen Systeme darstellt. Die Ermüdung beruht auf einer durch relativen Sauerstoffmangel bedingten Verlängerung des Refraktärstadiums.

Den Mechanismus der Interferenzwirkungen, wie sie besonders im Zentralnervensystem als Summation, Hemmung und Tonus vorkommen, zeigt *Verworn* mit außerordentlicher Klarheit durch eine neue schematische Darstellungsweise des Erregungsablaufs und der Erregbarkeitsherabsetzung in einem Koordinatensystem (Kap. VIII). Diese Darstellungsweise erleichtert nicht nur das Verständnis des Textes in ausgezeichnete Weise, sondern bewirkt auch eine weitgehende Präzisierung und damit auch Klärung der Vorstellungen.

Die Analyse der funktionellen Lähmungen (Kap. IX) läßt uns wieder den Zusammenhang im Mechanismus der verschiedensten Reizwirkungen erkennen, in der Erstickung, Ermüdung, Narkose und in der Wärmelähmung: die Verlangsamung des oxydativen Stoffwechsels.

Das deutsche Buch enthält noch ein Kapitel über die rhythmischen Reizwirkungen, in dem zum ersten Male der Mechanismus der Transformation der Reizfrequenz in eine andere Erregungsfrequenz zusammenfassend dargestellt ist.

Beide Bücher sind durch zahlreiche und namentlich in der deutschen Ausgabe sehr gut reproduzierte Figuren und Kurven illustriert. *Vészi, Bonn.*

Biedl, A., Innere Sekretion. Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie. 2. Aufl. Bd. II. Berlin und Wien, Urban & Schwarzenberg, 1913. IV, 692 S. u. 56 Figuren. Preis geh. M. 26,—, geb. M. 28,—.

Nichts kann wohl bezeichnender sein für die Arbeitsfreudigkeit, welche auf dem Gebiete der Lehre von der inneren Sekretion herrscht, als der imposante Umfang der Literatur, welche im zweiten Bande von *Biedls* Werk 258 Seiten beansprucht. Es ist ein besonderes Verdienst, so viel Sorgfalt auf die Literatur zu verwenden, wo der Gegenstand selbst das Interesse fesselt. Die Lehre von der Nebenniere erfährt im Beginne dieses Bandes ihren Abschluß. Der Autor ist imstande, die seit dem ersten Bande veröffentlichten neuen Tatsachen zu berichten, welche die physiologische Absonderung von Adrenalin durch die Nebenniere erwiesen haben. Bei der Vielgestaltigkeit der Wirkungen des Adrenalins erhöht sich die Bedeutung, welche der Nebenniere für den Organismus zugemessen werden muß, hierdurch sowie durch die hiermit im Zusammenhang erforschten Tatsachen ganz wesentlich. Im Gegensatz hierzu erfährt man aus dem kritisch allen in Betracht kommenden Gesichtspunkten Rechnung tragenden Überblick, daß die Funktion der Nebenniere im übrigen, insbesondere der Nebennierenrinde oder, vergleichend anatomisch gesprochen, des Interrenalsystems, noch völlig ungeklärt ist.

Bedeutend umgestaltet ist in der zweiten Auflage das Kapitel „die Hypophyse“. Das Bedeutsamste, was an neuen Kenntnissen vorliegt, entstammt der Forschertätigkeit von *Harvey Cushing*, dessen experimentell und klinisch inhaltsreiche Monographie in des Referenten Besprechung über innere Sekretion (diese Zeitschrift, Jahrgang I) gewürdigt wurde. Auch *Aschners* wichtige Arbeiten zur Hypophyse werden von *Biedl* berücksichtigt, wobei er in den prinzipiellen Differenzen sich auf Seite von *Cushing* stellt. Aber auch der reiche Zuwachs an Einzelkenntnissen über die Hypophyse, die einer Reihe von Forschern verdankt wird, ist von *Biedl* in nie ermüdender, die Zusammenhänge suchender Weise registriert worden. Seit dem Erscheinen der *Biedlschen* zweiten Auflage hat *Cushing* die sekretorische Innervation und zugleich die physiologische, echte innere Sekretion der Hypophyse bewiesen und somit ein Problem gelöst, auf dessen ungelösten Zustand *Biedl* am Schlusse des Hypophysenkapitels hinweisen mußte.

An der Lehre von der inneren Sekretion der Keimdrüsen sind in hervorragender Weise neben einzelnen Physiologen aus naheliegenden Gründen die Gynäkologen beteiligt und *Biedl* hat es verstanden, das Material, soweit es augenblicklich möglich ist, zu einem Gesamtbilde zu vereinigen, aus welchem die Mitwirkung der Keimdrüsen an den biologischen Vorgängen, welche sich um das Sexualleben gruppieren, in seiner Bedeutung klar hervorgeht.

Was die innere Sekretion des Pankreas anlangt, so haben sich die Hoffnungen, welche durch manche bedeutungsvollen Experimentaluntersuchungen über die Beziehung zwischen Pankreas und Diabetes geweckt

wurden, nicht so weit erfüllt, daß dieselbe als scharfumschriebene Funktion, wie es etwa diejenige des Nebennierenmarkes ist, gelten könnte. Das kommt auch in der Biedlschen Darstellung zum Ausdruck. Auffallenderweise räumt er den einzigen beiden sicheren Beweisen für die innere Sekretion des Pankreas, nämlich den Parabioseversuchen von *Forschbach* und dem von *Carlson* festgestellten Übergang des Pankreashormons von dem Fötus auf die Mutter keine besondere Stellung ein, obwohl er die innere Sekretion selbst für feststehend erachtet.

Durchgängig tritt in allen Kapiteln des Biedlschen Werkes das Bestreben hervor, alle Fragen in der vielseitigsten und möglichst objektiven Weise zu behandeln sowie die Verschmelzung des physiologischen und pathologischen Standpunktes in einer für das Verständnis der inneren Sekretion äußerst glücklichen Weise durchzuführen. *Leon Asher, Bern.*

Rubner, Max, Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung. Leipzig, Veit & Comp., 1913. IV, 396 S. und 40 Fig. Preis M. 30.

Wie bei allen seinen Arbeiten sind es auch bei den Arbeiten über die Lebensvorgänge der Hefezelle große, allgemeine Gesichtspunkte, von denen *M. Rubner* geleitet wird: „Was lebt, ist Eins, daher muß trotz der Varianten, welche die einzelnen Spezies vorstellen, in ihrem Leben das *gemeinsame* Bild des Ganzen sich widerspiegeln.“ „Trotz aller Variabilität der äußeren Erscheinung und der dadurch bedingten Verschiedenheit der Organfunktion müssen im Lebensprozeß gemeinsame Grundprinzipien des Wachstums und des Kraftwechsels gegeben sein.“ Um dieses Gemeinsame sowie andererseits auch das Besondere aufzufinden, untersucht *R.* das Verhalten der Hefe unter wechselnden Bedingungen.

Er beginnt mit einer energetischen Betrachtung des Gärungsvorganges. Mit Hilfe eines anscheinend überaus genau arbeitenden Mikrokalorimeters wird die Wärmemenge bestimmt, welche von der Hefe unter den verschiedenen Bedingungen der Ernährung und des Wachstums gebildet wird, und aus ihr der Energieumsatz berechnet. Auf diese Weise stellt *Rubner* zunächst „mit absoluter Sicherheit fest, daß in der gärenden Flüssigkeit, gleichgültig, ob die Hefe wächst oder nicht, ob viel oder wenig Hefe in Aktion tritt, ob schnelle Gärung bei hoher Temperatur eintritt oder langsame bei niedriger, ob die Lösungen konzentriert sind oder verdünnt, keine andere Wärmemenge nachzuweisen ist als jene Wärmemenge, welche aus der Gärung des Zuckers fließt. . . . Da kein anderer energetischer Vorgang nachweisbar ist, muß also der Gärungsprozeß in seiner Totalität oder zum Teil Quelle der Lebensenergie sein, deren die Hefe ebenso wie jeder sonstige Organismus bedarf.“ Die Spaltvorgänge im Eiweiß, wie sie neben der Gärung im anaeroben Zustand vorhanden sein mögen, spielen thermodynamisch eine verschwindend geringe Rolle.

Nun wissen wir durch die *E. Buchnersche* Entdeckung, daß Gärung von Zucker durch die Zymase, auch nach der Zerstörung der Zellen, also auf rein fermentativem Wege erfolgt. Für den Biologen ist es aber unmöglich, diesen fermentativen Vorgang von den allgemeinen Lebensvorgängen des Hefeprotoplasmas loszulösen oder ihn mit diesen gleichzusetzen. So wertvoll die Kenntnis von Enzymen hier und in anderen Fällen — z. B. bei der Autolyse — ist, das Verständnis der Lebensvorgänge fördern sie nur wenig. Wenn wir sehen, daß bei der Gärung die Gesamtenergie des Zuckers in

Wärme umgewandelt wird, welche Bedeutung hat dieser Vorgang für die lebende Hefezelle? Die Wärme an sich kann der Hefe kaum von *wesentlicher* Bedeutung sein. Denn „auf biologischem Gebiete haben wir keinen Fall, in welchem einfach Wärme zur Befriedigung des Kraftbedürfnisses des lebenden Protoplasmas dienen könnte.“ „Die Ursache, welche den Zucker spaltet, muß in der Zymase und beim Protoplasma dieselbe sein. Der Unterschied, das Vitale, ist nichts Mystisches, sondern nur darin zu suchen, daß eben bei der lebenden Substanz die Fermentgruppe direkt mit dem lebenden Komplex im Zusammenhang steht. Durch diese Verbindung muß die Kombination von lebender Substanz und Fermentgruppe einerseits die allem Leben eigenartige Selbstregulierung bekommen, d. h. nach Bedürfnis die Zersetzungen zu regeln imstande sein und andererseits muß dem Lebenden ein Nutzen aus der Zersetzung fließen, darin bestehend, daß Energie demjenigen lebenden System zufließt, welche nachträglich ihre Transformierung in Wärme findet.“

Für diese Ansicht, daß ein Unterschied bestehe zwischen der rein fermentativen und vitalen Zuckerzersetzung führt *R.* eine Reihe von Tatsachen an. Vor allem zeigt ein Vergleich der Wärmebildung, die man bei der Zersetzung des Zuckers durch lebende Hefe und Zymase (Preßsaft, Acetondauerhefe, toluolisierte Hefe) erhält, daß das Ferment nur eine unvergleichlich viel geringere Gärwirkung auszuüben imstande ist als die lebende Zelle,

R. nimmt an, daß Zymase in der lebenden Hefe präformiert ist, und daß der Energieverbrauch der Hefemasse bei der alkoholischen Gärung bedingt ist einerseits durch die Wirkung der Zymase und des Invertins, andererseits durch die Wirkung der lebenden Hefezelle, welche letztere den energetischen Prozeß, der zur Lebenserhaltung der Hefezelle beiträgt, in sich begreift. Subtrahiert man die von der Zymase gebildete Wärmemenge von der Gesamtwärme, so findet man bei Gärversuchen mit Hefemengen, die innerhalb ziemlich weiter Grenzen schwanken, daß für gleiche Mengen gebildeter Wärme das Produkt aus Hefemenge und Zeit gleich ist. „Jede Zelle nimmt also in der Zeiteinheit eine bestimmte Zuckermenge in Arbeit und bildet eine gleichbleibende Wärmemenge.“

Die gebildete Wärmemenge steigt mit der Temperatur, und zwar zwischen 24–30° pro 1° um 6,08 %, zwischen 30–38° um 6,25 %. Hieraus ergibt sich Q_{10} , d. h. die Veränderung des Energieverbrauches bei der Steigerung der Temperatur um 10° zu 1,62, eine verhältnismäßig kleine Zahl, wenn man sie mit den Stoffwechseländerungen mancher Tiere (gemessen am O-Verbrauch bzw. CO_2 -Ausscheidung) vergleicht, welche meist Zahlen erreichen, „die ja über 2, ja 3–3,8 betragen sollen“. — Alkohol schädigt die Gärwirkung sowohl durch Wirkung auf die Zymase (*E. Buchner*) wie durch Vergiftung des Protoplasmas. — Auch die Zersetzungs Vorgänge in der Hefezelle sind wie die der Zellen höher organisierter Gebilde in ziemlich weiten Grenzen unabhängig von der Menge der zur Verfügung stehenden Nahrung. In einer 5- bis 20 prozentigen Rohrzuckerlösung wird von derselben Menge Hefe die gleiche Menge von Zucker vergoren, in einer 2,5 prozentigen etwas weniger. Im Unterschied von der lebenden Hefezelle ist der Energieverbrauch durch die Zymase streng abhängig von der Konzentration. — Läßt man Hefe in einer reinen Zuckerlösung vergären und überimpft man sie weiter

auf reine Zuckerlösungen, so wird sie allmählich „träge“. Die Hefezellen geben an die Umgebung Stickstoff ab; gleichzeitig verlieren sie mehr und mehr die Fähigkeit des Wachstums und der Vermehrung, was man erkennt, sobald man auf Würzeagar überimpft. Diese Abnahme der Gärfähigkeit steht in einem gewissen Verhältnis zum Stickstoffverlust des Protoplasmas und beruht nicht auf einem Untergang von Hefezellen. Jede der noch lebenden Hefezellen wird stickstoffärmer und träger. Auch toluolierte Hefe zeigt eine fortschreitende Abnahme der Wirksamkeit, der Verlauf der Abnahme ist aber ein anderer.

Ein weiterer Abschnitt des Werkes bezieht sich auf das Wachstum der Hefe in seinen allgemeinen Beziehungen zu Nahrungsmenge, Nahrungsart und Temperatur. Hier werden zunächst einige allgemeine Fragen, welche für die Theorie des Wachstums von Bedeutung sind, erörtert. Unter anderem wird auf die Tatsache hingewiesen, daß die Gärung *nicht* die Energie für das Wachstum der Hefe liefert. Aufbau und Abbau der Leibessubstanz der Zellen vollzieht sich mit einer nicht oder kaum meßbaren Wärmeerzeugung. Des weiteren wird festgestellt, daß die Teilung der Hefezellen in der ersten Zeit, wo sich die Zellen in einem Überfluß der Nahrung befinden, am schnellsten verläuft, daß 3,6—4,8 Gewichtsprozent Alkohol das Wachstum hemmen, daß bei Anwesenheit genügender Mengen von Zucker, der für die Dissimilationsprozesse notwendig ist, das Wachstum abhängt von der Konzentration der in der Nährlösung befindlichen stickstoffhaltigen Nährstoffe. Die Menge der letzteren ist dabei im Verhältnis zu den Kohlehydraten eine außerordentlich große (42,8 bzw. 55,5 Prozent Eiweiß-, zu 57,2 bzw. 44,5 % Kohlehydratkalorien). Die so wachsenden, jugendlichen Zellen gären ebenso wie die nicht wachsenden in Nährlösungen verschiedener Konzentration mit gleicher Lebhaftigkeit; bei Anwesenheit genügender Mengen von stickstoffhaltiger Substanz und Gärungsmaterial ist auch *ihr* vitaler Energieverbrauch direkt proportional der Zellmasse. Durch die Temperatur wird ähnlich wie bei Bakterien die Wachstumsgeschwindigkeit der Hefe gesteigert, und zwar zwischen 10—20° um das 1,50 fache, zwischen 20—30° um das 1,41-, zwischen 30—40° um das 1,38 fache. In sehr ähnlicher Weise erfolgt auch die Steigerung der Gärung. Vergleicht man den Einfluß der Temperatur auf die Gärung wachsender und nicht wachsender Hefe, so ergibt sich, wenn man den Einfluß der Massenvermehrung ausschließt, kein Unterschied.

Rubner untersucht weiter die absolute Gärleistung wachsender und nicht wachsender Hefe und die energetischen Beziehungen zwischen Wachstum und Gärung. Hierbei stellt er fest, daß der Energiewert für die Hefe im nicht wachsenden Zustande bei 30° für 1 g Hefestickstoff und 24 Stunden im Mittel 38,77 kg Kal. beträgt. Die Energie wachsender Hefe ist größer, aber sie beruht anscheinend auf einer starken Fermentbildung, die für die Zelle vielleicht im Kampfe mit anderen Keimen — durch Bildung von Alkohol — von Nutzen ist. Berücksichtigt man sie und die beim Wachstum stattfindende Massenvermehrung, so ist während des Wachstums der Energieverbrauch der Hefezelle nicht größer wie im Massengleichgewichtszustand. — Wächst die Hefe, so kommt von dem Gesamtenergieaufwand 52,56 % auf das Wachstum (Gesamternte) und 47,44 % auf die Dissimilation. — Eine Beziehung zwischen der Größe des

Stoffwechsels und der relativen Oberfläche besteht bei Hefe- und Spaltpilzen nicht. — Eine Reihe weiterer, interessanter Betrachtungen bezieht sich auf den Stickstoffwechsel der nicht wachsenden Hefe. Sie führt unter Kritik der Anschauungen von *Fr. Ehrlich* und *Pringsheim* zu dem Schluß, daß Abgabe und Ersatz von Stickstoff im Stoffwechsel der Hefe im wesentlichen ebenso erfolgt, wie bei anderen Lebewesen. Das wird auch durch die eigenen Beobachtungen *Rubners* bewiesen, bei denen sich zeigt, daß die Hefe je nach ihrem biologischen Zustande mehr oder weniger Stickstoff an die Umgebung abgibt und diese Abgabe durch Aufnahme von Stickstoff ausgleichen kann. Je nach der Zusammensetzung der Nährlösung kann ein Stickstoffgleichgewicht oder auch eine Ablagerung von Stickstoff in der Zelle erfolgen, und zwar eine größere bei der gärenden als bei der nicht gärenden Hefe. Diese Speicherung scheint nicht in Form von koagulierbarem Eiweiß zu erfolgen, das Gespeicherte ist aber auch nicht mehr „Pepton“. Der zur Ablagerung in der lebenden Hefe gekommene Stickstoff erfüllt ernährnde Funktionen und tut bei der Gärung die gleichen Dienste wie das „Protoplasma“ einer gut ernährten Hefe, insoweit dieses zur Deckung des Stickstoffbedarfes mit herangezogen wird. Er ist also zu echter Zellsubstanz geworden. Dieser Stickstoffumsatz kann es auch bewirken, daß Zellen, deren Wachstumsfähigkeit in einer stickstofffreien Nährlösung erloschen war, bei Übertragung in Würzeagar erneutes Wachstum zeigen. Aber nicht immer ist dies der Fall. Hat sich durch Gärung in Traubenzucker der Stickstoffgehalt der Hefe vermindert, so nimmt bei Übertragung in Traubenzuckerpeptonlösung der Stickstoffgehalt zwar zu, aber nicht zu dem unter anderen Bedingungen erreichbaren Maximum, sondern um eine Menge, die in einem bestimmten Verhältnis zu dem noch vorhandenen Stickstoff steht. *Rubner* erklärt dies durch die Annahme kleinster Leulseinheiten „Bionten“. Sie sind die Träger der Gärfähigkeit und vermögen, wenn sie bei Stickstoffmangel Stickstoff verloren haben, diesen unter günstigen Bedingungen wieder anzulagern. Sie haben aber nicht die Fähigkeit sich zu vermehren. Die Vermehrung tritt erst ein, wenn die Bedingungen gegeben sind, unter denen die Bionten zu „Biogenen“ werden. Befindet sich Hefe in ungenügendem Nährmaterial ohne zu gären, so verliert sie durch „Autolyse“ stickstoffhaltige Substanz; bei Übertragung in geeignetes Nährmaterial ersetzt die Zelle den Verlust, gärt und vermehrt sich. Arbeitet die Hefe in stickstoffreichem Nährboden, so kommt es allmählich zu einem Zusammenbruch von Bionten. Eine solche Zelle wird, wenn sie in eine für die normale Zelle geeignete gärfähige Nährlösung übertragen wird, nicht wieder vollkommen aufgebaut, kann aber durch geeignete Vorbehandlung mit stickstoffhaltigem Material wieder Stickstoff umsetzen und dann auch die Fähigkeit des Wachstums und der Vermehrung wiedergewinnen. Diese Beobachtungen führen zu dem Schluß, daß „eine asexuell, d. h. durch Teilung sich mehrende Zelle durch Ernährung im Beharrungszustande nicht dauernd am Leben erhalten werden kann. Sie stirbt endlich und nur durch solche Vorgänge, welche eine Teilung zur Folge haben, durch Wachstum echter Art kann sie dauernd leben.“ Schließlich untersucht *Rubner* den Stickstoffwechsel der Hefe beim Wachstum. Nach interessanten allgemeinen Erörterungen über die Besonderheit des Wachstums der Hefe sucht er die untere Grenze der Stickstoffmenge zu bestimmen, bei der

noch Wachstum der Hefe erfolgt. Ihn leitet hierbei der Gedanke, daß der „Wachstumsreiz“ gegeben ist durch die „Nährstoffspannung“, d. h. durch das Verhältnis der Hefemasse zur Nährstoffmenge. Eine gewisse Nährstoffspannung, bei Pepton z. B. ein Verhältnis des Stickstoffs von 1:30 bis 35, kann bei einer an Stickstoff verarmten Zelle zur Wiederanreicherung an Stickstoff, zur „Rekonstruktion“ führen, die „Wachstumsschwelle“ liegt aber erst bei einer Nährstoffspannung von 1:50. Von der in der Lösung vorhandenen Stickstoffmenge ist es aber vielleicht nur ein minimaler Bruchteil, welcher den Zellreiz bildet, während gleichzeitig soviel stickstoffhaltige Substanz vorhanden ist, daß das eingeleitete Wachstum zu Ende geführt werden kann. Den Angriffspunkt für den Wachstumsreiz bilden vermutlich nicht dieselben Orte, an denen bei der Rekonstruktion die Anlagerung des Stickstoffs erfolgt. *Rubner* stellt die Hypothese auf, daß der *Zellkern* durch die mehr oder minder lebhaft Anlagerung von Nährstoffen gereizt und so die Entwicklung zur Teilung angeregt wird.

Alles dies mag eine Vorstellung davon geben, wie mannigfach die von *Rubner* behandelten Fragen sind. Man bewundert ihre klare und scharfe Formulierung sowie die außerordentliche Folgerichtigkeit, mit der das Beobachtungsmaterial zu Schlüssen verwendet wird, die den Kreis unserer biologischen Anschauungen erweitern und zu neuer, fruchtbarer Arbeit anregen. Ohne Zweifel wird das Werk *Rubners* dereinst zu den klassischen Werken der biologischen Literatur gezählt werden.

F. Röhmnn, Breslau.

Biologen-Kalender, herausgegeben von Prof. Dr. B. Schmid und Dr. C. Thesing. Erster Jahrgang. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. IV, 513 S. Preis M. 7,—.

Eine Menge praktischer Daten bringt der Biologen-Kalender, der in diesem Jahre zum ersten Mal erscheint, in einem gutausgestatteten, handlichen Bändchen von mehr als 500 Seiten, und erfüllt damit sicher einen vielseitig gehegten Wunsch. Dem eigentlichen kalendarischen Material sind eine Reihe interessanter Abhandlungen beigelegt, die über 100 Seiten füllen. Den meisten Raum nimmt ein biologisches Adreßbuch ein, das auf 200 Seiten nicht nur die Namen, Titel und Adressen einer großen Zahl von Biologen bringt, sondern auch ein Verzeichnis ihrer Arbeiten. Dieses Verzeichnis ist allerdings sehr ungleichmäßig in seiner Vollständigkeit, man kann nicht umhin festzustellen, daß gerade bei den besten Namen vielfach nur wenige oder gar keine Publikationen angegeben sind, aus dem einfachen Grunde, weil die Autoren, die um ein Verzeichnis ihrer Publikationen gebeten wurden, sich nicht die Zeit haben nehmen mögen, alle ihre Arbeiten aufzuzählen. Die sehr gute Absicht der Aufzählung der Arbeiten, die über die Arbeitsgebiete der Autoren unterrichten sollte, wird hierdurch zum Teil vereitelt. Es würde mir zweckmäßiger erscheinen in ähnlicher Weise, wie es im Zoologischen Adreßbuch geschah, bei den Autorennamen nur anzugeben, auf welchem Gebiet sie arbeiten. Vielleicht wäre es nicht unzweckmäßig insofern hierüber hinauszugehen, als selbstständig erschienene Bücher aufgenommen werden könnten und vielleicht Angaben über den Zeitraum der Publikation von Spezialarbeiten und den Publikationsort. Auf diese Weise würde eine sichere Orientierung leichter sein, als bei der gegenwärtigen Anordnung.

Ein Literaturbericht von etwa 50 Seiten gibt die

wichtigsten Arbeiten des letzten Jahres im Bereiche der Biologie, eine Zeitschriftenschau von etwa 19 Seiten orientiert über die periodischen Publikationsorgane. Hier ist die Aufzählung allerdings stellenweise sehr mangelhaft, so fehlen z. B. alle biochemischen Zeitschriften des In- und Auslandes, und das *Journal of Physiology*, das von den ersten Physiologen Englands herausgegeben wird, steht unter Amerika, während England ganz fehlt. Sehr zu begrüßen ist die hübsche Zusammenstellung der phaenologischen Daten, die *Ihne* gibt; wenn ein Wunsch in bezug auf diese Daten geäußert werden darf, so wäre es der, daß ein Ort des Rheinlandes und einer aus Ostpreußen aufgenommen würde, wodurch die klimatischen Extreme Deutschlands sehr anschaulich dargestellt werden könnten. Auch die Angaben über Bewegungen in der Vogelwelt (von *Gengler*) sind zur Orientierung sehr nützlich.

Es kann nicht auf alle Einzelheiten des Inhaltes eingegangen werden, es sei nur betont, daß schon dieser Jahrgang sehr viel lesenswertes bringt, und daß bei entsprechenden Verbesserungen in den kommenden Jahren der Kalender für jeden Biologen unentbehrlich werden wird.

A. Pütter, Bonn.

Was wir Ernst Haeckel verdanken. Ein Buch der Verehrung und Dankbarkeit. Im Auftrage des Deutschen Monistenbundes herausgegeben von *Heinrich Schmidt*, Jena. 2. Bd. Leipzig, Verlag Unesma, G. m. b. H., 1914. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 10,—.

Durchschnittsmenschen erwerben sich kaum viel Liebe und sicher wenig Haß, sie füllen ihren Platz im Leben schlecht und recht aus, und selbst wenn sie Universitätsprofessoren sind, ist ihre Wirkung auf Mit- und Nachwelt häufig schon beendet; bevor sie körperlich von der Erdbühne abtreten. Nur wenigen ist es gegeben, die Herzen der Menschen aufzurütteln aus dem einförmigen Schläge des affektarmen Alltagslebens, durch ihr eigenes Feuer andere zu entflammen zu Liebe oder Haß. Unzweifelhaft ist *Ernst Haeckel* einer dieser Seltenen, das bewundern seine Freunde und auch seine Gegner müssen es zugeben.

Die Ehrengabe, die ihm zu seinem 80. Geburtstage von weit mehr als 100 Verehrern dargebracht worden ist, und die den schönen Titel trägt: „Was wir *Ernst Haeckel* verdanken“, läßt uns einen Einblick in die vielseitige Wirksamkeit tun, die er in den verschiedensten Lebenskreisen entfaltet hat, zeigt anschaulich, wieviel Licht und Wärme von dieser Sonne ausgegangen ist, an der die Gegner immer wieder nur die Flecken zu zeigen sich mühen, die ja selbst unserem großen Tagesgestirn nicht fehlen.

Wenn die Festschrift hier in den „*Naturwissenschaften*“ erwähnt wird, so geschieht es, um mit Freude zu konstatieren, daß es nicht nur „Monisten“, die sich um einen modernen Religionsstifter sammeln, gewesen sind, die dem Jubilar bestätigt haben, daß er Einfluß auf die Gestaltung ihres Lebens gewonnen hat, sondern daß eine stattliche Anzahl von Naturforschern die Gelegenheit gerne ergriffen hat, um offen zu bekennen, daß sie in ihrer Wissenschaft reiche Förderung und grundlegende Anregung von dem Mann empfangen haben, von dem in den weiten Kreisen der Öffentlichkeit mehr als von einem Religionsphilosophen, denn als von einem Biologen gesprochen worden ist. Namen unserer ersten Anatomen, Zoologen und Physiologen, wie z. B. *Rabl*, *Fürbringer*, *R. Hertwig*, *G. O. Sars*, *Hatschek*, *Lang*, *Loeb*, *Verworn* und viele andere finden wir hier, und noch größer würde die Zahl sein, wenn

nicht einige Forscher daran Anstoß genommen hätten, daß diese Festschrift von dem Monistenbunde herausgegeben worden ist, ohne allerdings auf Mitglieder dieses Bundes beschränkt zu sein, zu dem von den angeführten Gelehrten wohl wenige gehören. Mag man der philosophischen Betätigung *Haeckels* zustimmend oder ablehnend gegenüberstehen, jedenfalls muß man zu dem Schöpfer der generellen Morphologie und systematischen Phylogenie, dem Vater der Gastraeatheorie, und zu dem Manne, der in den großen Monographien der Medusen, der Kalkschwämme, der Radiolarien usw. die Unsumme seines Wissens mit beherrschendem Überblick zu geordneten Gebäuden zusammengefügt hat, voll Ehrfurcht emporblicken. *A. Pütter, Bonn.*

Astronomische Mitteilungen.

Eine neue Bestimmung der Umdrehungszeit des Planeten Mars ist von *P. Lowell* auf Grund von Messungen an der nordamerikanischen Flagstaff-Sternwarte hergeleitet worden. *Lowell* findet die Rotationszeit zu 24 h 37 m 22,6 s in genauer Übereinstimmung mit den Ergebnissen aus den Marsbeobachtungen sowohl von *Beer* und *Mädler* als auch von *Schiaparelli*.

Ein neuer Komet 1914 c ist auf der Simeis-Sternwarte in der Krim von dem Astronomen *Neujmin* entdeckt worden. Der neue Komet ist nur von der 13. Größenklasse und scheint sich in einer parabolischen Bahn zu bewegen.

Die Gebilde der Mondoberfläche behandelt *G. Dahmer* (Höchst a. M.) in einer besonderen Schrift, die als Separatabzug aus dem Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie erschienen ist. Auf Grund seiner früheren Versuche kommt der Verfasser im wesentlichen zu folgenden interessanten Schlüssen. Zwischen den Gebirgsformationen des Mondes und den Gebilden, die Dämpfe aus dem Innern einer breiigen Materie entweichend, auf deren Oberfläche hervorrufen, besteht ein lückenloser Parallelismus. Das Material, aus dem die Mondformen hervorgingen, war nicht ein einfaches Kalkwassergemisch, sondern hatte auch Gemengteile mit anderen physikalischen Eigenschaften. Es war ein dämpfbildendes Magma, das die ganze Mondoberfläche bedeckte und nicht überall gleichmäßig zusammengesetzt war. Wahrscheinlich hat es in den jetzt von Maren oder Tiefen auf dem Monde bedeckten Gebieten eine höhere Temperatur besessen, als auf den hohen Kraterdistrikten.

Ein neues großes Spiegelteleskop von etwa 2 m Öffnung soll auf der kanadischen Sternwarte *Ottawa* aufgestellt werden, und zwar besonders für astrophysikalische Messungen. Die optischen Teile werden bei der amerikanischen Firma von *John A. Brashear* in Pittsburgh und die Montierungen bei *Warner & Swasey* in Cleveland hergestellt.

Der diesjährige Bericht der Greenwich Sternwarte, der im Auszug in der *Nature* (Nr. 2328, Bd. 93) erschienen ist, enthält außer einer Übersicht über die zahlreichen astronomischen, magnetischen und meteorologischen Beobachtungen auf jener ältesten Sternwarte der Erde, auch eine interessante Zusammenstellung der auf der Greenwich Sternwarte aufgenommenen Zeitsignale, die vom Eiffelturm und aus Norddeich auf drahtlos-telegraphischem Wege verteilt

werden. Danach sind die Zeitsignale vom Eiffelturm im Durchschnitt nur um 0,03 Sekunden zu spät gegen richtige Greenwicher Zeit angekommen und die aus Norddeich im Mittel um 0,04 Sekunden.

Eine Napier-Feier zum dreihundertjährigem Bestehen der Logarithmentafel ist am 24. Juli in Edinburgh von der dortigen Königlichen Wissenschaftlichen Gesellschaft begangen worden. Die Einführung der Logarithmen bedeutete allerdings eine große Vereinfachung des Rechnens, da hierdurch alle Multiplikationen auf Additionen, alle Divisionen auf Subtraktionen, das Potenzieren auf Multiplizieren und das Wurzelauziehen auf Dividieren zurückgeführt werden konnte. Aber ohne die Bedeutung der logarithmischen Rechnungen zu verkennen, muß man doch betonen, daß in neuerer Zeit ihr Wert dadurch abgenommen hat, daß man in der Astronomie, Physik und Technik vielfach mit großem Erfolg Gleichungen graphisch mit Hilfe sogenannter „Nomogramme“ ausgewertet. Unter Nomographie versteht man die Lehre von der geometrischen Darstellung gesetzmäßiger Beziehungen zwischen mehreren veränderlichen und voneinander abhängigen Größen innerhalb ein und derselben Ebene. Die auf solche Weise durch Zeichnungen entstandenen und zur Auflösung abgebräuscher Gleichungen dienenden graphischen Tafeln nebst Kurven heißen Nomogramme. Gegenüber logarithmischen Rechnungen oder sonstigen numerischen Tabellen beruht der Vorteil in der Anwendung solcher Nomogramme auf viel schnellerer, bequemerer und ohne jede Interpolation unmittelbar gegebener Auswertung, ferner auch auf der Möglichkeit, mit einem Blick den Gesamtverlauf der voneinander abhängigen und zu bestimmenden Größen zu erkennen. Für die genäherte astronomische Ortsbestimmung im Luftfahrzeug verwendet der Verfasser überhaupt nur noch besondere nomographische Hilfsmittel und benutzt nie mehr Logarithmentafeln. *A. Marcuse.*

Paläogeographische Mitteilungen.

Einer bisher etwas vernachlässigten Methode paläogeographischer Forschung sucht *K. Andree* zu erhöhter Beachtung zu verhelfen. Man darf sich nicht bloß vorwiegend auf paläontologische Daten stützen, wenn man die frühere Verteilung von Land und Meer festzustellen sucht, es bedarf dabei auch der eingehenden Berücksichtigung sedimentpetrographischer Studien. Wollen wir die Bedeutung der geologisch erschlossenen Schichten recht erfassen, so müssen wir zunächst über die Entstehung der rezenten Sedimente im klaren sein. *Andree* gibt für diese eine klare und einfache Klassifikation an, die die Sedimente nach ihrer Entstehung aus Mineralen oder Organismen, an Ort und Stelle oder durch Transport usw. gliedert. Nachdem er die Schwierigkeiten gewürdigt hat, die die nachträgliche Umwandlung der Gesteine und ihrer Komponenten ihrer richtigen Deutung in den Weg legt, behandelt er als Beispiele für die Verwendung der sedimentpetrographischen Methode den kontinentalen deutschen Buntsandstein, die äolische Bildung des Lösses, die chemische Zusammensetzung des Meerwassers vergangener Zeiten, die Tiefen vorweltlicher Meere und im Anschluß an letztere Frage die Korngröße und Farbe der Sedimente und ihren Kalkgehalt sowie die Entstehung der kalkarmen Radiolarite und

Kieselschiefer, und zeigt, wie hier die Sedimentpetrographie unseren Schlüssen größere Sicherheit geben kann. (*Petermanns Mitteilungen* 1913, II, S. 117 bis 123, 186—190, 245—249.)

K. Pietsch untersucht die auffällige Erscheinung, daß fast überall in Sachsen der Untergrund des Zenoman intensiv gerötet und mehr oder minder stark lehmig verwittert ist. Es handelt sich dabei um den Zersetzungsvorgang einer präzenomanen Landoberfläche. In welche Periode diese fällt, läßt sich noch nicht sicher entscheiden. Jedenfalls in die Zeit nach dem Rotliegenden. Wahrscheinlich hat die Roterdebildung aber nicht lange vor dem Zenoman stattgefunden. (*Zeitschr. d. Deutschen Geolog. Ges.* LXV, 1913, Monatsberichte S. 594—602.)

Im Anschlusse an Studien über die Biologie der fossilen Insekten hat A. Handlirsch eine Anzahl paläogeographischer Erdkarten entworfen. Er schließt sich darin den Paläogeographen an, die keine direkten Landbrücken zwischen den Süderdteilen annehmen, vielmehr die Eigentümlichkeiten in der Verbreitung der Organismen von Norden her erklären. Die erste Karte bezieht sich auf die obere Kreide. Ein großer Norderdteil reicht vom Mackenziegebiet über das südliche Nordamerika, Grönland, Großbritannien, Nordeuropa, Nordasien nach Alaska, von wo aus eine schmale Landzunge entlang dem Kaskadengebirge und der Sierra Nevada nach Mexiko und Südamerika führt, während eine zweite Landbrücke von Sibirien über China nach Westaustralien führt, mit dem Ostaustralien und Neuseeland nur durch eine ganz schmale Landbrücke über Neuguinea zusammenhängen. Afrika, Madagaskar mit Dekhan und Antarktis bilden gesonderte Landmassen. Im Alttertiär finden wir schon ähnliche Verhältnisse wie heute, doch bestehen noch die isländische und die Beringmeerlandbrücke, während Afrika von Europa und Asien getrennt ist. Im Jungtertiär nimmt Handlirsch ein Meer von der Taimyrhalbinsel nach dem Aralsee und dem mittelmeeerischen Gürtel an. Afrika mit Lemurien, Australien, Südamerika sind isoliert. Endlich folgt noch eine Karte der Eiszeit mit Angabe der vereisten Gebiete. Die Rekonstruktionen weichen z. T. beträchtlich von den bisherigen Entwürfen hervorragender Geologen, wie Koken, Lapparent, Matthew u. a. ab. (*Sitzungsberichte d. k. Ak. d. Wissensch. Wien. Math.-naturw. Kl.* CXXII, Abt. I, 1913, S. 361 bis 481.)

H. L. F. Meyer stellt fest, daß sich der Zechstein im Spessart und Odenwald in einem Archipel abgesetzt hat, der vom offenen Meere abgeschlossen war. Die Wassertiefe war gering. Das Gebiet stieg nach Süden langsam und unregelmäßig an. (*Centralblatt f. Mineralogie usw.* 1913, S. 742—759.)

Vorwiegend die Verbreitung der Juraschichten im Wesergebirge untersucht F. Loewe. Fast alle Horizonte der Formation konnten nachgewiesen werden. (*Neues Jahrb. f. Mineralogie*, Beilage-Band XXXVI, 1913, S. 113—213.) Ein weiteres Gebiet behandelt M. Semper, wenn er Bemerkungen zur eoänen Geographie des nordatlantischen Gebiets veröffentlicht.

Er geht hierbei auf anscheinende Widersprüche in den Ausführungen E. Haugs zu dieser Frage ein. Er zeigt zunächst, daß wir für das Eozän nicht die Existenz kalter borealer Ströme anzunehmen brauchen, um die Verbreitung der Nummuliten zu erklären. Diese

können sich entlang einer Inselbrücke zwischen Marokko und Westindien ausgebreitet haben, die im Anschlusse an die Gebirgsbildung entstanden erst allmählich genug geschlossen wurde, um diese Verbreitung zu gestatten. Die marinen Organismen sprechen für die während des ganzen Eozän unveränderte Existenz eines nordatlantischen Festlandes. Die Unterschiede in der Säugetierwelt erklären sich eher durch klimatische Unterschiede. War doch im Untereozän das Land in Europa ähnlich ausgedehnt wie in Nordamerika, im Mitteleozän überflutete es ein warmes Meer mit indischen Faunenelementen. Erst im Oligozän schuf Zufluß aus den nördlichen Regionen einen klimatischen Typus, der sich weniger stark vom kontinentalen unterschied. Die Ausführungen zeigen, wie vorsichtig wir bei paläogeographischen Schlüssen sein müssen. (*Zentralblatt f. Mineralogie usw.* 1913, S. 234 bis 242.)

Mit der jüngeren geologischen Geschichte der Bithynischen Halbinsel beschäftigt sich P. Keßler. Die Hauptursache des Ertrinkens der alten Flußtäler (Limane) war eine Senkung im Westen des Schwarzen Meeres, die auch die Bithynische Halbinsel anscheinend in ihrem Westen stärker betraf. Wohl gleichzeitig mit dieser Senkung drang das Mittelmeer in den Pontus ein. Daß die tiefe Lage des alten Pontusspiegels nicht durch klimatische Verhältnisse allein erklärt werden kann, sondern daß auch im Pontus selbst eine Senkung stattgefunden haben muß, erkennen wir daran, daß sich das Bett des Bosphorusflusses in ihm bis 200 m, im Marmarameer bis unter 100 m Tiefe verfolgen läßt. (*Zentralblatt f. Min.* 1913, S. 1—13.)

Die Lage der Küstenlinien des großen Algonkin- und des Nipissingsees, die einstmals das Gebiet der großen kanadischen Seen einnahmen, untersucht J. W. Goldthwait sehr eingehend. In der Nipissingzeit stand das Wasser im Gebiete des Michigan- und Huronsees um etwa 4,5 m höher als jetzt. Die Algonkinstrandlinien liegen jetzt in ziemlich verschiedenen Höhen, infolge nachträglicher Verbiegung des Geländes. Als ihr ursprüngliches Niveau ist wahrscheinlich 185 m, 3,6 m über dem Nipissingniveau anzusehen. (*Canada Dept. Mines. Geol. Surv. Mem.* 10.)

Eine interessante Sonderstellung nimmt in Italien der Monte Gargano ein, der nach E. Gramszow erst im Quartär mit der Apenninenhalbinsel verbunden wurde, aber auch mit den illyrischen Dinariden nichts zu tun hat. Er ist vielmehr der Rest eines am Ende der Kreidezeit entstandenen Gebirges, dessen Grenzen noch nicht festzustellen sind. Im Unterpliozän (pontische Stufe) erfolgte eine zweite und im Quartär eine dritte Heraushebung des Gebietes, bei der die Schichten schief gestellt werden. (*Zeitschr. f. Naturwissenschaften* LXXXIV, 1913, S. 97—143.)

Eine exakte Untersuchung der morphogenen Winterklimate Europas zur Tertiärzeit führt F. Kerner v. Marilaun aus. Er legt seiner Arbeit die paläogeographischen Rekonstruktionen Matthews zugrunde und findet als durch die veränderten Bedingungen veranlaßte Temperaturabweichungen für das Protozän + 3,7°, Eozän + 5,5°, Oligozän + 5,9°, Miozän + 2,0°, Pliozän — 1,8°, Pleistozän + 0,3°. Aus ihnen lassen sich dann unter Berücksichtigung der Schlüsse aus der Pflanzenwelt Folgerungen über etwaige solar-klimatische Änderungen ziehen. (*Sitzungsber. K. Akad. Wissensch. Wien, Math.-naturw. Kl.* CXXII, Abt. IIa, S. 233 bis 298.) Th. Arldt.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 33.

14. August 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Vergleichende Milchstudien mit Hilfe von Kapillarer-
erscheinungen. Von *Dr. Emil Lenk*, Darm-
stadt. S. 813.

Die Entwicklung der sozialen Instinkte bei den
staatenbildenden Insekten. Von *G. v. Natzmer*,
Berlin. S. 816.

Himmelsphotometrie. Von *Prof. Dr. Chr. Jensen*,

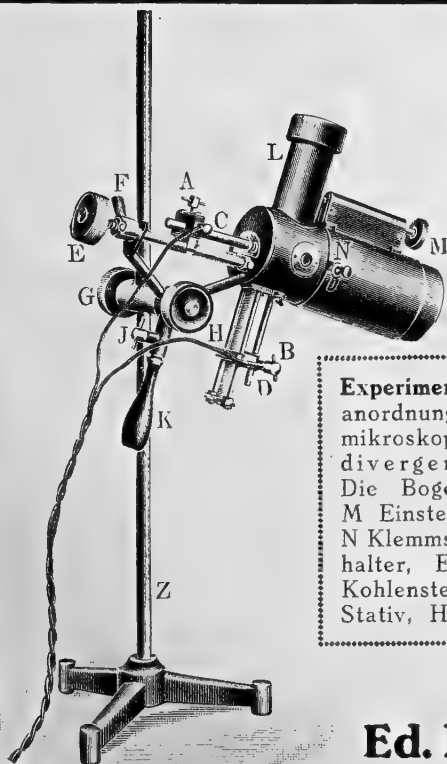
Hamburg, und *Prof. Dr. H. Sieveking*, Karls-
ruhe. S. 818.

Zuschriften an die Herausgeber:

Das englische Wort „Chemist“. Von *G. Caffrey*,
Frankfurt a. M. S. 826.

Besprechungen. S. 826.

Kleine Mitteilungen. S. 827.



Liesegang

Experimentier-Bogenlampe „Sigma“ für optische Versuchs-
anordnungen, zur Beleuchtung des Zeichen- und Projektions-
mikroskops usw. Gibt paralleles, konvergentes und
divergentes Licht. Spalt und Blenden werden aufgesteckt.
Die Bogenlampe kann auch allein verwendet werden.
M Einstellschraube für das Zweilinsensystem, L Kamin,
N Klemmschraube und Bajonettverschluß, A und B Kohlen-
halter, E Trieb zur Kohleneinstellung, F Korrektur der
Kohlenstellung, Z Stativ, G Haltung der Lampe am
Stativ, H Gelenk, K lösbarer Handgriff, J Klemmschraube.

Preis (ohne Widerstand) M. 75.—

Ed. Liesegang, Düsseldorf Brieffach
124.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

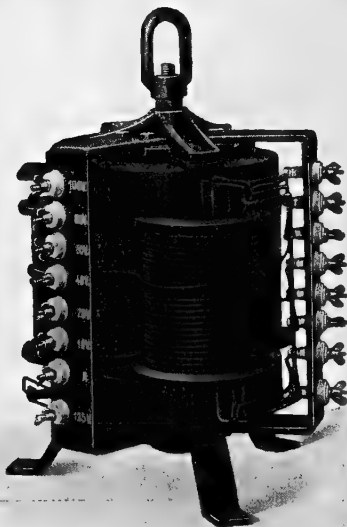
Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Siemens & Halske A.-G.

Wernerwerk · Siemensstadt bei Berlin



Experimentiertransformator zum Anschluß an Drehstrom und zur sekundären Entnahme von 100, 80, 60, 40, 30, 20 und 10 Volt Dreh- bzw. Wechselstrom

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen

Völlige Neubearbeitung des Buches „Punches, dies and tools for manufacturing in presses“ von Joseph V. Woodworth

von

Privatdozent Dr. techn. Max Kurrein

Betriebsingenieur des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 683 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 20,—

Verzeichnis der in diesem Heft enthaltenen Anzeigen.

Bücher:

Hermann Meusser, Berlin: Seite III — Julius Springer, Berlin: Seite II, III u. IV.

Wissenschaftliche Instrumente etc.

Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin: Seite II — Ed. Liesegang, Düsseldorf: Seite I.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

14. August 1914.

Heft 33.

Vergleichende Milchstudien mit Hilfe von Kapillarercheinungen.

Von Dr. Emil Lenk, Darmstadt.

Kreidl und Neumann¹⁾ haben vor mehreren Jahren die Tatsache festgestellt, daß man bei der Dunkelfeldbeleuchtung Frauen- und Kuhmilch scharf unterscheiden kann; indem in letzterer neben großen Fetttröpfchen feine Teilchen (Laktoklonen), die sich in Brownscher Molekularbewegung befinden, sichtbar sind, während in der Frauenmilch sich nur die Fetttröpfchen von dem sonst schwarzen Grunde abheben. Diese Teilchen, die bei der Kuhmilch ultramikroskopisch sichtbar sind, wurden als Kasein identifiziert.

Im engsten Zusammenhang damit stehen Versuche von Kreidl und Lenk²⁾. Läßt man Kuhmilch auf Filtrierpapier beliebiger Sorte auftropfen, so bemerkt man keine auffällige Erscheinung. Der Milchtropfen breitet sich gleichmäßig in einer Kreisfläche aus. Ganz verschieden wird jedoch das Bild, wenn man zu den Versuchen „Löschkartone“ (dicke Löschpapiere) mit hohem Aschengehalt verwendet. Bringt man auf ein derartiges Papier einen oder mehrere Tropfen Milch, so bemerkt man, daß ein Tropfen von einer zweiten Zone eingerahmt wird, die allmählich an Breite zunimmt; nach 1—1½ Minute tritt eine dritte, äußerste Zone auf, die sich scharf von der zweiten abhebt, wesentlich blasser erscheint und sich auch allmählich verbreitet. Wartet man längere Zeit, so wird schließlich die zuletzt aufgetretene Zone unkenntlich, während die beiden anderen in ihren Konturen noch nach Stunden zu sehen sind. Diese Schichtenbildung stellt die *Trennung der Kuhmilch in ihre Hauptbestandteile* (Fett, Kasein und gelöste Substanzen) dar. Das Fett der innersten Zone löst sich in Äther und läßt sich mit Osmiumsäure färben. Die Ätherlöslichkeit des Fettes ist auffallend, da sich die entsprechenden Fetttröpfchen in der Milch als solchen erst nach Zusatz von Kalilauge lösen, ein Befund, der mit der gangbaren Anschauung von der Existenz einer Hapto-genmembran nicht vereinbar ist. Ebenso, wie sich in der Kuhmilch das Fett erst nach Lösung des Kaseins durch Kalilauge in Äther löst, so bedarf es zur Auflösung des Kaseins in der Butter zuerst der Entfernung des Fettes mit Äther. In der Frauenmilch ist das Fett in Äther löslich, da das Kasein nicht in Ultrateilchen zerteilt ist.

Zum Nachweis des Kaseins in der zweiten Zone bedienen wir uns dreier Methoden, die wohl als Vorlesungsversuche zu verwenden sind. Taucht man ein weißes Löschkarton, auf dem sich die Milch in 3 Zonen schichtet, auf sehr

kurze Zeit in konzentrierte Salpetersäure, am besten, wenn man das Papier durch die Säure zieht, so wird nur die 2. Zone gelb gefärbt (Xanthoproteinreaktion). Zum Nachweis der Biuretreaktion zieht man das Papier, auf welchem sich die Milch in 3 Zonen ausgebreitet hat, zuerst durch eine sehr verdünnte Kupfersulfatlösung und dann durch eine 10 proz. Kalilauge und bemerkt wieder, daß nur die mittlere Zone sich gefärbt hat; der rotviolette Ton ist sehr deutlich ausgeprägt. Wird die zweite Zone des Löschkartons herausgeschnitten und mit sehr wenig destilliertem Wasser ausgepreßt, so zeigt ein Tropfen der Flüssigkeit im Ultramikroskop das Bild einer zentrifugierten Milch. Diese Preßflüssigkeit ist, da sie ja eine Kaseinemulsion darstellt, durch Essigsäure oder Lab zum Gerinnen zu bringen. In den äußersten Ring sind das Wasser und die darin echt gelösten Stoffe, wie Zucker und Salze, gewandert.

Bei einer Verdünnung der Vollmilch 5 (Milch) : 3 (Wasser) beginnt die Zonenschichtung undeutlich zu werden und bei einer weiteren Verdünnung ist eine Abgrenzung der Kasein-Wasserzone nicht mehr sichtbar. Mit der schwächeren Sichtbarkeit der Grenzen geht eine Änderung in der Radienrelation (Kasein-, Wasserfläche) Hand in Hand, und zwar derart, daß die Radiendifferenz mit der Verdünnung proportional zunimmt. Man kann also sowohl aus der Differenz der Radien als auch aus dem Verschwinden der Grenzen approximativ auf den Kasein- bzw. Wassergehalt der Milch schließen. Das Auftreten der Kaseinfläche wird natürlich durch Säure- oder Labzusatz zur Milch ausbleiben, da das Kasein sich nunmehr in grobdisperser Form befindet. Endlich können große Fettmengen das Auftreten der Kaseinfläche verhindern. Schlagsahne (ca. 30 % Fett) zeigt keine Kaseinzone. Nur durch besondere Löschkartone gelingt es, auch Schlagsahne kaseinärmer zu machen; Wasser, echt gelöste Substanzen und der größte Teil des Kaseins werden dadurch abgesaugt und es bleibt eine feste Butter zurück.

Durch unsere „Tupfmethode“ gelingt es leicht, Frauenmilch von Kuhmilch zu unterscheiden. Wenige Tropfen Frauenmilch auf Löschkarton gebracht, breiten sich nur in 2 Zonen aus, in eine innere, welche Fett und in die angrenzende, welche die anderen Milchbestandteile enthält. Die Kaseinzone tritt bei der Frauenmilch deshalb nicht auf, weil das Kasein gelöst, also ultramikroskopisch unsichtbar ist. Bei den anderen Milcharten, wie bei der Milch vom Pferd, Ziege, Ratte, Kaninchen usw., die ultramikroskopisch der Kuhmilch entsprechen, wurden ebenfalls

3 Zonen beobachtet; nicht aber bei der Hunde- und Katzenmilch, obzwar auch hier das Kasein zu Ultrateilchen zerfallen ist. Da diese beiden Milcharten einen der Kuhmilch gleichen Kaseingehalt, dagegen einen hohen Fettgehalt haben (Hundemilch: 9 % Fett, 4 % Kasein; Katzenmilch: 9 % Fett, 3 % Kasein), so ist für das Fehlen der Kaseinschicht der hohe Fettgehalt verantwortlich zu machen; das Kasein wird vom Fett mechanisch eingeschlossen und an der Diffusion gehindert.

Nebst einer *quantitativen Kasein- bzw. Wasserbestimmung mit 2—3 Tropfen Kuhmilch*, die in einem eigenen Apparat³⁾ (um Wasserverdunstung zu vermeiden) vorgenommen wird, ist es möglich, mit der gleich geringen Milchmenge auch eine *quantitative Fettbestimmung* auszuführen. Beim Vergleich von verschiedenen fettreichen Milcharten bestehen in der Ausbreitungsgeschwindigkeit am Löschkarton große Unterschiede. Zur Ausführung dieser Versuche werden am besten schmale ($\frac{1}{2}$ cm), in Millimeter geteilte Streifen mit einem kreisrunden Mittelstück verwendet:



Fig. 1.

In 1 Minute breitet sich aus: Milch mit 10 % Fett 1,2 cm, Vollmilch 1,8 cm, eine auf die Hälfte mit Wasser versetzte Milch 3,1 cm, zentrifugierte Milch 6,0 cm.

Schließlich ergaben sich mit unserer „Tupfmethode“ noch interessante Versuche zum Verfolgen des *allmählichen Labungsvorganges* einer Milch. Tropft man eine mit Lab versetzte Milch

auf Löschkarton von Zeit zu Zeit auf, so verkleinert sich die Kaseinzone stetig, bis zum schließlichen Verschwinden. Die Labung tritt im Papier früher ein, als sie im Dunkelfeld zu erkennen ist. Diese Erscheinung ist bedingt durch eine Konzentrationserhöhung des adsorbierten Kaseins an der Berührungsfläche des Tropfens mit dem Löschpapier.

Andere Versuche von Kreidl und Lenk⁴⁾ u.⁵⁾ beschäftigten sich mit der Frage, inwieweit die verschiedenen Tiermilcharten bei ihrem *Aufstieg in Filtrierpapierstreifen* differieren. Diese Kapillarerscheinungen stützten sich auf die im großen Maßstabe ausgeführten Untersuchungen Goppelsroeders⁶⁾, der den kapillaren Aufstieg der verschiedensten Lösungen bestimmte; so stellte er auch Versuche an Kuhmilch an, ohne aber auf Frauenmilch bzw. andere Milcharten einzugehen. Seine Versuche, sowie die anderer Forscher⁷⁾ führten jedoch zu keinem eindeutigen Ergebnis, da sie ihre Experimente in gewöhnlicher Atmosphäre ausführten, ohne auf Verdunstungserscheinungen Rücksicht zu nehmen. Die allmähliche Wasserverdunstung bringt eine Verstopfung der Papierporen durch den gelösten Stoff hervor, wodurch ein weiterer Aufstieg gehindert oder wenigstens stark beeinträchtigt wird. Erst Lenk⁸⁾ hat die Versuche in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre ausgeführt und dadurch eindeutige Resultate erhalten: *Die Steighöhe einer Flüssigkeit in Filtrierpapier ist von ihrer Viskosität abhängig.*

Aus der Zeichnung ist die Versuchsanordnung leicht ersichtlich, die auch zu anderen ähnlichen Versuchen wohl zu empfehlen wäre:

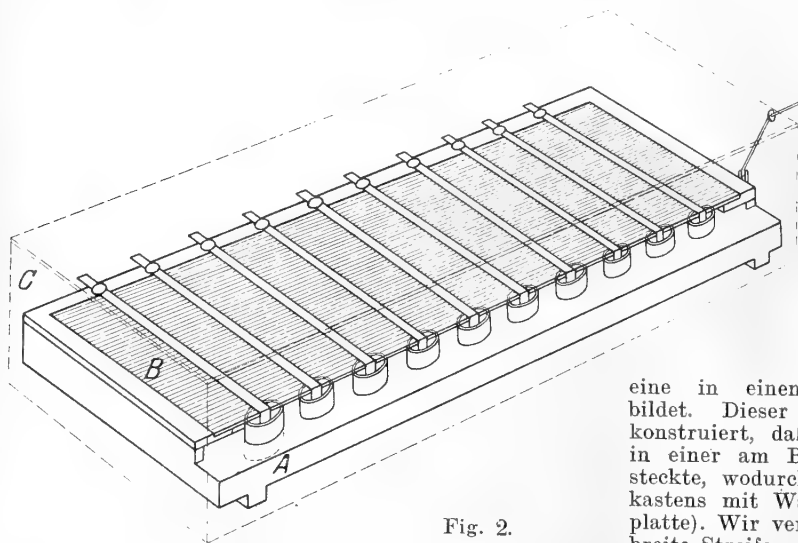


Fig. 2.

Zur Aufnahme der zu untersuchenden Flüssigkeiten sind zehn Gläschen in ein Brett A passend eingesetzt, mit welchem eine eingerahmte Glasplatte B durch ein Scharnier so verbunden ist, daß dieselbe horizontal läuft; an ihrer Unterseite klebt ein Millimeterpapier, um die Steighöhen der Flüssigkeiten rasch und leicht ablesen zu können. Dieser Apparat kommt, auf Füßen stehend, in einen mit Filz wattierten Blechkasten C, der Filz wird mit Wasser getränkt, dessen obere Wand

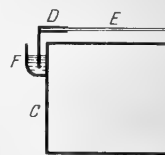


Fig. 3.

eine in einen Blechrahmen eingesetzte Glasplatte bildet. Dieser Blechrahmen D wurde neuerdings so konstruiert, daß er allseitig rechtwinklig umgebogen in einer am Blechkasten befestigten Wasserrinne F steckt, wodurch eine schnellere Sättigung des Blechkastens mit Wasserdämpfen erzielt wurde (E Glasplatte). Wir verwendeten zu unseren Versuchen $\frac{1}{2}$ cm breite Streifen vom besten schwedischen Filtrierpapier, die rechtwinklig abgebogen waren; das längere Stück lag auf der Glasplatte am Rahmen mit Reißnägeln angeheftet, das kurze (3,5 cm) reichte gerade bis an den Boden des Gefäßes. Jedes Gläschen enthielt 5 ccm Flüssigkeit. Die Streifen befanden sich 1 Stunde in dem Blechkasten, ohne zunächst in die Flüssigkeiten einzutauchen. Erst nach dieser Zeit wurde die Glasplatte, durch eine aus der Zeichnung leicht ersichtliche Vorrichtung, gesenkt und ein gleichzeitiges Eintauchen aller Streifen bewirkt.

Auch hier wurde stets beobachtet, daß eine Trennung von Lösungsmittel und gelöstem Stoff eintrat, die Schönbein⁹⁾ zuerst beobachtete und Wilhelm Ostwald¹⁰⁾ auf die Adsorption der dispersen Phase zurückführte. Ferner hat auch Kobler¹¹⁾ die Viskosität und Oberflächenspannung der Kuhmilch untersucht und einige Steighöhenversuche Goepfelsrods wiederholt.

Die im folgenden wiedergegebene Übersicht der Steighöhenversuche mit meinem Apparat läßt das übereinstimmende Ergebnis der Versuche erkennen, das darin gipfelt, daß in bezug auf die Steighöhen zwischen Kuh- und Frauenmilch einerseits, andererseits zwischen den einzelnen Frauenmilchproben aus den verschiedensten Stadien der Laktation untereinander wesentliche Unterschiede bestehen⁴⁾. Die Frauenmilch zeigt stets bedeutend größere Steighöhen als die Kuhmilch. Bei den einzelnen Frauenmilchproben nehmen die Steighöhen in der Regel bis zum zweiten bzw. dritten Monat der Laktation zu, um in den späteren Monaten wieder ein wenig zu fallen.

Die Steighöhen sind in absoluten, nach Zentimetern gemessenen Werten angegeben; nachdem die Flüssigkeiten 150 Minuten hindurch aufstiegen:

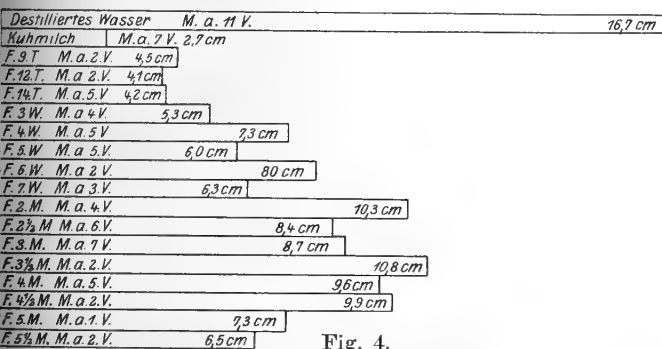


Fig. 4.

Bei der Erklärung dieser Tatsachen ist der Prozentgehalt des Wassers, Fettes und Kaseins in erster Linie zu berücksichtigen. In den spezifischen Gewichten bestehen keine großen Unterschiede; es ergaben sich bei 10 untersuchten Proben folgende Zahlen:

Kuhmilch	1,033	Frauenmilch 1 1/2 M. . .	1,033
Frauenmilch 9 T.	1,033	" 2 "	1,030
" 11 "	1,035	" 2 1/2 "	1,031
" 14 "	1,030	" 3 1/2 "	1,030
" 1 M.	1,031	" 4 1/2 "	1,032

Der Wassergehalt betrug bei:

Kuhmilch	87,31 %	und	87,56 %
Frauenmilch 9 T.	88,27 %	"	88,18 %
" 3 1/2 M.	87,87 %	"	88,02 %

Dieser kann also auch nicht die Ursache der Steighöhenunterschiede sein. Der Prozentgehalt des Fettes erweist sich aus meinen Analysen und denen früherer Autoren bei Frauen- und Kuhmilch als ziemlich gleich. Der Kaseingehalt der Kuhmilch ist aber weit höher als der der Frauen-

milch, bei welcher außerdem noch der Eiweißgehalt im späteren Stadium der Laktation stets abnimmt (s. Tabelle).

Frauenmilch von verschiedenen Frauen:

	Kasein u. Albumin
4 Tage nach der Entbindung . . .	3,53 %
8 " " " " . . .	3,85 %
9 " " " " . . .	3,69 %
12 " " " " . . .	2,91 %
14 " " " " . . .	1,27 %
17 " " " " . . .	1,90 %
30 " " " " . . .	1,33 %
67 " " " " . . .	1,65 %
72 " " " " . . .	1,74 %
93 " " " " . . .	1,46 %
107 " " " " . . .	1,05 %

Frauenmilch von derselben Frau:

N-Substanz	N-Substanz
24—25 Tage . . . 1,40 %	8—9 Tage . . . 1,54 %
38—40 " . . . 1,38 %	29—30 " . . . 1,11 %
60—70 " . . . 1,21 %	113—114 " . . . 0,95 %
117—119 " . . . 1,03 %	229 " . . . 0,88 %
N-Substanz	
5—6 Tage	2,04 %
20—21 "	1,36 %
40—41 "	1,02 %

Es ergibt sich demnach aus diesen Analysen, daß die beobachteten Differenzen in den Steighöhen nur auf die Verschiedenheit der Eiweiß- bzw. Kaseinkonzentration zurückzuführen sind. Eigentümlich ist das Verhalten der untersuchten Kindermilchpräparate (Schwarzenberger Kindermilch I—III; Backhausen 1—4). Sie zeigen zunächst alle niedrigere Steighöhen als die Frauenmilch; während die Steighöhen bei der Frauenmilch mit den späteren Monaten zunehmen, nehmen die der entsprechenden Ersatzmittel ab.

An diese Versuche schlossen sich Steighöhenversuche an der Milch vom Rind, Pferd, Hund, Katze, Schwein und Ziege an, ferner an reinen Kaseinlösungen und schließlich an Pferdeblut, Pankreassaft und Galle⁵⁾. Auch bei diesen Versuchen erwies sich die Steighöhe wesentlich durch die Kaseinkonzentration (was die Milcharten nach Kaseinlösungen anlangt) bestimmt. Der physikalische Zustand des Kaseins ist von untergeordneter Bedeutung. Milcharten mit gleichem Kaseingehalt, aber verschiedener physikalischer Beschaffenheit des Kaseins geben gleiche Steighöhen. Dieser Fall tritt bei der vergleichenden Steighöhenuntersuchung an Frauen- und Pferd milch ein, welche der Frauenmilch in bezug auf ihre quantitativ chemische Zusammensetzung am nächsten steht. Die Pferd milch unterscheidet sich ultramikroskopisch jedoch auffallend von der Milch der Frau, indem in derselben das Kasein im Gegensatz zur Frauenmilch in Ultrateilchen zu sehen ist.

Verdünnung der Milch mit Wasser drückt sich in einer Zunahme der Steighöhen aus; doch ist aus der absoluten Steighöhe einer Milch nicht

ohne weiteres auf eine Verdünnung zu schließen. Eine entfettete Milch zeigt ein nur um wenig erhöhtes Steigvermögen. Es ist auch hier nicht möglich, aus der absoluten Steighöhe auf den Fettgehalt zu schließen. Der Vorgang der Labung ist jedoch genau zu beobachten; er drückt sich in einer konstanten Zunahme der Steighöhe aus, bis zu dem Momente, als das Kasein ausgefällt ist.

Bei längerer Einwirkung des Labfermentes verkleinern sich die Steighöhen mit Zunahme der Dichte der Koagulum infolge mechanischer Verstopfung der Papierporen.

Verschiedene Tiermilcharten zeigen verschiedene Steighöhen, im wesentlichen als Ausdruck ihres Kaseingehaltes; der Fettgehalt spielt nur bei hohen Konzentrationen (Hunde-, Katzenmilch) eine Rolle, Kaseinlösungen, Pankreassaft, Pferdeblut und Galle steigen ihrem Eiweißgehalt entsprechend empor.

Literatur.

1. A. Krcidl u. A. Neumann, Sitz. d. K. Akad. der Wiss. mathem.-naturw. Kl., Wien. Bd. 117, S. 113 ff. (1908).
2. A. Krcidl u. E. Lenk, Archiv f. d. ges. Physiol. 141, 541 f. (1911).
3. E. Lenk u. H. Brach, Kolloidzeitschr. VIII, 325 (1911); s. a. Arch. f. d. ges. Phys. 141, 554 (1911).
4. A. Krcidl u. E. Lenk, „Kapillarscheinungen an Frauen- und Kuhmilch.“ Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl. Wien, Bd. 119, S. 365 (1910).
5. A. Krcidl u. E. Lenk, „Kapillarscheinungen an Milch verschiedener Tierarten und an anderen tierischen Flüssigkeiten.“ Ebenda Bd. 120, S. 229 (1911).
6. F. Goppelsroder, Lit. über seine zahlreichen Arbeiten s. Wo. Ostwald, „Grundriß der Kolloidchemie“, 1. Aufl. S. 408 (1909); zusammenfassende Übersicht in Kolloidzeitschr. 4, 23, 97, 191 usw. (1909).
7. Zd. H. Skraup, Sitzungsber. d. K. Akad. d. Wiss. math.-naturw. Kl. Bd. 118, 559 (1909).
8. E. Lenk, Zentbl. f. Physiol. Bd. 24, S. 831 (1910).
9. Schönbein, Verh. d. naturf. Ges. Basel, Bd. 3, S. 249 (1861), Bd. 4, 1 (1864); Poggendorfs Ann. d. Phys., Bd. 114, S. 275 (1861).
10. W. Ostwald, Lehrb. d. allg. Chemie, 4. Aufl. S. 555 (1909).
11. B. Kobler, Arch. f. d. ges. Physiol., Bd. 125, S. 1 (1910).

Die Entwicklung der sozialen Instinkte bei den staatenbildenden Insekten.

Von G. v. Natzmer, Berlin.

Von jeher bildeten die eigentümlichen Staatengebilde mancher Insekten den bevorzugten Gegenstand anthropomorphischer Spekulationen. Solange kaum die näheren Tatsachen bekannt waren, und die Wissenschaft erst einmal bemüht sein mußte, eine Fülle von Beobachtungen zu sammeln, stand man vielen Erscheinungen im Leben dieser Insekten völlig unvermittelt und deshalb ratlos gegenüber. Es ist deshalb durchaus erklärlich und entschuldbar, daß man allent-

halben geneigt war, den staatenbildenden Insekten eine der menschlichen mindestens ähnliche Intelligenz zuzusprechen. Diese Betrachtungsweise beherrschte fast unangefochten Jahrzehnte naturwissenschaftlicher Forschung, und erst der neueren Biologie gebührt das Verdienst, mit diesen Anschauungen mehr und mehr aufgeräumt zu haben. Doch auch heute noch stößt man immer wieder — ganz abgesehen von manchen Erzeugnissen der popularisierenden Literatur — in wissenschaftlich durchaus ernst zu nehmenden Schriften auf Aussprüche, die eine fast verblüffende Unkenntnis des wahren Wesens der Insektenstaaten verraten, und es berührt peinlich, beobachten zu müssen, daß selbst die elementarsten Erscheinungen des Staatenlebens, über die im Kreise der engeren Fachleute überhaupt keine Diskussion mehr herrscht, noch immer als Beweise eines höheren Denkprozesses gepriesen werden.

In den folgenden Zeilen habe ich es mir nun zur Aufgabe gemacht, die sozialen Instinkte der staatenbildenden Insekten, die ja stets der Ausgangspunkt aller vermenschlichenden Betrachtungen gewesen sind, einer kritischen Untersuchung zu unterziehen. Zugleich will ich hiermit meinen kürzlich erschienenen ausführlichen Abhandlungen, in denen ich den Versuch gemacht habe, die Entwicklung und das Wesen der Insektenstaaten aus einheitlichen Prinzipien zu erklären, eine Erweiterung und Vertiefung zuteil werden lassen. (G. v. Natzmer, Die Insektenstaaten. Grundriß zu einer natürlichen Erklärung ihrer Entwicklung und ihres Wesens. „Entomologische Zeitschrift“, Frankfurt a. M., Jahrgang XXVII, Nr. 34—38.)

Im folgenden möchte ich den Nachweis führen, daß das, was wir gewohnt sind, als soziale Instinkte zu bezeichnen, erst während des gesellschaftlichen Lebens selbst genau parallel mit gewissen durch dasselbe direkt bedingter Körperveränderungen der Einzelindividuen entstanden ist.

Hiermit will ich, wie ich noch ausdrücklich hervorhebe, nicht behaupten, daß Ameisen, Bienen usw. nur reine Reflexautomaten wären, sondern ich möchte nachdrücklich klarlegen, daß geistige Qualitäten, deren Vorhandensein ich nicht bestreiten will, auf das staatliche Leben selbst keinen Einfluß gehabt haben können.

Wollen wir zum Verständnis einer Naturerscheinung gelangen, so ist es nötig, daß wir sie bis in ihre ersten Anfangsformen zurückverfolgen. Wenden wir uns deshalb zuerst den einfachsten Staaten im Insektenreich zu! Der unentwickelteste unter ihnen ist sicherlich der Hummelstaat. Er hat noch am meisten den ursprünglichen Charakter einer reinen Lebensgemeinschaft bewahrt! Das Kastenwesen, dieses markanteste Wahrzeichen aller jener Staatengebilde, ist in ihm noch fast gar nicht entwickelt,

denn die sogenannten Arbeiterinnen sind dort nur kleine Weibchen, die wahrscheinlich unvollkommenen Ernährungsverhältnissen ihr Entstehen verdanken. Ihre Geschlechtsorgane sind indessen vollständig ausgebildet, und sie unterscheiden sich morphologisch in nichts von den eigentlichen Weibchen, die sich ihrerseits genau wie die Arbeiterinnen an allen Arbeiten in der Kolonie beteiligen. Die ganze Gesellschaft eint allein der Brutpflegeinstinkt, der sich bei den kleinen Weibchen, da sie selbst unbegattet geblieben sind, in der Sorge für die weitere Nachkommenschaft der Stammutter äußert. *Es ist interessant, festzustellen, daß in völliger Übereinstimmung mit der Unentwickeltheit des Kastenwesens auch eine Differenzierung der Lebensgewohnheiten und der sozialen Instinkte kaum Platz gegriffen hat!* Das gesellschaftliche Leben gründet sich vorläufig noch fast einzig auf den Brutpflegetrieb, der sich schon bei allen solitären Apiden völlig ausgebildet findet. Denselben habe ich bereits an anderer Stelle bei einer Untersuchung über das Entstehen des sozialen Lebens bei den Insekten als erste Voraussetzung für die Staatenbildung bezeichnet.

Wie alles in der Natur auf eine Entwicklung vom Einfachen zum Komplizierten, vom Unvollkommenen zum Vollkommenen hindeutet, so lassen sich auch zahlreiche Übergangsformen zwischen den primitiven und den höheren Staatengebilden erkennen, auf die einzugehen im Rahmen eines kurzen Aufsatzes indessen unmöglich ist. Ich verweise hier u. a. auf die interessante Zusammenstellung von H. v. Buttel-Reepen in seinem Buche „Die stammesgeschichtliche Entstehung des Bienenstaates“. Überall bestätigt sich die Regel, daß die Entwicklung der sozialen Instinkte mit derjenigen der Körperorganisation parallel läuft. Ein sehr beachtenswertes Übergangsglied bilden auch die primitiven Staaten mancher Ameisenarten, so vor allem diejenigen der Ponerinen und von Leptothorax. Bei diesen Ameisen besteht ebenfalls noch kein deutlich ausgesprochener Unterschied zwischen Weibchen und Arbeitern. Beide sind durch eine ununterbrochene Kette von Zwischenformen miteinander verbunden, und es ist oft nicht möglich, zu sagen, ob eines dieser Individuen der Weibchen- oder der Arbeiterkaste zuzuzählen ist, zwischen denen bezeichnenderweise auch meist in der Lebensweise keine greifbaren Unterschiede bestehen. So beteiligen sich nach W. M. Wheeler die Weibchen der Ponerinen an allen häuslichen Arbeiten und gehen sogar selbst auf Nahrungssuche aus. Sind einerseits in diesen Staaten die Arbeiterinnen im mehr oder weniger vollkommenen Besitz der weiblichen Geschlechtsorgane, so vereinen andererseits die Weibchen, auch wenn die Kolonie ihre normale Größe erreicht hat, alle ursprünglichen Instinkte der solitären Insekten in sich. Ähnliche Beobachtungen habe auch ich während meiner Ameisenstudien an einheimischen Lepto-

thorax gemacht, über die ich noch anderwärts berichten werde.

Ganz anders als in den bisher besprochenen Staatengebilden liegen die Verhältnisse bei den in höher entwickelten Gesellschaften lebenden Insekten. Bei diesen haben sich nämlich bedeutende, tief einschneidende Veränderungen betreffs der Organisation der Einzelindividuen vollzogen. Ein besonders lehrreiches Beispiel bildet hierfür der Staat unserer Honigbiene (*Apis mellifica*). Bei ihr sind nämlich die Geschlechtsorgane der Arbeiterinnen fast völlig zurückgebildet. Dieselben sind aber andererseits im Besitz von Organen, die der Königin fehlen oder die bei ihr längst nicht in gleichem Maße ausgebildet sind, da sie in direkter Beziehung zu den Funktionen der Arbeiterinnen stehen. Die Bienenkönigin ist einzig und allein noch zu einer rein mechanischen Fortpflanzungstätigkeit fähig, denn sie hat alle Sammelorgane sowie die der Wachserzeugung verloren. Dementsprechend ist ihr auch jeder Instinkt zur Pflege der Brut abhanden gegangen, und sie ist zu einer im höchsten Grade einseitig ausgebildeten Eierlegemaschine geworden. Sie selbst und ihre gesamte Brut würden zugrunde gehen, wenn nicht die Arbeiterinnen unermüdlich für beide sorgten. Hiermit gelangen wir zum wichtigsten Punkt unserer Betrachtungen. Wie oft ist nicht schon die selbstlose Aufopferung der Arbeiterinnen für das Wohl des Staates, ihre hohe Intelligenz (ja sogar ihre Weisheit) und Disziplin in den überschwänglichsten Tönen gerühmt worden! Betrachten wir aber die Dinge vom Standpunkt der exakten biologischen Forschung, so bleibt von diesem poetischen Zauber nur noch wenig übrig. Stellen wir deshalb einmal folgende Erwägungen an. Das Kastenwesen, welches allen Insektenstaaten ureigentümlich ist, befähigt die Einzelnen nur noch zum sozialen Leben. Sie sind von ihrer einstigen Höhe als Einzelindividuen mehr und mehr zu wesenlosen Teilen des Gesamtorganismus des Staates herabgesunken, in dem allein sie ihren Lebenskreislauf vollenden können und in dem einzig ihre Art fortbestehen kann. Unwillkürlich drängt sich hierbei der Vergleich mit der Entwicklung auf, die etwa von der Cölenteratenkolonie zum einheitlichen Organismus, der sich ja aus Millionen ursprünglich selbständiger Zellen zusammensetzt, emporführt. Doch ich will diesen Vergleich, so verlockend es auch sein mag, hier nicht weiter spinnen. *Je weiter also das staatliche Leben und damit die Kastendifferenzierung vorgeschritten ist, desto fester sind die Einzelnen an den Staat gekettet und desto abhängiger sind sie voneinander geworden. Der Untergang des Staates ist auch derjenige all seiner Bewohner, die außerhalb des festen Gefüges der Kolonie zugrunde gehen müssen. Das Wohl der Einzelnen ist demnach unlöslich mit dem der Gesamtheit verbunden! Jeder Fortschritt kann für sie demnach nur in einer Höherentwicklung des Staates bestehen, und es*

ist allein der Selbsterhaltungstrieb, der die sozialen Insekten so rastlos für das Wohl der Gesamtheit sorgen läßt! Mit dieser Erkenntnis halten wir den Ariadnefaden in der Hand, der uns auch in den verschlungensten Gängen des staatlichen Lebens im Insektenreich sicher leiten wird, denn hieraus erklären sich auch die kompliziertesten Erscheinungen desselben ganz zwanglos. Es ist klar, daß die Tätigkeit der Einzelnen auf einen sich immer mehr verengenden Kreis, der durch ihre Organisation bedingt ist, beschränkt sein muß, je weiter die Differenzierung in verschiedene Formen vorgeschritten ist. Auf diese Weise findet auch die Tatsache ihre Erklärung, daß in Gesellschaft mit einer hoch entwickelten staatlichen Organisation, in denen demgemäß auch das Kastenwesen weit ausgestaltet ist, eine großartig zu nennende Ordnung und Disziplin herrscht, während in den primitiveren Staatengebilden mit ihren weniger abgegrenzten Kastenunterschieden diese längst nicht in annähernd demselben Maße entwickelt ist. Von diesem Standpunkt aus betrachtet, gewinnen die Dinge noch bedeutend an Klarheit. Bereits an anderer Stelle habe ich den Grundsatz aufgestellt: „daß, wenn innerhalb einer Kaste mehrere streng voneinander trennbare Unterformen oder Formenkreise vorhanden sind, mit der unterschiedlichen Körpergestaltung auch eine Arbeitsteilung verbunden ist“. Die vorstehenden Betrachtungen geben mir nun Gelegenheit, denselben die wichtige Ergänzung hinzuzufügen, daß Veränderungen in der Körperorganisation stets mit Instinktsänderungen verbunden sind, und daß die Einzelnen stets nur diejenigen Instinkte besitzen, die in unmittelbarem Zusammenhang mit ihrer Organisation stehen. Bei manchen Ameisen und vielen Termiten haben sich bekanntlich die einzelnen Kasten wiederum in mehrere Unterformen aufgespalten. All diese Formen sind einer noch weiter spezialisierten Tätigkeit angepaßt und widmen sich rein instinktiv der ihrer Organisation am meisten zusagenden Tätigkeit. Ebenso wie alle Lebewesen sich unbedeutend dort in den großen Ring der belebten Natur einfügen, wo sie die ihrem Körperbau am meisten entsprechenden Daseinsbedingungen vorfinden, folgen auch die dem staatlichen Leben angepaßten Insekten einzig und allein ihren erbten Instinkten und damit dem elementaren Trieb der Selbsterhaltung, wenn sie sozial leben. Ist auch das Thema mit diesen Zeilen noch längst nicht erschöpft, so hoffe ich doch, daß es mir vielleicht möglich gewesen ist, durch vorstehende Ausführungen zu einer Klärung der Anschauungen über das Wesen der sozialen Instinkte bei den staatenbildenden Insekten, deren Biologie eines der interessantesten Kapitel im großen Buch der Lebenserscheinungen darstellt, mit beigetragen zu haben.

Himmelsphotometrie.

Von Prof. Dr. Chr. Jensen, Hamburg, und
Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

Das wachsende Interesse an der Luftschiffahrt und die stetige Zunahme ihrer praktischen Betätigung lassen es zeitgemäß erscheinen, diejenigen Probleme zu betrachten, bei denen der Luftschiffer berufen ist, an der Lösung mitzuarbeiten. Bei den erheblichen Kosten, die leider noch immer mit Ballonaufstiegen verbunden sind, muß der Luftfahrer sich der Hilfe gelehrter Körperschaften oder anderweitiger Beihilfe versichern. Naturgemäß liegt es ihm ob, den Gebern das Äquivalent seiner eigenen Leistung verständlich zu machen und zu zeigen, welche reichen Schätze noch ungehoben des Finders harren. Nicht zum wenigsten verdanken wir es der wissenschaftlichen Erforschung der Atmosphäre, daß wir im Besitz einer tadellos ausgearbeiteten Ballontechnik sind. Es gibt wenig Gebiete, in denen die ersprißliche Zusammenarbeit von Theorie und Praxis sichtlicher zutage tritt. Ohne Aerologie keine Luftfahrt, ohne Luftfahrt keine Erforschung des Luftmeeres. Das Programm für wissenschaftliche Ballonaufstiege ist so mannigfaltig, daß sich leicht ein Büchlein darüber schreiben ließe. Die Aufgaben, die sich schon Glaisher und Gay-Lussac gestellt haben, sind heute noch nicht alle völlig gelöst. Da die Feinheit der Meßmethoden ständig zunimmt, so bildet hier jede Fortsetzung einen Fortschritt. Eine ganze Reihe neuer Probleme sind inzwischen hinzugekommen, so die Untersuchung des elektrischen Feldes, die Radioaktivität der Luft, die lichtelektrischen Erscheinungen, die optischen Fragen. Besonders die letzteren finden im Freiballon Bedingungen, die geradezu ideal genannt werden dürfen. Wohl nirgends kann man sich von den störenden Einflüssen so leicht frei machen wie in der Gondel, die mühelos auf 4000 Meter und höher steigt, die das Wolkenmeer nach Belieben unter sich läßt, wo Wind etwas Unbekanntes ist und wo endlich der Staubgehalt auf einen minimalen Betrag sinkt. Solche Untersuchungen sind von den Verfassern in absehbarer Zeit geplant. Um das Interesse auch weiterer Kreise dafür zu wecken, wollen wir eine kurze Übersicht über die Optik des Himmels geben. Wir haben dabei in erster Linie die im gewöhnlichen Sinne gedachte Photometrie des Himmels bei Tage, ferner die Polarisation des Himmelslichtes und im besonderen die auffälligen Störungen der letzten Jahre im Auge.

Die Quelle des Lichtes und der Wärme, die Sonne, sendet uns auf dem Wege der Strahlung ständig Energie zu, deren Größenordnung schon vor etwa 80 Jahren von Pouillet bestimmt worden ist. Die „Solarkonstante“, d. h. die Wärmemenge, die von der Sonne bei ihrem mittleren Abstand pro Minute auf den Quadratcentimeter

eines an der äußeren Grenze der Atmosphäre befindlichen, vollkommen schwarzen Körpers bei senkrechter Incidenz eingestrahlt wird, bestimmte *Pouillet* zu 1,76 Grammkalorien. Diese Zahl ist seitdem verbessert. Ihre Wichtigkeit erhellt daraus, daß sie die Bestimmung der Temperatur der Photosphäre der Sonne zu berechnen gestattet, insofern die Strahlungsenergie mit der Temperatur nach dem Stefanschen Gesetz ($S = k T^4$) zusammenhängt. Es ist dabei gar nicht einmal nötig, die Konstante ganz genau zu kennen, da eine Änderung von 30 % den Wert der Temperatur noch nicht um 500 Grad verändert. Die Intensität der Sonnenstrahlung wächst mit der Sonnenhöhe. Will man nicht in den Tropen messen, so muß man auf senkrechten Sonnenstand extrapolieren. Die durchstrahlte Schicht der Atmosphäre wird um so größer, je schräger die Strahlen einfallen. Hat man für verschiedene Breiten korrespondierende Messungen, so kann auf die Zenitstrahlung ein rechnerischer Schluß gezogen werden.

Viel schwieriger, aber ebenso wichtig, ist die Berechnung der außerhalb der Atmosphäre herrschenden Strahlungsintensität. Hier sei an die Bemühungen *Bouquers* erinnert, ferner an die Theorien von *Lambert*, *Laplace*, von *Maurer* und *Bemporad*. Bei allen diesen Betrachtungen ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß die Transparenz der Luft im allgemeinen im Laufe des Tages und Jahres keineswegs konstant, sondern starken Schwankungen unterworfen ist, in erster Linie wegen des wechselnden Feuchtigkeitsgrades. So ist man an sehr trockene Stationen mit konstanter Wetterlage, z. B. Teneriffa, gebunden, wo auf den hochgelegenen Stationen günstige Verhältnisse herrschen. Ferner ist zu beachten, daß das Bouguersche Gesetz streng genommen nur für absolut homogene Strahlen gilt, so daß für jede einzelne Wellenlänge die Intensität und die Durchlässigkeit gemessen werden müßten. Auch müssen die einzelnen Bestandteile der Luft auf ihr Verhalten, Strahlung und Absorption betreffend geprüft werden, wobei nur an die Untersuchungen von *Ångström*, *Arrhenius* und *Very* erinnert sei. Kennt man die spektrale Energieverteilung für verschiedene große von den Sonnenstrahlen zu durchmessende Luftschichten und die atmosphärischen Transmissionskoeffizienten für eine große Zahl von Wellenlängen, so kann man daraus das Verhältnis der Energieverteilung an der Erdoberfläche und an der oberen Grenze der Atmosphäre ermitteln. Zur Erhaltung der Solarkonstanten sind schließlich diese Relativmessungen mittels der pyrheliometrischen Beobachtungsmethode auf Kalorien pro Quadratcentimeter und Minute zu reduzieren. Von neueren Bestimmungen dieser Größe seien nur die von *Ångström*, *Ricco* und *Scheiner* sowie vor allem die von *Abbot* und *Fowle* genannt. Letztere führten seit nahezu 1905 nahezu 700 Messungs-

reihen aus und fanden für die Epoche 1905 bis 1912 den mittleren Wert von 1,929 Kalorien.

Augenblicklich steht die Frage im Vordergrund, ob gewisse Änderungen der Solarkonstanten tatsächlich vorhanden sind oder nur durch Schwankungen der Durchsichtigkeit der irdischen Atmosphäre vorgetäuscht werden. *Abbot* und *Fowle* sehen auf Grund ihrer Helligkeitsmessungen in der Mitte und am Rande der Sonnenscheibe den Ursprung der Variationen in Schwankungen der Transparenz der Sonnenhülle. Ihre zahlreichen, fast gleichzeitigen Parallelmessungen in Bassour in Ägypten und auf dem Mount Wilson in Kalifornien führten sie auch zu dem Ergebnis, daß eine Zunahme der Solarkonstanten um 0,07 Kalorien pro Quadratcentimeter und Minute von einer Zunahme der Sonnenflecken um 100 begleitet wird, und daß die Sonnenstrahlung ferner einer, einem Intervall von 10 Tagen folgenden, unregelmäßigen Änderung unterworfen ist, die häufig über 0,07 Kalorien hinausgeht. Es soll dabei nicht unerwähnt bleiben, daß diese Messungen, die allerdings an vielen wolkenlosen Tagen des Juli und August wegen des Dunstnebels unterbrochen wurden, größtenteils in das Jahr 1912 mit seiner starken allgemeinen Trübung der Atmosphäre fielen.

Für den Meteorologen und Physiker, ja auch für den Geologen sind weiter die Änderungen in der Lichtdurchlässigkeit der irdischen Lufthülle von großem Interesse. Auch der Arzt und der Physiologe wenden dem Problem mit Recht ihre Aufmerksamkeit zu; insonderheit den an verschiedenen Tagen und in verschiedenen Jahreszeiten periodisch auftretenden Differenzen. Hier kommt es, worauf vor allem *Dorno* hingewiesen hat, keineswegs nur auf die gesamte Wärmestrahlung, sondern auch auf die Helligkeit sowie auf die photographisch und lichtelektrisch wirkenden Strahlen an.

Zur Messung der Wärmestrahlen dient in erster Linie das Kompensationspyrheliometer von *Ångström*, bei dem ein durch die auffallende Sonnenstrahlung beeinflusstes Thermoelement kompensiert wird durch ein anderes, dem eine bekannte elektrische Wärmemenge zugeführt wird. Wie sehr gewisse lokale Verhältnisse mitspielen, ersieht man wohl am besten aus den von *Dorno* mitgeteilten Zahlen. Die Ergebnisse mehrjähriger Messungen hat letzterer in seiner Studie über Licht und Luft des Hochgebirges mitgeteilt. Einmal ist es die Höhenlage an sich, dann aber auch die besonders geringe Bewölkung, die Davos für ein Sonnenlaboratorium wie geschaffen macht. Die eingeschlossene Tallage beraubt den Platz täglich mehrerer Sonnenstunden; trotzdem ist die Wärmesumme größer als in allen zum Vergleich herangezogenen Orten. Auch ist sie ungemein günstig über das Jahr verteilt durch eine sehr wesentliche Erhöhung der Winterwerte und eine nur geringe Steigerung der Sommerwerte. Neben dem wesentlich zur Eichung be-

nutzten Ångströmschen Instrument wendet *Dorno* das auch von *Marten* in Potsdam verwandte und ein wenig modifizierte Violle-Michelsonsche Aktinometer an, bei dem eine feine bimetallische Lamelle sich bei der Erwärmung durchbiegt.

Für die rein optischen Strahlungsverhältnisse der Sonne dürfte das Photometer von *L. Weber*, das außer in der Hand des Erfinders auch von *Michalko* und *Dorno* gebraucht wurde, den ersten Platz einnehmen. Gewisse Verbesserungen, die neuerdings mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Hochgebirge von *Weber* angegeben wurden, erlauben auch die Messung größerer Helligkeiten. Als Vergleichslampe dient bekanntlich ein Benzinflämmchen. Es dürfte sich empfehlen, diese durch ein Glühlämpchen zu ersetzen, zumal, wenn es sich um Messungen im Freiballon handelt. Nach dem Vorgange von *Weber* werden die Messungen in zwei Farbengebieten, und zwar im Rot und im Grün, vorgenommen; der Faktor k , der eine eindeutige Funktion des Helligkeitsverhältnisses beider Farbenkomponenten darstellt, ist aus beigegebenen Tabellen zu entnehmen; daraus läßt sich dann die auf Sehschärfe bezogene Gesamthelligkeit berechnen.

Auch für die Messung der Intensität des chemisch wirksamen Lichtes ist *Weber* bahnbrechend vorgegangen durch Schaffung einer etwas mühsamen, dafür aber sehr genauen photographischen Methode. Das Wesen der von Entwickler- und Fixierstärke unabhängigen Methode besteht in der Vergleichung zweier Schwärzungen, von denen die eine durch das zu messende Tageslicht, die andere durch die Hefnerkerze in bestimmtem Abstände hervorgerufen wurde. Bei diesen Messungen muß aber daran erinnert werden, daß die Intensität des Ultraviolett nur zu einem gewissen Bruchteil gemessen wird, in dem vor allem die blauvioletten Wellen wirksam sind. So hat das Bromsilberpapier von *Stolze & Co.*, das bei derartigen Messungen verwandt wurde, seine maximale Empfindlichkeit bei der Fraunhoferschen Linie g . Hier wollen wir der Vollständigkeit halber nicht versäumen, auf die klassischen Untersuchungen von *Bunsen* und *Roscoe* über die photochemischen Verhältnisse des Sonnen- und Himmelslichtes sowie auf die Arbeiten von *Wiener* hinzuweisen.

Neuerdings haben *Elster* und *Geitel* zwei Apparate angegeben, die an Einfachheit und Genauigkeit wohl kaum zu übertreffen sind. Sie beruhen auf dem *Hallwachs-* bzw. dem photochemischen Effekt. Eine negativ geladene Kugel, passend aus amalgamiertem Zink hergestellt, verliert unter dem Einfluß ultravioletten Lichtes ihre Ladung. Das Maß des Rückganges der elektrometrisch bestimmten Spannungen gibt ein relatives Helligkeitsmaß. Daher heißt das Instrument „Zinkkugelphotometer“. Das Elektroskop ist das bekannte Exnersche, das *Elster* und *Geitel* für radioaktive Messungen vervollkommen haben,

oder neuerdings das Wulffsche Fadenelektrometer. Das andere Instrument beruht auf dem photoelektrischen Effekt einer Vakuumzelle, deren Alkalimetallfüllung mit dem negativen Pol einer Batterie verbunden wird und bei Bestrahlung infolge Emission von Elektronen einen zumeist galvanometrisch gemessenen Strom zur Anode unterhält. Durch Füllung mit Argon ist die Empfindlichkeit vollkommen konstant geworden. Endlich ist es durch einen Kunstgriff, nämlich das Hindurchleiten einer Glimmentladung bei Herstellung, gelungen, solche Zellen zu erhalten, die ziemlich gleichmäßig auf die verschiedenen Teile des sichtbaren und unsichtbaren Spektrums reagieren sollen. Der Apparat eignet sich zur Benutzung im Ballon jedenfalls noch besser als das Zinkkugelphotometer, insofern die lästige Prozedur des Amalgamierens fortfällt. Für Bestimmungen der relativen Zeit der Entladung mittels geeigneter Filter, wie sie kürzlich von *Lenard* zwecks Orientierung über die Intensität der verschiedenen in den höheren Luftschichten wirksamen ultravioletten Sonnenstrahlen vorgeschlagen wurden, genügt es allerdings bei kurzen Fahrten, die Kugel einige Zeit vorm Aufstieg frisch zu amalgamieren bzw. zu schmirgeln. Eine Irisblende gestattet die Reduktion der Empfindlichkeit der lichtelektrischen Zelle in weiten Grenzen. Besonders geeignet sind solche Instrumente zur Beobachtung der Veränderungen der Intensität bei Finsternissen. Freilich ist ein Mikroskop bzw. Elektrometer handlicher als ein Galvanometer. Im August 1912 hat *Dember* mittels eines mit einem Fadenelektrometer verbundenen lichtelektrischen Photometers, das in einen Spektralapparat eingebaut war, von der Campagna-Margherita aus die Transmissionskoeffizienten für Wellenlängen von 375μ gemessen und daraus die Loschmidtsche Zahl berechnet. Es handelt sich hier um ein bereits im Jahre 1899 von Lord *Rayleigh* eingehend behandeltes Problem, das von der Voraussetzung ausgeht, die Diffusion des Sonnenlichtes und in letzter Linie die blaue Himmelsfarbe sei zum großen Teil durch die Luftmolekeln bedingt. Die Absorption folgt der Bedingung:

$$J = J_0 e^{-hx},$$

wo x der in der Luft durchlaufene Weg und h eine Konstante ist; letztere hat nach *Rayleigh* den Wert

$$h = \frac{24 \pi^3}{\lambda^4} \cdot \frac{\Delta}{N} \cdot 22\,400;$$

in diesem Ausdruck ist Δ die Raumerfüllung der Molekeln, d. h. das Volumen aller Molekeln eines Kubikzentimeters ohne Zwischenräume; 22 400 ist die Anzahl der Kubikzentimeter im Mol. Daraus läßt sich N , die *Avogadro-Loschmidtsche* Zahl, berechnen. Sie findet sich in der Größenordnung übereinstimmend mit den Ergebnissen der zahlreichen Bestimmungsmöglichkeiten. Der *Rayleighsche* Wert ist etwa dreimal zu klein.

Neuere Bestimmungen, in denen $h = 107$ statt 37,2 gesetzt wird, ergeben eine weit bessere Übereinstimmung. *Dember* findet ebenfalls eine Zahl, die kleiner ist als die aus dem Wert des Elementarquantums ableitbare Größe. Für letzteres liegt der Millikansche Wert zugrunde. Wahrscheinlich wirken der Wasserdampf, kleine Schneekristalle, Ozon und gelegentlich auch Staub störend mit. Ganz außer acht gelassen scheint aber dabei die große allgemeine atmosphärische Trübung des Jahres 1912, auf die wir nachher ausführlicher eingehen werden; unter allen Umständen muß dieselbe die Messungen beeinflußt haben.

Dasselbe Ziel verfolgten Messungen von *Bauer* und *Moulin*, die auf dem Mont Blanc Vergleichsbeobachtungen der Intensität des Sonnen- und Himmelslichtes in der Nähe der Fraunhoferschen Linien *C*, *D* und *H* ausgeführt haben, zwecks Bestimmung der *Avogadroschen* Zahl. Nach Anbringung einer durch die Reflexion am Erdboden bedingten Korrektur erhielten sie befriedigende Resultate. Es liegt nahe, den umgekehrten Weg zu beschreiten und aus der nach allem sehr gut bekannten Konstanten *N* die Extinktionskonstante zu berechnen.

Mit dem Problem der Verteilung der Energie im Sonnenspektrum ist *Langleys* Name unlöslich verbunden. Von ihm stammt bekanntlich die Anwendung des Spektralbolometers bzw. der bolographischen Methode, die eine äußerst rasche Durchmessung und photographische Fixierung der Wirkung des Spektrums ermöglicht. Das Prinzip des Instruments ist die Widerstandsänderung eines sehr feinen geschwärzten Metallstreifens; sie wird in einer empfindlichen Brückenanordnung gemessen. Es ist möglich, bei den besten Instrumenten eine Erhöhung der Temperatur um ein hunderttausendstel Grad festzustellen. In die Fußstapfen *Langleys* traten *Abbot* und *Fowle*, welche zahlreiche Messungen zwischen 300 μ im Ultraviolett und 2500 μ im Ultrarot ausgeführt und besonders gründliche Durchlässigkeitsbestimmungen für eine große Zahl von Wellenlängen gemacht haben. Im Anschluß hieran sei an die Versuche erinnert, die gelegentlich des Kometendurchganges im Jahre 1910 durch *Müller* auf Teneriffa mittels des Glan-Vogelschen Spektralphotometers angestellt wurden. Die Messungen erstrecken sich zwischen dem äußersten noch gut sichtbaren Rot und der Wellenlänge 430. Dieselben ergaben, entsprechend früheren Untersuchungen von *Abbot*, eine selektive Absorption zwischen 560 und 580 μ , die wegen der abnormen Trockenheit auf Alta Vista auf eine Wirkung von Wasserdampf offenbar nicht zurückgeführt werden kann.

Ein besonderes Interesse beanspruchen die Sonnenstrahlungswerte zu Zeiten, in denen durch irdische Vulkanausbrüche oder, wie es mehrfach wahrscheinlich geworden ist, durch direkte kosmische Einflüsse eine allgemeine Trübung der Atmosphäre hervorgerufen wird, wie sie in all-

gemein auffallender Weise im Jahre 1912 einsetzte, und wie sie ferner nach dem Krakatauausbruch 1883 und nach dem Ausbruch der westindischen Vulkane im Jahre 1902 in die Erscheinung trat. Wie sehr die Sonnenstrahlung durch derartige Vorkommnisse geschwächt wird, ist deutlich ersichtlich aus den Kurven, in welchen *H. Kimball* die von 1883 bis 1909 in Washington, in Warschau, in Montpellier und in Lausanne beobachteten Strahlungsintensitäten zur Darstellung bringt. In einer kürzlich erschienenen Studie kommt *Humphreys* sogar zu dem Schluß, daß Trübungen durch Vulkanausbrüche einen Faktor, ja möglicherweise sogar einen sehr wichtigen Faktor, bei der Herbeiführung vieler oder sogar sämtlicher Klimaveränderungen der Vorzeit gebildet hätten.

Mit Rücksicht auf die Frage der Konstitution der Sonne beanspruchen die spektralphotometrischen Untersuchungen *H. C. Vogels* über die Verteilung der Helligkeit auf der Sonnenscheibe, nach denen die Abnahme der Intensität nach dem Sonnenrande hin mit abnehmender Wellenlänge wächst, ein großes Interesse. *Weber* und *Borchardt* haben die Vogelschen Resultate gelegentlich der Sonnenfinsternis im April 1912 durch Bestimmung der den einzelnen Sonnenphasen zukommenden Helligkeiten nachgeprüft. Sie sind der Frage in sehr exakter Weise nachgegangen, haben aber nicht mit spektral zerlegtem Lichte gearbeitet, sondern mit Vorschaltung je eines grünen oder roten Glases, mit Maximis der Helligkeit bei 662 und 470 μ . Ein Vergleich der Beobachtungen mit denen *Vogels* ergibt für das rote Licht eine gute Bestätigung der Abnahme; die entsprechende Verminderung im Grün fällt allerdings schwächer aus; doch scheint es möglich, eine Annäherung zu erzielen unter Berücksichtigung der relativ großen Breite des Spektralbezirks. Als Transmissionskoeffizienten dienten die Werte von *Dorno*, die an klaren Herbsttagen in Davos ermittelt wurden, und zwar mit Benutzung der Lambertschen Formel für Intensität und Weglänge in der absorbierenden Schicht.

Geht man über den Sonnenrand hinaus, so nimmt die Helligkeit nach neueren Messungen von *Diercks* bei guter reiner Luft bis zu einer Entfernung von $7\frac{1}{2}$ Grad vom Sonnenmittelpunkt in ziemlich stetiger Weise ab. Das Resultat läßt sich anschaulich darstellen durch empirisch gefundene Ellipsengleichungen. Wird die Helligkeit der Sonne = 100 000 gesetzt, so ergaben sich Abnahmen bis herab zu 10. Da derartige Kurven durchaus abhängig sind von der Sättigung der blauen Himmelsfarbe, so dürften derartige, mittels der *Dierckschen* Aufstellung des *Weberschen* Photometers bequem anzustellende Messungen ein hübsches neues Kriterium zur Beurteilung des atmosphärischen Zustandes geben. Besonders interessant scheinen uns einige Spezialbeobachtungen von *Diercks* bezüglich der Helligkeitsver-

teilung in nächster Umgebung der Sonne, die neben der normalen Abnahme nach außen hin auch anormale, durch relative Maxima gekennzeichnete Abnahmen ergaben. Diese wegen der großen Helligkeit in der Nähe der Sonne mit bloßem Auge nicht zu erkennenden und als Höfe bzw. Kränze zu deutenden Lichtmaxima hatten Halbmesser von $\frac{1}{4}$, 2 und 6 Grad.

Messungen der Helligkeitsverteilung über dem Sonnenvertikal wurden 1875—1876 von *Wild* mit einem auf dem Prinzip der chromatischen Polarisation beruhenden, recht komplizierten, aber doch vortrefflichen Uranphotometer vorgenommen. Dabei fand *Wild* einmal, daß die Gesamtintensität des diffus reflektierten Himmelslichtes am geringsten in der Nähe von 80 Grad Sonnendistanz war, und daß sie von da aus gegen den Horizont hin verhältnismäßig weniger rasch zunahm als gegen die Sonne hin. Ferner ging aus den Messungen hervor, daß die Intensität südlich von der Sonne gegen den Horizont hin für gleichen Abstand von ihr bedeutend größer war als gegen Norden hin. Die Resultate stimmten im großen und ganzen mit den in den 90er Jahren des verflossenen Jahrhunderts von *L. Weber* in Kiel erhaltenen überein. *Weber* dehnte allerdings die Messungen auf das ganze Himmelsgewölbe aus. Er benutzte dabei die neue Montierung seines ursprünglichen Photometers, indem der eine, durch ein oder mehrere Rauchgläser zugedeckte Nebentubus auf das Zenit eingestellt wurde, wogegen die relative Helligkeit der jeweilig zu bestimmenden Himmelsstelle durch Drehung des einen der zwei im Haupttubus vorhandenen Nicolischen Prismen beliebig abgeschwächt werden konnte, bis zur Gleichheit mit der Helligkeit des andern Teils des Gesichtsfeldes. Eingehender verfolgte dann *W. Schramm* in Kiel die Verteilung der Helligkeit am Himmelsgewölbe. Ein theoretisch grundlegendes Werk über die Helligkeitsverteilung am Himmel, bei dem die Zurückwerfung und Brechung durch Wassertropfchen und Eiskriställchen, die Beugung durch Wasser — Eis — und Staubeilchen und die Lichtzerstreuung durch Teilchen, die klein gegen die Wellenlänge des einfallenden Lichtes sind, eingehend berücksichtigt wurden, ist bekanntlich *Chr. Wieners* Schrift: „Die Helligkeit des klaren Himmels und die Beleuchtung durch Sonne, Himmel und Rückstrahlung.“ *Wiener* stellte auch selber Helligkeitsmessungen an. Auffällig erscheint es, daß seine Bestimmungen für das Verhältnis zwischen der hellsten und dunkelsten Himmelsstelle rund zehnmal so groß sind als die *Schrammschen* Werte. Vor kurzem hat *Herzheimer* gezeigt, daß der Grund hierfür im wesentlichen darin zu suchen sein dürfte, daß *Wiener* bei seinen Messungen viel näher an die Sonne herankam als *Schramm*. Der normale Gang der zenitalen Flächenhelligkeit wurde von *Chr. Jensen* für Kiel zwischen Sonnenhöhen $+45$ und -7 Grad genauer untersucht; es fehlen aber leider noch immer systematische

Messungen über den Gang des Verhältnisses zwischen zenitaler und horizontaler Helligkeit bei tiefstehender Sonne, die im Hinblick auf den Gang der hernach kurz zu erörternden sogenannten neutralen Punkte des Himmels besonders wertvoll sind.

Was die spektrale Helligkeitsverteilung des blauen Himmelslichtes betrifft, so wird sie wohl am besten kurz im Zusammenhang mit der Beschreibung der atmosphärischen Polarisationsverhältnisse abgehandelt. Hier seien nur einige Bemerkungen über die Helligkeitsbestimmungen des Tageslichtes gemacht. Schon seit einer großen Reihe von Jahren werden in Kiel um die Zeit des Meridiandurchganges der Sonne — soweit tunlich, täglich — Bestimmungen der vom gesamten Tageslichte (d. h. vom diffusen Himmelslichte plus dem direkten Sonnenlichte) herrührenden Beleuchtungsstärke einer horizontal gelegenen Fläche gemacht. Es wird eine oben matt geschliffene und auf ihre Transparenz hin genau geprüfte Milchglasplatte vom gesamten Himmelslichte beleuchtet und diese Beleuchtungsstärke in geeigneter Weise mittels eines Photometers gemessen. Aus den Messungen im Rot und Grün wird in der vorhin angedeuteten Weise der auf Sehschärfe bezogene Äquivalenzwert ermittelt; er gibt an, wieviele Normalkerzen in 1 m Abstand von der großen Milchglasplatte ermöglichen würden, Schriftzeichen ebenso deutlich zu erkennen, wie man es unter den momentan herrschenden Beleuchtungsbedingungen zu tun vermag. Erfreulicherweise werden seit einigen Jahren auch in Davos die nämlichen Messungen am Mittag angestellt. Dabei hat sich bisher ergeben, daß Davos im tiefen Winter die 6fache Helligkeit von Kiel hat, im höchsten Sommer die 1,8- und im Jahresmittel die 2,5fache. Man ersieht also, daß das Hochgebirge nicht nur eine wesentlich größere Beleuchtung hat, sondern auch eine viel günstigere Verteilung derselben über das Jahr. Interessant sind die eingehenden Untersuchungen *Dornos* über den Einfluß von Wolken auf das Verhältnis der Helligkeit im Grün und im Rot sowie überhaupt auf die Helligkeiten in den verschiedenen Gebieten des Spektrums. Leider müssen aber diese kurzen Andeutungen genügen. Ebenso müssen wir uns versagen, näher auf die von ihm in genauester Weise untersuchten Beziehungen zwischen den verschiedenen Strahlen des Spektrums sowie auf die Beziehung zwischen den Strahlungserscheinungen und dem Gang der luftelektrischen Elemente einzugehen. Es sei nur darauf hingewiesen, daß, während für Davos mit seinem tief blauen Hochgebirgshimmel und seiner dadurch bedingten geringen Intensität des diffusen Himmelslichtes das Intensitätsverhältnis Sonne : diffuses Licht für die optisch wirkenden Strahlen 3,5 mal so hoch wird als für die chemisch wirkenden, andererseits die Wolken bei klar bleibender Sonne das optisch gemessene diffuse Licht sehr viel heller machen, dagegen das

photographisch wirksame herabdrücken, so daß die Unterschiede bei den Durchschnittswerten stark gemildert erscheinen.

Wie sich mit besonderer Deutlichkeit ganz kürzlich gezeigt hat, steht das Verhältnis zwischen der direkten Sonnenstrahlung und derjenigen des diffusen Lichtes offenbar in sehr innigem Zusammenhang mit gewissen Erscheinungen des *Phänomens der atmosphärischen Polarisation*. Bekanntlich ist das vom heiteren blauen Himmel stammende Licht mehr oder weniger stark polarisiert, mit einem Maximum in ca. 90 Grad Sonnenabstand. Dies ist am schönsten mittels des äußerst empfindlichen Savartschen Polariskops zu erkennen. Nehmen wir an, daß die Sonne im Horizont steht, und fassen wir das Sonnenvertikal ins Auge, so gibt es, wie beistehende Fig. 1 zeigt,

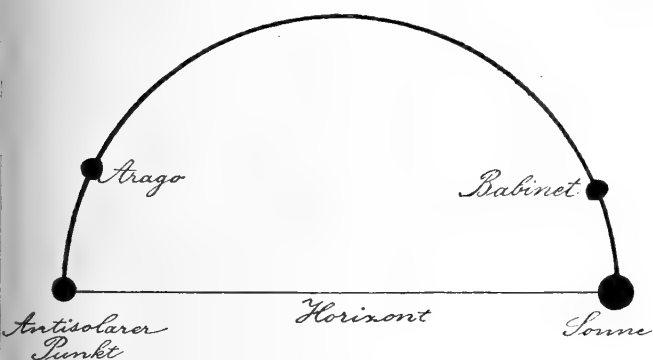


Fig. 1.

zwei Stellen — den sogenannten Aragoschen und Babinetschen neutralen Punkt —, welche Licht ins Auge des Beobachters entsenden, das sich wie unpolarisiertes verhält. Man hat sich vorzustellen, daß die direkte Sonnenstrahlung an genannten Himmelsstellen eine Schwingungskomponente erzeugt, welche gleich groß ist wie die senkrecht zu ihr stehende, von der Erleuchtung der nämlichen Stellen durch die übrige Atmosphäre herrührende; diese dürfte zum sehr großen Teil durch die Lichtdiffusion der Luftschichten in größerer Nähe des Erdbodens bedingt sein. Der tägliche Gang der Abstände dieser Stellen, deren Höhenlage — abgesehen von älteren Messungen — zwischen den Jahren 1886 und 1908 wesentlich von *Busch* und in den neuesten Jahren außer von *Busch* auch von *Jensen* verfolgt wurde sowie von einer ganzen Reihe von Herren, ist bedingt durch den Wechsel in dem Intensitätsverhältnis der genannten senkrecht zueinander stehenden Hauptschwingungskomponenten des Lichtes. Im allgemeinen durchläuft der Aragosche Punkt die Phasen seiner Wanderung etwas früher als der Babinetsche. Geht man etwa von der Sonnenhöhe von 3,5 Grad aus, so sinkt sein Abstand von der Gegensonne nach den Beobachtungen von *Busch* und allen neueren Beobachtern im Durchschnitt bis — 1,5 Grad Sonnenhöhe, um von da ab zu steigen. Der Abstand des Babinetschen von der Sonne steigt dagegen bis

etwa — 0,5 Grad Sonnenhöhe, um sich dann etwas zu vermindern und hernach weiter zu steigen; dabei muß allerdings erwähnt werden, daß bei der Großstadt Hamburg-Eppendorf der absteigende Ast jedenfalls vielfach nicht zur Geltung kommt. *Süring* setzte die Wendepunkte und gewisse Sprünge im Gange der neutralen Punkte bei tiefstehender Sonne in Beziehung zu Schichtgrenzen der Atmosphäre, und *Humphreys* zeigte dann, daß die in Frage kommenden Schichtgrenzen tatsächlich im allgemeinen in den für die *Süringsche* Erklärung erforderlichen Höhen vorhanden sein dürften. Was die Messungen mit vorgeschalteten farbigen Gläsern am Polariskop betrifft, so fand *Jensen*, daß in normalen Zeiten die Punktabstände im allgemeinen mit abnehmender Wellenlänge wachsen, was offenbar in gutem Einklang damit steht, daß auch die Diffusion des Sonnenlichtes stark mit abnehmender Wellenlänge zunimmt. Dies Ergebnis wurde durch Beobachtungen von *Busch* und von *Dorno* bestätigt.

Während nun die neutralen Punkte in bequemer Weise mittels eines relativ einfachen, von *Jensen* angegebenen Pendelquadranten verfolgt werden können, bedarf es zur Untersuchung der Polarisationsgröße komplizierterer Apparate, von denen wir die Polarimeter von *Cornu*, *Martens*, *Pickering*, *Weber* nennen. Das u. a. auch von *Pernter* benutzte Maß für dieselbe ist das Verhältnis der Summe der Quadrate genannter Hauptkomponenten zur Differenz derselben. *Kimball* gibt diesen Wert in Prozenten an. Das bisher beobachtete Maximum beträgt unseres Wissens ca. 0,8. Die Abhängigkeit der zenitalen Polarisationsgröße von der Sonnenhöhe wurde in den 90er Jahren eingehend von *Jensen* verfolgt, und ebenso die Abhängigkeit von Tages- und Jahreszeiten. Dabei ergab sich ein ausgeprägtes Minimum um 2 Uhr nachmittags herum, was als Wirkung des an die wärmste Tageszeit gebundenen aufsteigenden Luftstromes aufzufassen sein dürfte. Umstehende Fig. 2, bei welcher die Ordinaten die Differenzen gegen die Durchschnittswerte aus sämtlichen Beobachtungen darstellen, zeigt die Beziehung des Phänomens zur Tageszeit. Was die Abhängigkeit der Polarisationsgröße vom Spektralbezirk betrifft, so sei wesentlich an die Messungen von *Piltchikoff*, *Pernter* und *E. C. Nichols* erinnert. *H. H. Kimball* verfolgt seit einer Reihe von Jahren in systematischer Weise die sehr ausgeprägten Beziehungen zwischen der in 90 Grad Sonnenabstand gemessenen Polarisationsgröße und der Lufttransparenz, die er mittels eines Ängströmschen Kompensationspyrheliometers bestimmt. Ebenso haben neuere Untersuchungen von *Boutarie* einen sehr innigen Zusammenhang zwischen der Lufttransparenz und der Polarisationsgröße ergeben.

Dies führt uns nun unmittelbar auf die Besprechung des Einflusses allgemeiner Trübungen der Atmosphäre auf die Polarisationsphänomene. Die ersten Beobachtungen einer starken Erniedri-

gung der Polarisationswerte nach dem Ausbruch des Krakatau rühren von *Cornu* her, der in dem Jahre nach der Eruption (1884) fand, daß die maximale Polarisation, die in den vorhergehenden Jahren an schönen Tagen Werte von 0,75 angenommen hatte, erheblich geschwächt war, so daß sie in der Störungsperiode fast niemals den Wert 0,48 überschritt. Im Jahre 1886 begann dann *Busch*, von *Kießling* angeregt, die Verfolgung der neutralen Punkte, die er mit geringer Unterbrechung bis auf den heutigen Tag fortgesetzt hat. Die offenbar durch den Krakatauausbruch eingeleitete Störung, die nicht nur durch relativ hohe Punktabstände um die Zeit des Sonnenunter-

balls und *Pickerings* Befund zu harmonisieren, daß die Polarisationsgröße in 90° Sonnenabstand nach Sonnenuntergang in erstaunlicher Weise zunahm, wogegen *Jensen* für normale Zeiten eine weit geringere Zunahme fand. Erstaunlich große Abstandswerte bei positiven und zum Teil frappierend geringe Werte bei negativen Sonnenhöhen wurden nun in den verschiedensten Ländern in derjenigen Störungsperiode gefunden, die mit der 1912 eingetretenen allgemeinen Trübung der Atmosphäre zusammenhängt, und deren Folgen jedenfalls noch zu Anfang dieses Jahres zu konstatieren waren. Wie gewaltig die Störung war, zeigt beistehende Fig. 3. Sie zeigt die

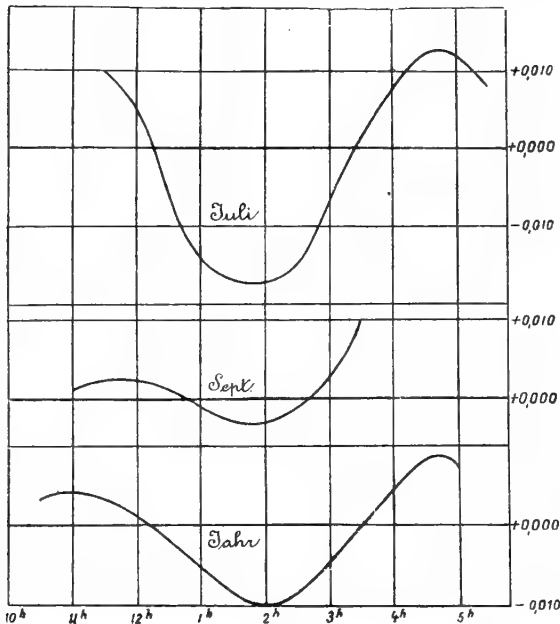
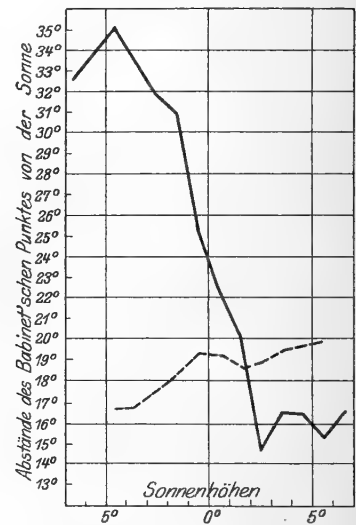


Fig. 2.

ganges, sondern auch durch die starke Veränderung in dem täglichen Gange der Abstände zum Ausdruck kam, und die 1886 noch stark hervortrat, verminderte sich nun in demselben Maße, wie die sonstigen Störungserscheinungen, Dämmerungsphänomene und Bishopscher Ring, nachließen. Einen starken Einfluß auf die Polarisationsphänomene hatte auch die Trübung in den Jahren 1902 und 1903, die Hand in Hand mit den Ausbrüchen der westindischen Vulkane ging.

Hinsichtlich der Polarisationsgröße wurde diese Störung von *Kimball* eingehend verfolgt; die neutralen Punkte von *Arago* und *Babinet* wurden von *Busch* und von *Sack* untersucht. Die entsprechenden Abstände waren bei positiven und bei geringen negativen Sonnenhöhen durchweg größer als 1889, und zwar erreichten sie beim Babinetschen Punkte so erstaunliche Beträge, daß der Unterschied gegen 1889 bei $3,5^\circ$ Sonnenhöhe nicht weniger als $26,5^\circ$ betrug. Es wies aber sowohl *Sack*, als auch *Busch* darauf hin, daß sie bei zunehmender negativer Sonnenhöhe sogar anormal gering wurden. Dies scheint gut mit *Kim-*

Babinetscher Punkt.



Hamburg — = 9. Okt. 1912

--- = 18. „ 1911

Fig. 3.

Beziehung zwischen der Sonnenhöhe und dem Abstand des Babinetschen Punktes vom Sonnenmittelpunkt für den 9. Oktober 1912; zum Vergleich ist die entsprechende, für den 18. Oktober 1911 in Hamburg-Eppendorf gewonnene Kurve beigelegt. Was die Herkunft der Störung betrifft, so kann es heute kaum mehr einem Zweifel unterliegen, daß der letzte Anlaß zu der allgemein in die Augen fallenden Trübung in dem gewaltigen Ausbruch des Katmaivulkans auf Alaska zu suchen ist. Andererseits kann heute nicht mehr geleugnet werden, daß tatsächlich bereits vor diesem Ausbruch Störungserscheinungen bestanden haben, wenn auch ein sich über die ganze Erde ausdehnendes direkt kosmisches Phänomen unwahrscheinlich scheint.

Dafür, daß aber auch bei den atmosphärischen Polarisationserscheinungen direkte kosmische Einflüsse in Frage kommen können, spricht wohl der merkwürdige, von *Busch* entdeckte Gleichlauf zwischen dem säkularen Gange der Abstände des Aragoschen und Babinetschen Punktes einer-

und der Sonnenfleckenperiode andererseits. Da seit einigen Jahren eine große Reihe von Gelehrten und von Freunden ernster Forschung zur Verfolgung der Polarisationserscheinungen herangezogen worden sind, so darf man wohl hoffen, bald mehr Klarheit über diese merkwürdigen Beziehungen zu erhalten. Sieht man zunächst von Helligkeitsschwankungen ab, so könnten wohl für die Erklärung Wirkungen der etwa von der Sonne ausgesandten Kathodenstrahlen oder ultravioletten Strahlen auf die Atmosphäre in Betracht kommen, ferner aber auch kosmischer Staub, der im Sinne von *Arrhenius* durch den Strahlungsdruck der Sonne in die Atmosphäre gelangte. Die von *Pernter* für seine künstlichen trüben Medien gefundene Beziehung zwischen Polarisationsgröße und Intensität des seitlich diffundierten Lichtes bedarf auf alle Fälle noch genauerer Nachprüfung.

Andererseits dürfte aber *Pernter* den vollgültigen Beweis dafür erbracht haben, daß die Erscheinungen der atmosphärischen Polarisation jedenfalls in erster Annäherung diejenigen der Polarisationsphänomene eines mehr oder weniger verunreinigten trüben Mediums im Sinne Lord *Rayleighs* sind. Dabei ist natürlich nicht außer acht zu lassen, daß verschiedene Vorgänge, wie die selektive Absorption und die Reflexion des Sonnenlichtes am Erdboden, modifizierend auf die Erscheinungen wirken können. Daß *Soret* und *Hurion* auf dem Boden der Rayleighschen Theorie eine sehr beachtenswerte Theorie der atmosphärischen Polarisationserscheinungen überhaupt und des Zustandekommens der neutralen Punkte im besonderen gegeben haben, kann leider nur andeutungsweise mitgeteilt werden. Da die lichtzerstreuenden Teilchen keineswegs gleichmäßig in der Atmosphäre verteilt sind, so operiert *Soret* hier mit einem besonderen, dem Horizont aufliegenden Ring diffundierender Teilchen. In dieser Arbeit macht er ferner darauf aufmerksam, daß die Höhe der neutralen Punkte mit der Helligkeit des Himmels in der Nähe des Horizonts zunehmen muß, und plädiert für gleichzeitige Bestimmungen der Höhe dieser Punkte und des Verhältnisses zwischen horizontaler und zenitaler Helligkeit. In diesem Zusammenhange sei schließlich auf neuere Untersuchungen von *E. Genz* über die Abhängigkeit der Höhe des Aragosen Punktes von den Helligkeitsverhältnissen des Himmels aufmerksam gemacht.

Die Rayleighsche Theorie liefert bekanntlich den Schlüssel für das Verständnis der blauen Himmelsfarbe. Bei Teilchen, welche klein gegenüber der Wellenlänge des auf sie eindringenden Lichtes sind, verhalten sich die Intensitäten des seitlich diffundierten Lichtes umgekehrt wie die vierten Potenzen der Wellenlänge. Dies erklärt das bedeutende Überwiegen des blauen Lichtes bei heiterem Himmel, wenn man die geringe Wirkung der violetten Strahlen auf das Auge berücksichtigt. Spektrophotometrische Analysen des

Himmelslichtes, wie sie von Lord *Rayleigh* selber und von verschiedenen anderen Forschern — so von *Crova*, *Majorana*, *E. C. Nichols*, *Vogel* — ausgeführt worden sind, dürfen wohl als eine befriedigende Bestätigung der Theorie angesehen werden. Allerdings geht aus diesen Versuchen auch die außerordentlich große Variabilität des Phänomens deutlich hervor, so namentlich durch die vom April 1900 bis Februar 1901 von *Zettewuch* in Italien ausgeführten Messungen, bei denen sich die Rayleighsche Formel in sehr vielen Fällen durchaus nicht bestätigte. Dies dürfte aber, wie auch *Zettewuch* selber angibt, durchaus verständlich sein, wenn man die großen Schwankungen in der Zahl und Größe der Partikeln des trüben Mediums und vor allem die Schwankungen in der Zahl der verschiedenen Wellenlängen gleichmäßig reflektierenden Kondensationsprodukte des Wasserdampfes berücksichtigt. Faßt man neben den verschiedenen Verunreinigungen der Atmosphäre auch noch den verschiedenen großen Abstand der Luftmolekeln bei verschiedenen Drucken ins Auge, so muß man mit *W. Wundt* zu der Ansicht kommen, daß die diffuse Reflexion der Atmosphäre in den unteren Schichten unter Anlehnung an die Reflexionsgesetze in inhomogenen Medien vor sich geht, in den höchsten Schichten dagegen unter Annäherung an das Rayleighsche Gesetz. Eine Frage für sich ist die, wieweit die Luftmolekeln selber die blaue Farbe bedingen, wieweit andererseits allerfeinste Fremdkörperchen, wie die kleinsten Kondensationskerne, wirksam sind. Ganz kürzlich gelangte *V. King* zu dem Resultat, daß bei Höhen, die über diejenigen des Mount Wilson hinausgehen, die molekulare Zerstreuung allein vollauf genügt, um die Schwächung der Sonnenstrahlung sowie auch die Intensität und Qualität der Strahlung des Himmels vollständig zu erklären.

Nichtsdestoweniger harren auf diesem Felde noch eine Fülle von Rätseln der Lösung. Das Interesse an diesen Fragen scheint seit den gewaltigen Wirkungen des Krakatauausbruches in stärkerem Wachstum begriffen zu sein, und da sie zum Teil eng mit den interessantesten kosmischen Problemen verknüpft sind, so steht vielleicht zu hoffen, daß man sich mehr und mehr diesen aussichtsreichen Forschungen zuwenden möge. Wir denken dabei an die himmelsphotometrischen Messungen im weitesten Sinne.

Die Behandlung derartiger kosmischer Probleme erfordert mehr als irgendeine andere Frage ein gemeinsames Arbeiten aller Interessierten. Die Beobachtungen an den verschiedensten Orten müssen an eine Zentralstelle berichtet werden. Jeder noch so kleine Beitrag zu den ange deuteten Fragen ist wertvoll. Dem Luftschiffer, der hierzu besonders berufen scheint, sind leider enge Grenzen gezogen. Bis an die Grenze der Troposphäre (11 km) ist der bemannte Ballon gelangt. Bis zur dreifachen Höhe etwa (36 km) sind die Sondenballons gestiegen. Die Probleme,

von denen wir ein Bild entworfen haben, erlauben Schlüsse zu ziehen auf Vorgänge in viel größeren Höhen und vermitteln so dem Luftfahrer einen Einblick in das gelobte Land, dessen Pforten ihm leider dauernd verschlossen sind.

Zuschriften an die Herausgeber.

Das englische Wort „Chemist“.

Zwar im Volksmund und von den Apothekern und Drogisten selbst ist die Bezeichnung „Chemist“ oder „Chemist and Druggist“ für diesen Beruf auch gebräuchlich; und mit Recht insofern als mehr oder weniger chemische Kenntnisse dazu erforderlich sind. Aber jeder Berufschemiker oder auch chemischer Forscher wird sich jedoch mit dem umfassenden Ausdruck „Chemist“ bezeichnen. Ein Apotheker wird sich richtiger „Pharmaceutical Chemist“ nennen. Dagegen ein „Apothecary“ darf auch den ärztlichen Beruf üben. L. S. A. = Licentiate of the Society of Apothecaries = geringste gesetzliche Qualifikation nötig zur Ausübung des ärztlichen Berufs. Ein Analytiker nennt sich „Analyst“; nicht aber „Assayer“ — da dieser sich lediglich auf die Metall- resp. Edelmetallbestimmung beschränkt (s. diese Zeitschrift, Heft 30, S. 756).
Frankfurt a. M., 24. Juli 1914. G. Caffrey.

Besprechungen.

Meyer, E. v., Geschichte der Chemie von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart. Vierte, verbesserte und vermehrte Auflage. Leipzig, Veit & Comp., 1914. XIV, 616 S. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Es ist eine alte und berechtigte Klage, daß die meisten Vertreter der Naturwissenschaften wenig Neigung haben, sich in den Geist vergangener Zeiten zu versetzen. Nun hat es allerdings den Anschein, als ob „der historische Sinn für die Entwicklung der Chemie, für das Werden unserer Vorstellungen in erfreulicher Weise zugenommen hat“, wie E. v. Meyer im Vorwort der neusten Auflage seiner Geschichte der Chemie schreibt, aber es bleibt doch noch vieles zu wünschen übrig, denn es ist bei der großen Zahl von deutschen Chemikern und Chemiestudierenden doch kein besonders eindrucksvolles Ergebnis, daß ein so vortreffliches und wohlfeiles Buch, wie es E. v. Meyers Geschichtswerk ist, nur alle zehn Jahre neu aufgelegt werden kann.

Der Charakter des Buches ist in seiner neuen, vierten Auflage unverändert geblieben. Von den ältesten erforschbaren Zeiten bis in die jüngste Gegenwart hinein ist die Entwicklung des chemischen Wissens und Strebens, das Fortschreiten der Erkenntnis in gedrängter Form mit ausgezeichnete Darstellungskunst geschildert. Jeder der vier Hauptabschnitte des Buches besteht aus zwei Teilen, von denen der erste die allgemeine Geschichte der bedeutendsten Forschungsrichtungen und Lehrmeinungen, der zweite die spezielle Geschichte der einzelnen Wissenszweige enthält. Die mühsame Kleinarbeit des Nachtragens und Einfügens der Ergebnisse neuer Untersuchungen ist sehr sorgsam und sehr geschickt durchgeführt worden; oftmals sind nur einige Worte in den Sätzen verändert, um ihren Sinn den heutigen Erkenntnissen anzupassen. Ein aufmerksamer Vergleich mit der vorhergehenden Auflage zeigt, daß Absatz für Absatz neu durchdacht und teilweise umgeschrieben und erweitert worden ist. Hinzugekommen sind außer vielen For-

schungstatsachen zahlreiche Lebensabrisse bedeutender Chemiker. Hierbei möchte der Berichterstatter auf eine Äußerlichkeit aufmerksam machen, die vielleicht manchen stören könnte: die Biographien sind nicht alle gleichartig gedruckt, bald stehen sie im fortlaufenden Text, bald sind sie in die Anmerkungen verlegt, ohne daß ein maßgebender Grund dafür ersichtlich wäre.

Scheinbar eine Äußerlichkeit, auf die hinzuweisen wäre, ist das ungeheure Anschwellen des letzten großen Kapitels „Geschichte der neuen Zeit von Lavoisier bis auf unsere Tage“. Dies Kapitel ließe sich wohl in zwei zerlegen, von denen das eine bis in die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts reicht und das andere bis in die Neuzeit führt. Scharfe Grenzen lassen sich nirgends ziehen, wir können nicht Tag und Stunde angeben, wo das Zeitalter der Alchemie in das der Iatrochemie übergang, oder wo das Zeitalter der Phlogistontheorie abschloß und die Neuzeit begann. Aber solche Zeitabgrenzungen haben ihre innere Berechtigung in der Tatsache, daß bestimmte Probleme und Theorien im Vordergrund des allgemeinen Interesses standen. Die Zeit von Lavoisiers Auftreten bis zur Mitte des neunzehnten Jahrhunderts könnte man das Zeitalter der vorwiegend quantitativen Untersuchungen nennen — es reicht bis zur Klärung der Begriffe Atom, Molekel, Äquivalent —, und für den letzten Zeitabschnitt würde eine Bezeichnung als Zeitalter der chemischen Dynamik und Systematik nicht unpassend sein, denn die Fragen nach der Valenz und der Affinität und nach einer natürlichen Ordnung der Stoffe lassen sich sehr gut als Kristallisationspunkte in dem Chaos der Tatsachen und Spekulationen erkennen. Eine derartige Scheidung in zwei Zeitabschnitte ist keine bloße Äußerlichkeit. Es mußten die qualitativen Untersuchungen bis zu einer gewissen Vollkommenheit gediehen sein, ehe die vorwiegend quantitativen mit gutem Erfolg einsetzen konnten, — gewogen hatten die Chemiker schon lange, aber erfolgreich messen und wägen konnten sie erst, als sie verstanden, auch die flüchtigen, unsichtbaren Gase aufzufangen und zu unterscheiden —; ebenso mußten die quantitativen Untersuchungen bis zu einem hohen Grade von Genauigkeit getrieben sein, bevor die oft berührte Frage der Verwandtschaft einer Lösung entgegen gehen konnte.

Den hier geäußerten Wunsch wird der Verfasser vielleicht als nicht ganz unberechtigt anerkennen, und er wird die Bitte nicht übel nehmen, in dem Schlusse seiner Einleitung, die folgerichtig zu jenem Wunsch führen muß, auf S. 4 Z. 6 v. u. das Wörtchen „zwei“ in „drei“ zu verändern.

Noch ein paar Kleinigkeiten seien der Berichtigung empfohlen. „Die erst seit kurzem bekannt gewordenen Leiter dieses Unternehmens“ (der hermetischen Gesellschaft) „waren der Arzt Kortum (der Dichter der Jobsiade) und ein Dr. Bährens (Prediger)“. S. 60. Diese Männer waren schon 1803 als Leiter der Gesellschaft bekannt, *Gilb. Ann. d. Phys.* (1803) 12, 493.

Auf S. 93 ist in der Anmerkung das Wort „seltsamerweise“ überflüssig und störend. Nach *Ruska* ist der Bedeutungswandel des Wortes Alkohol folgender: „Al-kohl ist die äußerst feine schwarze Schminke, mit der im Orient seit uralter Zeit die Ränder der Augenlider bestrichen werden“ (*kahala* = die Augen schminken, *akhal* = schwarz, *al-mikhal* = der Stift, mit dem der *kohl* aufgestrichen wird); „man sieht leicht, wie das Wort zu der erweiterten Bedeutung ‚unbegreifliches‘ oder ‚überaus zartes‘ Pulver kommt“. „Noch im 17. und 18. Jahrhundert kommt das Wort

alcoholisare vorwiegend in der Bedeutung „in ein feinstes Pulver verwandeln“ vor.“ Danach wurde der *alcohol* oder *alcohol* das „subtilste eines jeglichen Dinges“, und damit ging der Ausdruck *alcohol vini* auf das Subtilste des Weines, den Weingeist über. (*Aus der Natur* [1913] 10, 109.)

Die Anmerkung 2 auf S. 456 wird *Poggendorff* nicht ganz gerecht, denn der zurückgewiesene Aufsatz *Robert Meyers* war wirklich nicht ausgereift (Vortrag von *A. v. Oettingen*, *Abhdlg. math. phys. Kl. d. Kgl. Sächs. Ges. d. W.* [1909] 31, 165); die Abhandlung, die *Liebig* abdruckte, war nicht die gleiche, sie war gegenüber der an *Poggendorff* gesandten wesentlich verbessert.

Man muß schon auf solche Kleinigkeiten sein Augenmerk richten, wenn man dem Verfasser die Gelegenheit zu Verbesserungen geben will. Das Buch ist eben ausgezeichnet durch Reichtum und Genauigkeit des Inhalts, durch Sorgfalt der Darstellung und durch kritisches Urteil. Es ist ein Werk deutscher Gründlichkeit und Gewissenhaftigkeit.

R. Winderlich, Oldenburg i. Gr.

Lippmann, Edmund O. von, Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der Naturwissenschaften. Leipzig, Veit & Comp., 1913. X, 491 S. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 9,—.

Als von *Lippmann* vor etwa acht Jahren den ersten Band seiner Abhandlungen und Vorträge veröffentlichte, stellte er in dem Vorwort seines Buches seinen Lesern eine Erweiterung desselben in Aussicht. Diese ist nunmehr vor Jahresfrist in Form eines zweiten Bandes, der dem ersten an Umfang kaum nachsteht, erschienen. Die wohlwollende Aufnahme, die der erste Band gefunden hat, ist ein erfreuliches Zeichen für das sich stets mehr und mehr entwickelnde Interesse, das der Geschichte der Chemie entgegengebracht wird. Der nun vorliegende Band umfaßt nicht weniger als 36 neue Arbeiten des unermüdlich tätigen Autors, dem wir so manche Aufklärung über bisher dunkle historisch-chemische Fragen verdanken. Die einzelnen Abhandlungen sind nicht nur in höchst anregender Weise verfaßt, sondern sind auch durch die zahlreichen Literaturangaben für den Forscher, der auf die einzelnen Probleme weiter einzugehen beabsichtigt, von großem Werte. Werken wie dem *Lippmannschen* kommt nicht nur deshalb eine große Bedeutung zu, weil sie uns mit den einzelnen darin erörterten Fragen näher bekannt machen, sondern ebenfalls weil dieselben die Vorarbeit bilden zu der großen „Geschichte der Chemie“, derer unsere Wissenschaft bereits seit mehr als sechzig Jahren harret. (*Kopps* Geschichte datiert aus dem Jahre 1847.)

Sollte der Autor dieser vortrefflichen „Abhandlungen und Vorträge“ sich dazu entschließen können, uns mit einer solchen „*Historia Chemiae*“ zu beschenken, so würde ihm zweifelsohne der Dank der gesamten Naturforscherswelt zuteil werden.

Ernst Cohen, Utrecht.

Kleine Mitteilungen.

Über die **Pamirexpedition des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1913** sprach Prof. Dr. *H. v. Ficker* in der allgemeinen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde in Berlin. Der Alpenverein, welcher für die wissenschaftliche Erforschung des Gebirges seit Dezennien große Opfer bringt, hat aus der Erkenntnis heraus, daß es für seine eigene Arbeit von außer-

ordentlicher Bedeutung sein muß, wenn geschulte Männer ihren Gedankenkreis in anderen fremden Gebieten erweitern, die Mittel für die Expedition zur Verfügung gestellt. Die Expedition wurde von *W. R. Rickmers* (Bremen) geführt. Geologe war Dr. *v. Klebelsberg* (Brixen), Topograph Dr. *Deimler* (München), Meteorolog Prof. Dr. *H. v. Ficker*. Das Arbeitsgebiet der Expedition war nicht das eigentliche Pamir, welches ja leidlich bekannt ist, sondern die mächtigen Ketten des Romanowgebirges im Khanat Buchara, welche das Pamirplateau gegen Westen ablösen und mehrfach Höhen von 7000 m erreichen. Die Täler (Wachsch—Surchob—Muksu, Chingob, Pädsch) sind tief und steilwandig eingeschnitten. Gänzlich ungangbare Täler sind nicht selten, obgleich die Eingeborenen geradezu bewunderungswürdige Wegebauten geschaffen haben. Die scharf eingeschnittenen Talwände werden oben oft von mehr oder weniger breiten Hochflächen, offenbar alte Talböden, begleitet, welche die sommerlichen Weidegründe bilden.

Die Expedition, welcher nur der kurze Sommer 1913 zur Verfügung stand, und welche unter der Ungunst des Wetters stark zu leiden hatte, erstieg zusammen 30 Hochgipfel und beging 14 Pässe. Zahlreiche Hängegletscher hatten die höchsten Erhebungen des Romanowgebirges so steil ausgebildet, daß eine Besteigung unmöglich war. Geologisch war nur die Darwaserkette durch eine Begehung der Grenzen durch den russischen Geologen *Edelstein* bekannt, während *v. Krafft* nur ein Profil durch die Hissarische Kette gelegt hatte. *Klebelsberg* gelang es, mehrere Profile zu legen. Dabei wurde eine gewaltige westöstliche Bruchlinie festgelegt, welche sich längs der Hissarischen Kette in das Wachsch-Surchob-Tal fortsetzt und bis ins Kisilutal verfolgt werden konnte und welche durch Gebiete häufiger seismischer Störungen und durch heiße Quellen ausgezeichnet ist. *Klebelsberg* nimmt an, daß diese Linie die Grenze zwischen dem Tienschan- und Pamirsystem darstellt. Stratigraphisch wurde eine ungeheure Entwicklung der Kreideformation im Romanowgebirge festgestellt. Die Kreide bildet Gipfel bis zu 5600 m. Bei der Festlegung der heutigen und glazialen Firnlinie stellte sich eine unerwartete tiefe Depression der letzteren gegen die heutige heraus. Die Folge ist eine unerwartet große Ausdehnung der Moränenablagerung. Die meisten Gletscher gehören dem *firnfeldlosen Typus* an, welcher seine Zufuhr nur durch Eis- und Lawinenstürze von den Steiflanken herab erhält. Oft wurde „Totes Eis“ gefunden, welches von der Zunge des heutigen Gletschers abgetrennt ist und einen mächtigen Gletscherhochstand in nächster Vergangenheit bezeugt. Im allgemeinen gehen die Gletscher des Romanowgebirges zurück.

Die Expedition zeitigte ebenfalls reiche topographische Ergebnisse. Die offizielle russische Karte 1:420 000 gibt nur die großen Wasserläufe und die Siedlungen hinreichend genau. Das Gebirge selbst ist höchst schematisch und ungenau wiedergegeben und Höhenzahlen finden sich nur sehr selten. Dr. *Deimler* (München) gelang es, zahlreiche Gipfelhöhen barometrisch zu bestimmen. Photogrammetrische Aufnahmen werden nicht nur große Gebiete kartographisch festlegen, sondern auch zahlreiche weitere Höhenquoten ergeben. Dazu kommen viele trigonometrische Höhenmessungen, so daß man schon jetzt sagen kann, daß die bisherigen Schätzungen der Gipfelhöhen des Romanowgebirges durchaus nicht entsprechen. So mußten sich besonders die Gipfel der Kette Peters des Großen eine Re-

duktion von 800 m gefallen lassen. Die Arbeit des Photogrammeters wurde durch Itinerare ergänzt, an deren Aufnahme sich alle Expeditionsmitglieder beteiligten, so daß das Gebiet von einem dichten Routennetz durchzogen ist.

Der Meteorologe v. Ficker erhielt in allen Standquartieren wertvolle Diagramme durch Registrierinstrumente. Seine Luftdruckbeobachtungen werden die Berechnung vieler Höhen gestatten. Er widmet der Festsetzung der Kultur- und Vegetationsgrenze besonderes Augenmerk, weil diese unter Umständen Mittelwerte längerer Beobachtungsreihen ersetzt.

Michaelsen.

Einen Aufsatz über **radioaktive Düngemittel** veröffentlicht Prof. J. Stoklasa in der *Chemiker-Zeitung* (79, 841, 1914). Stoklasa studierte zuerst den Einfluß der Radioaktivität auf Stickstoffbakterien und kam zu dem Ergebnisse, daß unter der Einwirkung von Emanation ein größerer Stickstoffgewinn erzielt wird, als ohne Emanation. Später wurden Versuche an höheren Pflanzen angestellt, aus denen erhellt, daß 15 bis 30 Macheinheiten für 100 Samen das Wachstum der Keimlinge beschleunigen. Auch auf die Zellvermehrung und das Wachstum der Pflanzen übt die Radioaktivität eine ungemein günstige Wirkung aus. Wenn man Buchweizen in einer radioaktiven Nährlösung zur Entwicklung bringt, so beträgt das Trockengewicht von 100 Pflanzen nach 52 Tagen bei Anwendung von 60 M.E. 19,54 g; in nicht radioaktiver Nährlösung nur 9,45 g. Durch 60 M.E. kann also der Ertrag um 106,8 % gesteigert werden. Durch Begießen mit aktivem Wasser lassen sich ebenfalls gute Resultate erzielen. Interessant ist ferner, daß eine zu starke Dosierung von Emanation schädlich wirkt. Auch die Kohlensäureausscheidung und Sauerstoffaufnahme wird durch Emanation günstig beeinflusst. Stoklasa und seine Mitarbeiter konnten sogar feststellen, daß Radiumemanation imstande ist, aus Kohlensäureanhydrid und Wasserstoff im statu nascendi bei Gegenwart von Kaliumhydroxyd einen Zucker zu bilden.

Es lag der Gedanke nahe, diese ertragsteigernde Wirkung der Emanation für die Bodenkultur praktisch zu verwerten. Die Banque du Radium in Paris brachte schon im Jahre 1910 ein radioaktives Düngemittel, von dem 1 g 0,6 Macheinheiten erzeugt, unter dem Namen „Engrais Radioactifs B. D. R.“ in den Handel. Mit diesem Dünger kann man bei Rotklee, bei Zuckerrüben, aber auch in der Garten- und Gemüsekultur eine beträchtliche Mehrproduktion erzielen. Endgültige sichere Ergebnisse über die Wirkung dieses „Engrais Radioactifs“ liegen bis heute jedoch noch nicht vor und es bleibt abzuwarten, ob sich dieser Dünger bei seiner Kostspieligkeit in der landwirtschaftlichen Praxis bewähren wird.

O. F.

Die **feuersichere Lagerung leicht brennbarer und explosibler Flüssigkeiten** hat bei dem durch die Automobilindustrie gesteigerten Bedarf an Benzin ein erhöhtes Interesse gewonnen. Ein allen Anforderungen entsprechendes System der feuersicheren Lagerung ist das von Martini Hünecke. Bekanntlich brennt Benzin in einer Kohlensäureatmosphäre nicht; mit Kohlensäure gemengte Benzindämpfe bringen eine Flamme sogar zum Verlöschen. Martini Hünecke lagern nun über das Benzin, das sich in großen unterirdischen Behältern befindet, eine Kohlensäureschicht, ferner be-

wirken sie den Transport des Benzins von der Lager- zur Verbrauchsstelle mittels Kohlensäure und treffen Vorsorge dafür, daß im Falle eines Rohrbruches das Weiterfließen des Benzins automatisch unterbrochen wird. Es ist vorgekommen, daß eine Anlage, in der sich eine ungeheure Menge, nach Martini Hünecke geschützt gelagerten Benzins befand, vollkommen abbrannte, ja daß sogar die Entnahmekähne für das Benzin abschmolzen, ohne daß ein Tropfen dieser gefährlichen Flüssigkeit zur Entzündung gelangte. Die Einführung der unfallverhütenden Lagerung bewirkt, daß die Behörden heute ohne Bedenken die Aufstapelung sehr großer Benzinvorräte gestatten; so lagern im Berliner Osthafen über 1 Million Liter Benzin. Ein großer Fortschritt liegt auch darin, daß man die bei der ortsfesten Lagerung bewährten Sicherheitsvorrichtungen in vielen chemischen Betrieben (chemischen Wäschereien, Extraktionsanlagen, Gummifabriken) anwendet. Es gibt noch einige andere Konstruktionen von Sicherheitsanlagen, z. B. solche, die an Stelle eines Schutzgases Wasser anwenden. Diese Systeme sind jedoch aus dem Grunde zu verwerfen, weil sie, ohne nach allen Seiten vollkommenen Schutz zu gewähren, ein Gefühl der Beruhigung hervorrufen, das leicht verhängnisvoll werden kann. (Prof. J. Klaudy, Vortrag geh. im Ver. Österr. Chem. am 9. Mai 1914.) O. F.

Hg-Bogenlampen. Bei den hochbelasteten Quarzquecksilberdampflampen tritt infolge einer spezifischen Entladungsform die Erscheinung der „Umkehr“ bestimmter Linien des emittierten Lichtes auf. Diese Umkehr läßt sich nach einer Anordnung von F. P. Kerschbaum in folgender Weise vermeiden: Die hellstrahlende achsiale Lichtsäule solcher Dampflampen, die gleichzeitig die elektrische Strombahn darstellt, wird durch ein Magnetfeld abgelenkt und an die Wand des Lampenrohres gedrückt. Überdies wird durch Kühlung der Lampe in fließendem Wasser die Dichte des Hg-Dampfes in der der Rohrwand nächstliegenden Dampfschicht herabgesetzt. In dem durch diese Kühlung auf der ganzen inneren Lampenwand hervorgerufenen Kondensationsbeschlag brennt sich der abgelenkte Bogenteil automatisch ein Fenster. Durch dieses Fenster tritt Licht aus, das keine absorbierende Hg-Dampfschicht durchsetzt hat, Linienumkehr also nicht zeigt. In der Tat ist solches Licht, nicht aber das einer gewöhnlichen Hg-Dampflampe imstande, eine Woodsche Hg-Resonanzlampe — ein Quarzglas kolben gefüllt mit reinem Hg-Dampf von 0,001 mm Druck — andauernd und überaus intensiv zu ultravioletter Lichtemission zu erregen. Durch eine solche Kombination ist also ohne Anwendung von Spektralzerlegung oder Lichtfiltration eine ultraviolette äußerst monochromatische Lichtquelle der Wellenlänge $\lambda = 2536 \text{ \AA}$ realisiert. Die Ablenkung des Bogens mäßig belasteter Lampen mittels eines Magnetfeldes erscheint auch für die Zwecke der Ultraviolettlichtsterilisation von Bedeutung: Der durch Kondensationsbeschläge nicht mehr gehinderte Lichtaustritt unter Wasser, zusammen mit der Intensitätsbereicherung gewisser Strahlungen dieses Lichtes läßt die Verwendung normal belasteter Hg-Lampen unter Wasser zu und umgeht dadurch technische Schwierigkeiten, die bisher mit der Benutzung überlasteter Quarzlampen verbunden waren. (*Zeitschr. f. Instr.* Febr. 1914 und *Electrician* April 1914.) K. (Autoreferat.)

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 34/35.

28. August 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Wasserstoffionenkonzentration. Von *Prof. Dr. Leonor Michaelis, Berlin.* S. 829.

Die Adsorptionstherapie. Von *Prof. Dr. L. Lichtwitz, Göttingen.* S. 834.

Neue Untersuchungen über die Sehqualitäten der Bienen. Von *Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Hess, München.* S. 836.

Über die Grundlagen der Lichterzeugung bei den

gebräuchlichen elektrischen Glühlampen unter besonderer Berücksichtigung der Halbwattlampe. Von *Privatdozent Dr. Marcello v. Pirani und Dr. Alfred R. Meyer, Berlin.* S. 838.

Die Bildung von Verbindungen, bzw. festen Lösungen von Metallen in festem Zustande. Von *Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.* S. 841.

Physikalische, chemische und technologische Mitteilungen: S. 843.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Die Betriebsbuchführung einer Werkzeugmaschinen-Fabrik

Probleme und Lösungen

Von

Dr.-Ing. Manfred Seng

Mit 3 Figuren und 41 Formularen — In Leinwand gebunden Preis M. 5,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Kosmetik

Ein Leitfaden für praktische Ärzte von

Dr. **Edmund Saalfeld**

Sanitätsrat in Berlin

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage
Mit 17 Textfiguren — In Leinwand geb. Preis M. 3,60

Physiker C. Warmbach

Demonstrations-Apparate f. elektrische Schwingungen

Drahtlose Telegraphie mit
großer Reichweite für Schulen

Dresden-Loschwitz, Wunderlich-Strasse.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die wirtschaftlich günstigste Spannung für Fernübertragungen mittelst Freileitungen

mit besonderer Berücksichtigung der Glimmverluste

von

Dr. Helmuth Eimer

Diplom-Ingenieur

Mit 47 Textfiguren — Preis M. 3,60

Soeben erschien:

Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Presse

Völlige Neubearbeitung des Buches „Punches, dies and tools for manufacturing in presses“ von Joseph V. Woodworth

von

Privatdozent Dr. techn. Max Kurrein

Betriebsingenieur des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 683 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 20,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

28. August 1914.

Heft 34/35.

Die Wasserstoffionenkonzentration.

Von Prof. Dr. Leonor Michaelis, Berlin.

Autoreferat einer unter gleichem Titel erschienenen Monographie, dem ersten Band der Sammlung: Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere, herausgegeben von F. Czapek, M. Gildemeister, E. Godlewski, E. Neuberg und J. Parnas. Verlag von Julius Springer, Berlin 1914.

1. Die Definition der sauren und alkalischen Reaktion.

Die „Reaktion“ des Mediums, d. h. seine saure, neutrale oder alkalische Beschaffenheit, spielt seit den ersten Anfängen der Chemie eine bedeutende Rolle, und zumal für alle diejenigen chemischen Reaktionen, die der Physiologe in Betracht ziehen muß, ist es von größter Bedeutung, bei welcher „Reaktion“ sie ablaufen. Jede einzelne Körperflüssigkeit hat eine ganz bestimmte Reaktion, deren Abänderung zur funktionellen Untüchtigkeit des Organs oder Saftes führt. Das Blut ist stets ganz leicht alkalisch; der Magensaft muß stets stark sauer sein, wenn er seiner Funktion genügen soll; der Darmsaft muß wiederum leicht alkalisch sein. Ein gut gedeihendes Gärgut, Bier oder Wein, nimmt stets eine deutlich saure Reaktion an; der tätige Muskel unterscheidet sich von dem ruhenden durch seine saure Reaktion. Die für den Stoffwechsel so wichtigen Fermente bedürfen zur vollen Entfaltung ihrer Leistungsfähigkeit einer ganz bestimmten Reaktion; das eiweißspaltende Ferment des Magens, das Pepsin, bedarf stark saurer Reaktion, die ihm der Organismus in Form von Salzsäure erteilt, die aber künstlich in vitro genau so gut durch Salpetersäure, Oxalsäure u. a. ersetzt werden kann. Das eiweißspaltende Ferment des Darmsaftes, das von der Bauchspeicheldrüse gelieferte Trypsin, bedarf dagegen leicht alkalischer Reaktion, die ihm im Darmsaft in Form des leicht alkalisch reagierenden Natriumbicarbonat geliefert wird, künstlich aber auch durch eine entsprechende Lösung von Natriumphosphat oder sonst irgendwie zuerteilt werden kann. Die Fermente sind in bezug auf eine genaue Innehaltung der für sie günstigsten „Reaktion“ sehr anspruchsvoll, und selbst unbedeutende Abweichungen sind von großem Einfluß. Auf alle Fälle wird durch eine nur mäßige Abweichung von der günstigsten Reaktion die *Wirksamkeit* des Ferments vermindert oder vernichtet; zunächst in reversibler Weise, derart, daß man die Wirksamkeit durch nachträgliche Verbesserung der Reaktion wieder völlig erwecken

kann, oft aber auch in irreversibler Weise, d. h. unter dauernder Vernichtung des Ferments. Aber auch sonst spielt die „Reaktion“ der Säfte eine große Rolle im Organismus. Von ihr hängt die Löslichkeit vieler schwerlöslicher Substanzen ab; die Löslichkeit der für den Körper so wichtigen Kalksalze und der Harnsäure ist in weitem Maße von der Reaktion abhängig, und die Abscheidung von Concrementen aus Kalk und Harnsäure hängt aufs innigste mit der Reaktion zusammen. Auch die Löslichkeit vieler Eiweißkörper hängt in sehr feiner Weise von der Reaktion ab. Das in der Milch gelöste Kasein wird durch die geringste Ansäuerung zur Ausfällung gebracht, und auch im Blut entstehen bei nur spurweiser Ansäuerung Niederschläge, die mit dem Leben unverträglich wären.

Alle diese Dinge sind rein qualitativ sehr lange bekannt, jedoch fehlte es bis vor nicht so langer Zeit an einem Verständnis für ihren inneren Zusammenhang, und die glänzenden Aufklärungen, die im letzten Jahrzehnt hierüber durch die Methoden der physikalischen Chemie gebracht worden sind, haben sich bisher nur bei einem kleinen Kreis von Physiologen verbreitet, und man findet noch in der neuesten Literatur Dokumente von der mangelnden Erkenntnis. Es ist wirklich erstaunlich, wie in der gleichen Zeitschrift neben einer Arbeit, die die modernen Errungenschaften der Physikochemie für die Auffassung der „Reaktion“ schon als selbstverständliches ABC benutzt, eine Arbeit zu finden ist, die von diesen Fortschritten noch ganz unbeeinflusst ist oder sie falsch anwendet. Nichts vermag die herrschende Verwirrung besser zu charakterisieren als ein willkürlich herausgegriffenes Beispiel. Die Erfahrung lehrt, wie bereits gesagt wurde, daß im Magen neben dem Pepsin stets freie Salzsäure vorhanden ist. Es hat sich nun seit Jahrzehnten eine Debatte hingezogen, ob das Pepsin seine verdauende Wirkung auch ohne diese freie Salzsäure ausüben kann. Man sollte es kaum glauben, daß über diese scheinbar so einfache Frage keine einheitliche Antwort gegeben werden konnte. Heute allerdings können wir leicht sagen, woran die Unstimmigkeit liegt: Die verschiedenen Autoren definierten die „freie Salzsäure“ verschieden, und als dann Autoren kamen, die modern sein wollten, behaupteten sie, nicht die freie Salzsäure sei das Wesentliche, sondern das Vorhandensein von freien Wasserstoffionen. Diese Behauptung ist gar noch falscher als die alte, denn sobald man sich überhaupt auf den Boden der *Theorie der elektrolytischen Dissoziation von Arrhenius* stellt, gibt es ja überhaupt keine wässrige Lösung, die nicht Wasser-

stoffionen enthielte; und dann müßte ja Pepsin in jeder Lösung wirken, was doch niemals behauptet worden ist.

Schuld an dieser Verwirrung trägt der Umstand, daß man bis auf die neueste Zeit die saure und alkalische Reaktion nur qualitativ, nicht quantitativ definieren konnte. Sauer ist, was Lakmus rötet, alkalisch, was Lakmus bläut. Wählte man statt Lakmus einen anderen Indikator, etwa Phenolphthalein, so kam man sogar in die Verlegenheit, manchmal ein und dieselbe Lösung, z. B. das Blutserum, gegen Lakmus als alkalisch, gegen Phenolphthalein als sauer erklären zu müssen!

Zwar glaubte man in dem Verfahren der azidimetrischen Titration eine Methode zur quantitativen Messung der Azidität oder Alkalität zu haben. Man stellte fest, wieviel Kubikzentimeter Normal-Natronlauge bzw. Normal-Salzsäure erforderlich sind, um die betreffende Lösung gegen einen Indikator wie Lakmus oder Phenolphthalein gerade neutral zu machen. Aber diese Methode hatte gewisse Schwierigkeiten, deren Deutung erst jetzt gelungen ist. Erstens ist es bei vielen Flüssigkeiten durchaus nicht gleichgültig, welchen Indikator man wählt; wir erwähnten ja schon, daß manche Flüssigkeiten sogar qualitativ eine entgegengesetzte Reaktion gegen Lakmus und gegen Phenolphthalein aufweisen. Zweitens aber trifft man auf folgende Schwierigkeit: Titriert man z. B. normale Essigsäure und andererseits normale Salzsäure gegen normale Natronlauge mit Phenolphthalein, so findet man, daß die beiden Säuren gleich stark sauer sind. Und doch leuchtet es jedem, der einmal diese beiden Säuren in Händen gehabt hat, ein, daß die Salzsäure sehr viel saurer ist als die Essigsäure.

Aber alle diese Schwierigkeiten zerfließen in Nichts, sobald man sich die moderne Definition der sauren und alkalischen Reaktion angeeignet hat. Um diese zu geben, bedarf es einer kurzen Erörterung der *elektrolytischen Dissoziation des Wassers*. Das reine Wasser ist ein, wenn auch sehr schwacher, Elektrolyt und als solcher zum Teil in positiv geladene Wasserstoffionen und negativ geladene Hydroxylionen gespalten:



Bei einer Zimmertemperatur von etwa 22° ist im Liter Wasser ein zehnmilliontel Gramm Wasserstoffionen, oder wie man schreibt $[\text{H}^+] = 10^{-7}$, und die äquivalente Menge Hydroxylionen. Die H-Ionen und die OH-Ionen stehen nun unter allen Bedingungen in dem Abhängigkeitsverhältnis voneinander, daß das Produkt ihrer Konzentrationen konstant ist. Diese Konstante heißt die *Dissoziationskonstante* des Wassers; sie beträgt bei 22° also ein Zehnmilliontel zum Quadrat oder 10^{-14} . Vermehrt man auf irgendeine Weise die H-Ionen um das Zehnfache, so werden automatisch die OH-Ionen auf den zehnten Teil verringert, usw. Stoffe, welche nach ihrer Auflösung im Wasser H-Ionen abspalten und so die

H-Ionen des Wassers vermehren, verringern gleichzeitig die OH-Ionen; solche Stoffe nennt man *Säuren*. Stoffe, die nach ihrer Auflösung in Wasser die OH-Ionen vermehren, verringern gleichzeitig die H-Ionen; es sind die *Basen*. Neutralsalze, wie NaCl, sind Stoffe, die im Wasser zwar in Ionen zerfallen, aber weder H-Ionen, noch OH-Ionen liefern und daher auf die Reaktion des Wassers keinen Einfluß haben.

Eine neutrale Lösung ist daher eine solche, welche (bei 22°) 10^{-7} g Wasserstoffionen pro Liter, und die äquivalente Menge OH-Ionen enthält; eine saure Lösung ist eine solche, welche mehr als 10^{-7} g H-Ionen und daher weniger als 10^{-7} OH-Ionen enthält, eine alkalische umgekehrt eine solche, welche weniger als 10^{-7} g H-Ionen enthält. Die Reaktion einer Flüssigkeit ist daher eindeutig und quantitativ definiert, wenn man nur ihre Wasserstoffionen-Konzentration, $[\text{H}^+]$, angibt. So ist z. B. bei 18°

in norm. Salzsäure $[\text{H}^+] = 0,8$	oder $8 \cdot 10^{-1}$
in $\frac{1}{10}$ norm. Salzsäure	$= 0,084$ oder $8,4 \cdot 10^{-2}$
in norm. Essigsäure	$4,3 \cdot 10^{-3}$
in norm. Kohlensäure	$6 \cdot 10^{-4}$
in reinem Wasser	$8,6 \cdot 10^{-8}$
in norm. Ammoniak	$1,7 \cdot 10^{-12}$
in norm. Natronlauge	$9 \cdot 10^{-15}$

Die Fruchtbarkeit dieser Definition zeigt sich nun darin, daß Lösungen der verschiedensten Zusammensetzung, sobald sie nur nach dieser Definition die gleiche Reaktion, also gleiche Wasserstoffionenkonzentration haben, auch *physiologisch gleichwertig* sind. Zwei Lösungen mögen die verschiedenartigste Zusammensetzung haben, sie mögen auch die verschiedenartigste „Titrationssazidität“ haben, sobald sie nur gleiche Wasserstoffionenkonzentration haben, sind sie in ihrer Wirkung auf ein Ferment oder einen beliebigen biologischen Vorgang *gleichwertig*.

Diese Behauptung bedarf nur insofern einer kleinen Einschränkung, als für viele Prozesse auch andere Ionen von Bedeutung sind. Es gibt Substanzen, die für viele Vorgänge in unentbehrlicher Weise notwendig sind (z. B. Kalk für die Gerinnung des Blutes, Chlor für die diastatische Wirkung des Speichels) und wiederum Substanzen, die in spezifischer Weise für gewisse Vorgänge giftig sind (z. B. Blausäure, Alkaloide). Es würde den Rahmen dieses Aufsatzes übersteigen, die hierdurch geschaffene Komplikation zu erörtern, und es genügt darauf hinzuweisen, daß in den allermeisten Fällen die Wirkung der anderen Ionenarten in entsprechender Konzentration verschwindend klein gegenüber der der H-Ionen ist, und daß es vor allem keine andere Ionenart gibt, bei der so geringfügige Schwankungen in der Konzentration so große Effekte haben. Vorausgesetzt, daß die spezifisch notwendigen Substanzen zugegen sind und die spezifisch giftigen Substanzen fehlen, kann man in erster, und oft praktisch nahezu vollkommener Annäherung den

Satz aufstellen: *Flüssigkeiten von gleicher Wasserstoffionen-Konzentration sind, auch bei sonstiger Verschiedenheit ihrer chemischen Zusammensetzung, physiologisch gleichwertig.*

2. Die Methoden der Messung der Wasserstoffionen-Konzentration.

Die Bestimmung der Reaktion einer Flüssigkeit läuft also hinaus auf eine Bestimmung ihrer Wasserstoffionen-Konzentration. Dies vermag nun keine einzige rein chemische Methode, sondern nur eine physikalische Methode zu leisten. Die am allgemeinsten anwendbare, sicherste und verhältnismäßig einfachste Methode ist die *elektrometrische* Methode oder die Methode der *Wasserstoffgaskette*. Man baut ein galvanisches Element, bestehend aus einer mit Wasserstoffgas gesättigten Platinelektrode und der zu untersuchenden Flüssigkeit, und einer zweiten ebensolchen Platinelektrode und einer Lösung von genau bekannter Wasserstoffionen-Konzentration, z. B. einer verdünnten Salzsäurelösung, deren H-Ionenkonzentration wegen der fast totalen Dissoziation der Salzsäure einfach fast genau gleich der Salzsäurekonzentration ist. Nach Nernst ist die elektromotorische Kraft einer solchen Kette

$$E = \frac{RT}{F} \ln \frac{c_1}{c_2} \text{ Volt}$$

wenn R die Gaskonstante, T die absolute Temperatur, F das „elektrochemische Äquivalent“ (96 500 Coulombs), c_1 und c_2 die Wasserstoffionen-Konzentrationen der beiden Flüssigkeiten bedeutet. Ist also c_1 bekannt, so kann durch eine Messung der elektromotorischen Kraft E danach die Unbekannte c_2 leicht berechnet werden. Die Technik dieser Methode darf jetzt als so vollkommen betrachtet werden, daß derartige Messungen den besten analytischen Methoden der Chemie gleichwertig sind. Sie lassen sich in 1—2 Stunden in beliebig viel Parallelversuchen gleichzeitig ausführen und erfordern nur wenige Kubikzentimeter Flüssigkeitsmaterial.

Eine zweite Methode beruht auf der Anwendung der Indikatoren, aber in einem ganz anderen Sinn als bei der Titration. Das Prinzip dieser Methode kann an folgendem Beispiel erkannt werden. Der bekannte Indikator Lakmus zeigt bei einer $[H^+] = 10^{-7}$ violette Farbe, bei 10^{-6} rote, bei 10^{-8} blaue Farbe; dazwischen zeigt er alle möglichen feinen Abstufungen. Aus der Nuance, die irgendeine zu messende Flüssigkeit dem Lakmus erteilt, kann man daher die Wasserstoffionen-Konzentration durch einen Farbenvergleich direkt erschließen. Man braucht dazu nur eine Reihe von Vergleichslösungen fein abgestuft, aber genau bekannter $[H^+]$. Derartige Testlösungen sind nun besonders durch S. P. L. Sørensen ausgearbeitet und mit Hilfe der Gaskettenmethode geeicht worden. Die Indikatorenmethode ist daher keine selbständige Methode, sondern von der Gaskettenmethode abhängig. Für manche Objekte ist sie einfach und sicher durchführbar, andere,

wie an sich gefärbte oder sehr salz- und eiweißreiche Flüssigkeiten bieten gewisse Schwierigkeiten, und sie kann daher an Genauigkeit und Vielseitigkeit der Anwendung mit der Gaskettenmethode nicht ganz konkurrieren. Außer diesen zwei Methoden gibt es noch eine Reihe katalytischer Methoden, die darauf beruhen, daß die Reaktionsgeschwindigkeit mancher chemischer Vorgänge, z. B. die Spaltung des Rohrzuckers, von der Wasserstoffionen-Konzentration abhängig ist. Diese Methoden, die früher eine dominierende Stellung einnahmen, können aber aus verschiedenen Ursachen nicht mehr mit den genannten Methoden konkurrieren.

3. Die Bedeutung der Wasserstoffionen-Konzentration für die Biochemie.

Die Bedeutung der Wasserstoffionen-Konzentration für die Chemie, insbesondere für die physiologische Chemie, ist unerschöpflich. Wir müssen uns auf einige Beispiele beschränken und ich wähle dazu das Verhalten der Eiweißkörper und zweitens das der Fermente unter dem Einfluß wechselnder Wasserstoffionen-Konzentration.

Die *Eiweißkörper* sind, wenn wir uns an die oben gegebene Definition einer Säure und einer Base halten, gleichzeitig Säuren und Basen und teilen diese Eigenschaft mit vielen anderen Substanzen, insbesondere mit ihren einfachsten Bausteinen, den Aminosäuren. Sie sind imstande, sowohl H-Ionen wie OH-Ionen abzuspalten. Jedoch überwiegt je nach den Bedingungen ihre saure oder ihre basische Natur, und zwar stellt die Wasserstoffionen-Konzentration ihrer Lösung diese Bedingung dar, wie sich aus dem Massenwirkungsgesetz beweisen läßt. In einer sehr sauren Lösung überwiegt ihre basische Natur, in einer sehr alkalischen Lösung ihre saure. D. h. in der Sprache der Chemie: sie neutralisieren sowohl Säuren wie Basen. Eiweiß und Salzsäure bildet ein Salz, welches, wie alle Salze, in Lösung elektrolytisch dissoziiert ist und negative Chlorionen und *positive Eiweißionen* liefert; Eiweiß und Natronlauge bildet ein Salz, welches positive Natriumionen und *negative Eiweißionen* liefert. Daher kommt es, daß in saurer Lösung das Eiweiß im elektrischen Stromfeld von der negativen Elektrode angezogen wird, in alkalischer Lösung von der positiven Elektrode. Dazwischen gibt es eine ganz bestimmte Wasserstoffionen-Konzentration, bei der die entgegengesetzten Ladungen gerade gleich groß sind und daher das Eiweiß im elektrischen Strom stillsteht. Diese Wasserstoffionen-Konzentration ist aber nicht etwa die der neutralen Reaktion, sondern sie ist für jeden einzelnen Eiweißkörper von ganz bestimmter Größe. Man bezeichnet sie als den *isoelektrischen Punkt* des Eiweißkörpers. Überwiegt von Hause aus die saure Natur des Eiweißkörpers die basische, so liegt dieser isoelektrische Punkt bei einer Wasserstoffionen-Konzentration, die größer als die der neutralen Reaktion ist, und umgekehrt. So be-

stimmte ich die isoelektrischen Punkte einiger Eiweißkörper folgendermaßen:

Serumalbumin	2 · 10 ⁻⁵
Gekochtes, denaturiertes Serumalbumin	4 · 10 ⁻⁶
Serumglobulin	4 · 10 ⁻⁶
Kasein	2 · 10 ⁻⁵
Hämoglobin	1,8 · 10 ⁻⁷

Der isoelektrische Punkt eines Eiweißkörpers ist dadurch ausgezeichnet, daß in ihm erstens die Zahl der positiven Eiweißionen gleich der der negativen ist, zweitens, daß die Summe aller Eiweißionen, im Verhältnis zum Gesamt-Eiweiß, ein Minimum ist.

Im isoelektrischen Punkt ist zwar das Eiweiß in beide Ionen gleichviel dissoziiert, aber die absolute Größe dieser Dissoziation ist ganz minimal, und wir können mit dem gleichen Recht sagen: im isoelektrischen Punkt ist das Eiweiß fast vollständig in undissoziiertem, elektrisch neutralem Zustand vorhanden. Nun gibt es Eiweißkörper, bei denen das elektrisch neutrale Molekül andere Eigenschaften zeigt als die Ionen. Beim Kasein z. B. ist das neutrale Molekül unlöslich, das Ion löslich. Darum stellt bei einem solchen Eiweißkörper der isoelektrische Punkt gleichzeitig ein Löslichkeitsminimum oder ein Flockungsoptimum dar. Die Bestimmung des Löslichkeitsminimums als Funktion der Wasserstoffionen-Konzentration ist experimentell leicht, und man gewinnt so für gewisse Eiweißkörper in dem isoelektrischen Punkt eine physiko-chemische Konstante, die zur Charakterisierung etwa in demselben Sinne wie ein Schmelzpunkt verwertet werden kann. Dies hat praktisch Anwendung gefunden. Es enthalten z. B. die *Typhusbazillen* eine eiweißähnliche Substanz, die ihr Flockungsoptimum bei $4 \cdot 10^{-5}$ besitzt. Durch einen sehr einfachen Versuch kann man den Typhusbazillus nach diesem Prinzip von anderen ähnlichen Bazillen unterscheiden.

Von ganz hervorragender Bedeutung ist nun die Theorie des isoelektrischen Punktes für die Fermente. Die altbekannte Tatsache, daß jedes Ferment einer ganz bestimmten Ansäuerung oder Alkalisierung zur vollen Entfaltung seiner Wirkung bedarf, läßt sich folgendermaßen erklären. Wir halten uns zunächst wieder an ein Beispiel, und zwar dasjenige, an dem mir die Aufklärung der Verhältnisse zuerst gelang. Es ist die *Invertase*, dasjenige Ferment der Hefe, welches Rohrzucker in Traubenzucker und Fruchtzucker spaltet. Es war lange bekannt, daß dasselbe bei einer sehr schwach sauren Reaktion am besten wirkt und sowohl durch Vermehrung wie durch Verminderung dieser Azidität an Wirksamkeit einbüßt. *Sørensen* hatte den Nachweis erbracht, daß das Maßgebliche auch nur die Wasserstoffionen-Konzentration ist. Zur Erklärung dieser Erscheinungen kann man folgende Annahmen machen: Die Invertase ist ein amphoterer Elektrolyt wie die Eiweißkörper; sein isoelektrischer Punkt liegt bei ganz schwach saurer Reaktion;

nur die unelektrischen Moleküle der Invertase haben die Eigenschaften des Ferments; daher muß das Wirkungsoptimum im isoelektrischen Punkt liegen. Die Berechtigung dieser Annahme wird dadurch erwiesen, daß diese Deutung nicht nur qualitativ, sondern streng quantitativ zu richtigen Resultaten führt. Folgendes Diagramm zeigt die Abhängigkeit der Invertasewirkung von der Wasserstoffionen-Konzentration. Die Abszisse bedeutet den Logarithmus der $[H^+]$, mit verkehrtem Vorzeichen. Die Zahl „7“ bedeutet also eine $[H^+] = 10^{-7}$. Die Ordinate bedeutet die Wirksamkeit des Fermentes, ausgedrückt in der zur Erreichung eines bestimmten Umsatzes von Rohrzucker erforderlichen Zeit. Die einzelnen Beobachtungspunkte sind mit verschiedenen Zeichen eingetragen, und die ausgezogene Kurve ist die *berechnete*, unter der Annahme, daß die Invertase ein amphoterer Elektrolyt sei und nur ihre unelektrischen Moleküle als Ferment wirken. Man sieht, wie genau die Beobachtung und die Berechnung sich decken. Der isoelektrische Punkt und somit auch das Wirkungsoptimum liegt zwischen 10^{-4} und 10^{-5} . Dieses Gesetz ließ sich nun mit derselben Deutlichkeit auch bei anderen Fermenten nachweisen; nur sind nicht immer die unelektrischen Moleküle die Träger der Fermentwirkung, sondern oft die Anionen, manchmal die Kationen. Folgende Tabelle gibt darüber Auskunft.

Ferment	Wirkungsoptimum	Träger der Fermentwirkung
Invertase	$3 \cdot 10^{-5}$	unelekt. Moleküle
Maltase	$2,5 \cdot 10^{-7}$	Anionen
Trypsin	$2 \cdot 10^{-8}$	Anionen
Erepsin	$2 \cdot 10^{-8}$	Anionen
Lipase des Pankreas	$2 \cdot 10^{-8}$	Anionen
Pepsin	$2 \cdot 10^{-2}$	Kationen.

Bei allen diesen Fermenten sind andere Ionen als die H-Ionen von so geringer Bedeutung für die Wirksamkeit, daß man sie, sobald ihre Konzentration gewisse mäßige Grenzen nicht überschreitet, praktisch ganz vernachlässigen kann. Die Wirksamkeit ist hier also unter allen Ionen allein von den H-Ionen abhängig.

Etwas anders steht es mit einigen Fermenten, welche auch von anderen Ionen in hohem Maße mitbeeinflusst werden und sich zuerst dieser Gesetzmäßigkeit nicht zu fügen schienen. Hierhin gehört das verzuckernde Ferment des *Speichels*, welches in seiner Wirkung nicht nur einer günstigen H-Ionenkonzentration, sondern auch der Gegenwart von Chlor-Ionen unbedingt bedarf. Die Erscheinungen lassen sich auf das gewohnte Schema zurückführen, wenn man in Betracht zieht, daß das Ferment ohne Gegenwart von Chloriden eben ganz unwirksam ist, wie *Wohlgemuth* festgestellt hat. Nehmen wir nun an, daß eine Komplexverbindung des Ferments mit Chlor erst das eigentlich wirksame Ferment darstellt, so folgt dieses der Abhän-

gigkeit von der Wasserstoffionen-Konzentration genau so wie die anderen Fermente. Scheinbare Abweichungen von den aufgestellten Grundgesetzen lassen sich oft einfach erklären; z. B. mitunter dadurch, daß eine für die Wirksamkeit des Ferments ungünstige H-Ionenkonzentration das Ferment gleichzeitig irreversibel schädigt, wie es bei dem Maltose spaltenden Ferment der Hefe der Fall ist. Alle diese Abweichungen sind nur quantitativer Natur, d. h. eine gemäß der Fig. 1 entworfene Wirkungskurve fällt in der Regel steiler ab, als die Theorie es verlangt, und sie sind bisher durchweg leicht deutbar und nicht imstande, an der Deutung der typischen Wirkungskurve der Fig. 1 Zweifel zu erregen.

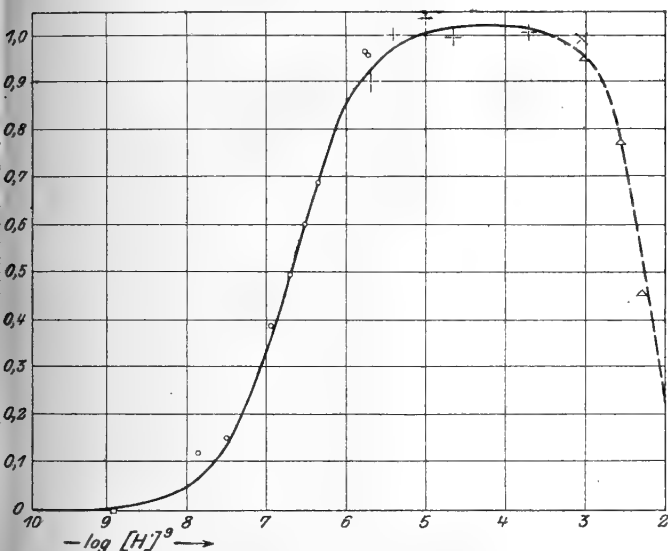


Fig. 1.

Die Abhängigkeit der Invertinwirkung von der Wasserstoffionenkonzentration, nach *L. Michaelis* und *H. Davidsohn*. Die Reaktion wird reguliert durch:

- Gemisch von $\text{NH}_3 + \text{NH}_4\text{Cl}$.
- Phosphatgemische.
- + Acetatgemische.
- × Essigsäure.
- △ Salzsäure.

4. Der physiologische Mechanismus der Regulierung der Wasserstoffionen-Konzentration.

Da die Fermente im Stoffwechsel des Organismus eine unermessliche Rolle spielen, so läßt sich voraussehen, daß der Organismus die Mittel besitzt, um die für die Wirksamkeit jedes Ferments günstigste H-Ionenkonzentration automatisch herzustellen und immer wieder zu regulieren. In der Tat zeigen die Verdauungssäfte sämtlich eine H-Ionenkonzentration, die dem Wirkungsoptimum des betreffenden Ferments aufs Genaueste entsprechen. Und das Blut hat eine ganz bestimmte H-Ionenkonzentration, $0,45 \cdot 10^{-7}$, welche eben ein wenig alkalisch ist, da sie etwas kleiner ist als die H-Ionenkonzentration der neutralen Reaktion, die für 38° $1,5 \cdot 10^{-7}$ beträgt. Diese Konzentration wird im Blut mit einer

erstaunlichen Genauigkeit festgehalten und entfernt sich selbst in stark pathologischen Fällen nur spurweise von der Norm. Selbst bei denjenigen Fällen von Diabetes, welche große Mengen von Säuren, nämlich Acetessigsäure und β -Oxybuttersäure, im Stoffwechsel erzeugen und neben dem Zucker durch die Nieren ausscheiden, ist doch die H-Ionenkonzentration im Blut gegen die Norm nicht verändert; erst kurz vor dem Tode kann sie ein Spürchen ansteigen, aber kaum jemals über $1 \cdot 10^{-7}$. Welche Mittel besitzt nun der Organismus zur Regulation der H-Ionenkonzentration seines Blutes? Diese Frage ist durch Untersuchungen besonders von *L. J. Henderson* und *Hasselbalch* aufgeklärt worden. Von allen im Blut gelösten Substanzen haben den größten Einfluß auf die H-Ionenkonzentration die Carbonate. Diese sind erstens als freie gelöste Kohlensäure, CO_2 , zweitens als Natriumbicarbonat, NaHCO_3 , vorhanden. Dagegen ist Soda, Na_2CO_3 , im Blut nicht vorhanden. Wir können daher das Blut durch ein vereinfachtes Modell nachahmen, welches aus einer wässrigen Lösung von CO_2 und NaHCO_3 in dem molaren Mengenverhältnis von etwa 1 : 10 bis 1 : 15 besteht. Es kommt nur auf das Verhältnis von CO_2 zu NaHCO_3 an, denn es läßt sich aus dem Massenwirkungsgesetz beweisen, daß nur von diesem Verhältnis die H-Ionenkonzentration abhängt. Diese ist nämlich

$$[\text{H}^+] = 3 \cdot 10^{-7} \frac{\text{Concentr. d. CO}_2}{\text{Concentr. d. NaHCO}_3}$$

wobei $3 \cdot 10^{-7}$ die „Dissociationskonstante“ der Kohlensäure ist. Kohlensäure entsteht nun in jedem Augenblick reichlich als Verbrennungsprodukt der Nährstoffe in allen Geweben und gelangt von diesen ins Blut. Aus diesem wird sie durch die Atmung an die Außenluft abgegeben. Die Regulation der normalen H-Ionenkonzentration ins Blut läuft also darauf hinaus, die Abgabe der CO_2 ihrer Produktion stets anzupassen. Dies bewirkt das nervöse Atemzentrum im verlängerten Rückenmark, welche auf eine Erhöhung der H-Ionenkonzentration des umspülenden Blutes mit einer Erhöhung der Atemtätigkeit antwortet. Dieser Umstand bewirkt, daß jede Portion CO_2 , die von den Geweben ins Blut gelangt, durch die vorübergehende minimale Erhöhung der H-Ionenkonzentration den Reiz für das Atemzentrum abgibt, sie wieder auszuscheiden. Ferner beteiligen sich an dieser Regulation auch die Nieren, welche Phosphate in reichlichen Mengen ausscheiden. Sie können diese in Form des sauer reagierenden primären Natriumphosphats, NaH_2PO_4 , oder in Form des alkalisch reagierenden sekundären Natriumphosphats, Na_2HPO_4 , ausscheiden, und scheiden in Wirklichkeit stets ein Gemisch beider aus, welches je nach Bedarf so bemessen wird, daß die H-Ionenkonzentration des Blutes aufrecht erhalten wird.

Die Gewebssäfte selbst aber enthalten stets eine etwas höhere H-Ionenkonzentration als das

Blut, sie sind fast ganz genau neutral, und es besteht daher dauernd ein Säuregefälle von den Geweben, in denen die Säuren stets von neuem entstehen, und dem Blut, welches als ein Windkessel für die Säuren funktioniert, bevor es dieselben durch die Lungen und Nieren wieder abgibt.

Dies sind in groben Zügen die Methoden, mit denen der Organismus seine H-Ionenkonzentration in der Weise reguliert, wie sie für ihn funktionell am günstigsten ist.

Die Adsorptionstherapie.

Von Prof. L. Lichtwitz, Göttingen.

In den letzten Jahren ist eine Therapie wieder zu Anerkennung gekommen, die auf ein wirklich ehrwürdiges Alter zurückblickt. Es ist der Gebrauch der Mittel mit großer Oberfläche. Bereits im klassischen Altertum spielte die Terra sigillata von Lemnos, die in Form kleiner, mit einem Siegel versehener Kuchen, offenbar Vorläufer unserer mit einer Firma gezeichneten Tabletten, in den Handel kam, eine wichtige therapeutische Rolle. Die Terra sigillata ist ein Ton (Bolus, Aluminiumsilikat), der in anderer Form auch im Mittelalter bis in das vorige Jahrhundert in Gebrauch blieb. Im vorigen Jahrhundert trat an seine Seite die Carbo vegetabilis und animalis, eine fein verteilte Kohle. Diese Mittel wurden sowohl in der äußeren Therapie zur Behandlung nässender und jauchender Wunden als auch bei der Behandlung innerer Krankheiten, insbesondere bei infektiösen Prozessen im Magen-Darmkanal (Diarrhoe, Cholera, Typhus, Ruhr), bei Erkrankungen des Magens (Sodbrennen) und bei Vergiftungen mit Erfolg angewandt. Die Heilwirkung der Mittel mit großer Oberfläche bei diesen krankhaften Zuständen führte dazu, die Anwendung dieser Stoffe auf Krankheiten auszudehnen, bei denen ein Erfolg nicht erwartet werden konnte, so auf die Lungenschwindsucht, Drüsengeschwülste, Krebs. Durch diese Verallgemeinerung wahrscheinlich hat der Kredit der Adsorptionstherapie so gelitten, daß sie, wenn nicht in Vergessenheit, so doch praktisch außer Gebrauch kam. Vielleicht war es auch jene Epoche der Heilkunde, in der die Diagnose alles, die Therapie wenig bedeutete, die es verschuldete, daß Erfahrungen und die Kenntnis von Experimenten verloren gingen, die wert sind, überliefert zu werden. So z. B. der heroische Selbstversuch des Apothekers *Thouéry* aus dem Jahre 1830, der 1 g Strychnin (das Zehnfache der mittleren letalen Dosis) zusammen mit 15 g Kohlepulver einnahm und völlig gesund blieb.

Obwohl namhafte Kliniker, *Penzoldt* und von *Strümpell*, die Anwendung der Kohle bei Vergiftungen in ihren Lehrbüchern erwähnen, so scheint doch in langen Jahren ein praktischer Heilversuch

nicht gemacht zu sein. In Wirklichkeit war die Adsorptionstherapie auf diesem wie auf anderen Gebieten vergessen. Und das ist um so merkwürdiger, als der Kulturmensch sich dauernd von der intensiven Wirkung der Mittel mit großer Oberfläche am eigenen Leibe überzeugt — beim Gebrauch des Zahnpulvers.

Nur ein spezieller Fall der Oberflächentherapie ist seit 80 Jahren in den Wissensschatz eines jeden Arztes übergegangen. Im Jahre 1834 hat *Bunsen* entdeckt, daß frischgefälltes Eisenhydroxyd arsenige Säure und Arsensäure ausfällt. *Bunsen* hat den Vorgang durch die Bildung eines unlöslichen basischen Ferriarsenits erklärt. *W. Biltz* hat nachgewiesen, daß es sich hier nicht um eine chemische Verbindung nach stöchiometrischen Verhältnissen handelt, sondern um eine Oberflächenreaktion zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Kolloiden, daß das positiv geladene kolloidale Eisenoxyd die so leicht in Form eines Sols mit negativer Ladung auftretenden anorganischen Arsenverbindungen ausfällt.

Die alte vergessene Therapie ist zuerst von *I. Stumpf* wieder aufgenommen worden, der die Bolus alba zunächst als Verbandmittel bei übelriechenden und stark nässenden Wunden erfolgreich fand. Sodann ist *Stumpf* zur inneren Darreichung von Bolus bei Brechdurchfall von Kindern und bei Cholera asiatica übergegangen. Auch hier waren die Erfolge gute, und *Stumpf* hat neuerdings wieder aus einem bulgarischen Choleralazarett über hervorragende Wirkungen der Bolus berichtet. *Stumpf* hat auch 2 Versuche an Hunden ausgeführt, die innerhalb von 11 Tagen 1,2 bzw. 3,5 g weißen pulverisierten Arsens (ein Vielfaches der tödlichen Dosis) zusammen mit 400 g Bolus erhielten und am Leben blieben. Die Vorstellungen von der Art der Wirkung der Bolus, die *Stumpf* äußert, sind allerdings nicht haltbar.

Die moderne Therapie steht auf naturwissenschaftlicher Basis. Wer bei alten erfahrenen Ärzten in die Schule gegangen ist, wird auch dem überlieferten, rein empirisch gewonnenen Wissen von der Heilung mit Achtung gegenüberstehen. Aber eine Aussicht auf allgemeine Anerkennung und auf Weitergabe im großen Maßstabe hat die schlechte Erfahrung nicht.

Aus diesen Gründen, aus dem Drange nach Erkenntnis und zur Erweiterung, Vertiefung und Abgrenzung brauchen wir eine Theorie der Kohle- und Boluswirkung, und diese ergibt sich leicht aus der physikalischen Chemie.

W. Ostwald hat zuerst gezeigt, daß beim Digestieren von Knochenkohle mit verdünnter Salzsäure eine Adsorption erfolgt, die zu einem Gleichgewicht führt. *H. Freundlich* hat die auch für unsere Betrachtung bedeutsame Tatsache ermittelt, daß die Geschwindigkeit dieser Gleichgewichtseinstellung eine außerordentlich große ist. Nach *Freundlich* sind die Adsorptionsgleichgewichte dadurch gekennzeichnet, daß von gleichen

Mengen adsorbierender Substanz relativ um so mehr gebunden wird, je verdünnter die Lösung des aufzunehmenden Materials ist.

Aus der Kenntnis der Menge des Adsorbens, der Anfangskonzentration und der Endkonzentration der Lösung ist eine Adsorptionskurve zu ziehen, deren Lage beim Vergleich verschiedener Mittel mit großer Oberfläche eine Beurteilung der Wirkung dieser Mittel gestattet.

Als Gebiete der internen Adsorptionstherapie kommen in Betracht: 1. Erkrankungen des Magens, die Hyperchlorhydrie und ihre Folgen (insbesondere das Ulcus pepticum), Gärungsprozesse; 2. bakterielle Erkrankungen des Darmes, bei denen eine Wirkung der Bakterientoxine auf den ganzen Organismus Gefahren bringt; 3. die gastrointestinale Autointoxikation; 4. Vergiftungen. Es war also zu untersuchen die Adsorption von Salzsäure und Milchsäure, die Adsorption von Fermenten (Pepsin, Trypsin) und die Adsorption von Toxinen.

Solche Untersuchungen haben wir, zum Teil nach der von *Freundlich* gebrauchten Methode, ausgeführt und gefunden, daß Salzsäure sowohl im Reagenzglas als auch im Magen selbst von Blutkohle, Kaolin, Magistherium Bismuthi und von Neutralon so weit adsorbiert wird, daß eine Hyperchlorhydrie auf normale Werte zurückgeführt wird. Auch das Pepsin wird von allen diesen Mitteln im Reagenzglas und auch im Magen aufgenommen. Interessant ist besonders, daß das in der Therapie der Supersekretion und der Magengeschwüre viel gebrauchte Wismut ein Adsorbens ist.

Die Adsorption der Fermente ist, wie bekannt und wie wir auch selbst feststellten, eine irreversible. Das am stärksten adsorbierende Mittel ist die Blutkohle (Merck).

Von tierischen Giften haben wir 2 quantitativ leicht meßbare blutlösende Toxine, Arachnolysin (Kreuzspinnengift) und Cobragift, untersucht, die beide stark oberflächenaktiv sind und irreversibel, wieder am meisten von Merckscher Blutkohle, adsorbiert werden.

Die Anwendung von Blutkohle und Bolus (Kaolin) bei Kranken ist ohne alle Bedenken, da schädliche Wirkungen auch bei großen Dosen nicht eintreten. Wir haben sehr viele Magen- kranke mit diesen Mitteln behandelt und gute Erfolge erzielt. Wichtig ist, daß solche Mittel, vor der Mahlzeit genommen, den Appetit stark beeinträchtigen. Während wir bei Magenkranken zur Bekämpfung der Supersekretion die Kohle oder die Bolus nach dem Essen verabreichen, kann man bei Vielessern in Verbindung mit einer Entfettungskur oder bei lästigem Heißhunger durch Gabe in den leeren Magen helfen. Sicherlich beruht auch diese Wirkung der Mittel mit großer Oberfläche auf einer Adsorption der wichtigen Bestandteile des Magensafts (Appetitsafts).

Die im Darm gebildeten Gifte bakterieller oder unbekannter Herkunft sind einer quantita-

tiven Messung nicht zugänglich. Für die Wirksamkeit der Mittel mit großer Oberfläche sprechen aber deutlich die Beobachtungen von *Stumpf*, die wohl nur durch eine Adsorption von Toxinen oder Bakterien erklärt werden können.

Die Beurteilung der Wirkung dieser Mittel gegen die gastro-intestinale Autointoxikation ist sehr schwer, wenn es sich nicht um Fälle handelt, die mit meßbaren somatischen Veränderungen einhergehen, wie bei der enterogenen schweren Anämie. Unsere Erwartung, daß man hier durch adsorbierende Stoffe Heilungen erzielen kann, hat sich in einem Falle — nur einer ist bisher so behandelt worden — voll erfüllt. Es handelte sich um eine schwerste Anämie, die deutliche Magendarmerscheinungen (Obstipation, hochgradigen Meteorismus) hatte, therapeutisch gar nicht zu beeinflussen war, und die bei einem ganz schlechten Blutbild, schweren Zahnfleischblutungen und vorgeschrittenen Degenerationen der Netzhaut verloren schien. Dieser Patient ist bei der Behandlung mit Magendarmspülungen nach *Grawitz* und bei Darreichung großer Mengen Bolus genesen und bis heute, nach 6 Jahren, gesund geblieben.

Die Adsorption von Gasen durch Kohle hat schon früher zu Versuchen geführt, die Flatulenz günstig zu beeinflussen. Wenn hierbei Erfolge zu erzielen sind, so handelt es sich wohl nicht um eine Aufnahme der Gase, da nur die trockene Kohle Gas adsorbiert, sondern um eine Adsorption des fäulnisfähigen Materials oder von Bakterien, die die Gasentwicklung verursachen.

Den 4. Punkt der Adsorptionstheorie, die Behandlung von Vergiftungen, hat *W. Wiechowski* in großen Versuchsreihen analysiert. Er hat bei Hunden durch Blutkohle die Giftwirkung von Phenol, Strychnin, Morphin, Phosphor und Diphtherietoxin völlig aufgehoben. Auf seine Veranlassung hat *Adler* beim Menschen eine große Zahl von Vergiftungen mit Blutkohle behandelt. Die Erfolge von *Wiechowski* und *Adler* am kranken Menschen sind selbst für den, der die Geschichte dieser Therapie kennt, erstaunliche. Und so ist zu hoffen, daß in unserer Zeit der Chemo-, Immu- und Strahlentherapie diese alte, biedere und harmlose Heilmethode, die man am besten als Adsorptionstherapie bezeichnet, nunmehr in allgemeinen Gebrauch und nicht mehr in Vergessenheit gerät.

Literaturverzeichnis.

1. *Penzoldt*, Arzneibehandlung.
2. *v. Strümpell*, Lehrbuch der spez. Pathol. u. Therapie.
3. *W. Biltz*, Ber. d. D. chem. Ges. 37, 3138, 1904.
4. *J. Stumpf*, Münch. med. W. 1898.
5. *J. Stumpf*, Über ein zuverlässiges Heilverfahren bei der Cholera asiatica usw. Würzburg 1906.
6. *W. Ostwald*, Lehrb. d. allgem. Chemie. 2. Aufl. 1880.
7. *H. Freundlich*, Über die Adsorption in Lösungen. Leipzig 1906.
8. *L. Lichtwitz*, Therapie der Gegenwart. 1908.

9. L. Lichtwitz und F. W. Greef, Therapeut. Monatshefte 1911.
 10. W. Wiechowski, Fortschritte der Medizin 1909. Kongr. f. inn. Med. 1914.
 11. Adler, Kongr. f. inn. Med. 1914.

Neue Untersuchungen über die Sehqualitäten der Bienen¹⁾.

Von Geh. Hofrat Prof. Dr. C. v. Heß, München.

Bis vor zwei Jahren galt es als feststehend, daß die Bienen einen dem unsrigen vergleichbaren Farbensinn hätten und man begnügte sich damit, die Frage nach der Lubbock-Forélschen „Dressurmethode“ (s. u.) zu untersuchen. Nachdem ich zu der Überzeugung gekommen war, daß auf diesem Wege die einschlägigen physiologischen Fragen nicht zu lösen sind, entwickelte ich eine Reihe neuer Methoden, die es möglich machen, den Lichtsinn der Bienen aus wissenschaftlichen Gesichtspunkten zu untersuchen.

Ich ging zunächst davon aus, daß Bienen im allgemeinen die Neigung zeigen, zum Hellen zu fliegen und fand bald, daß sie auf genügend kleine Lichtstärkenunterschiede reagieren, um genauere Messungen möglich zu machen. Setzt man die Bienen in einem Glasbehälter von zwei Seiten zwei gleich gefärbten aber verschieden starken Lichtquellen aus, so genügt zu einer Ansammlung, wie sie z. B. Fig. 1 zeigt, daß die rechte Licht-

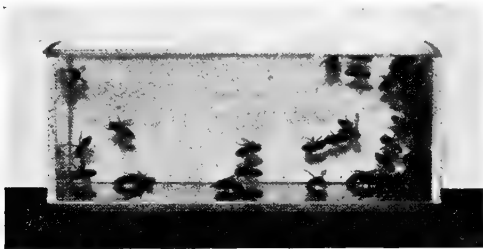


Fig. 1.

quelle etwas lichtstärker ist als die linke; wird nun letztere rasch, z. B. durch Annähern, etwas lichtstärker gemacht als erstere, so sieht man in den nächsten Sekunden sofort die Bienen lebhaft nach links laufen. Ein solcher Augenblick ist in Fig. 2 festgehalten. Derartige Aufnahmen in einem bestimmten Momente geben nur eine schwache Vorstellung von der Eindringlichkeit der von mir auch kinematographisch festgehaltenen Vorgänge.

Zur Untersuchung eines etwaigen Farbensinnes der Bienen benutzte ich je nach der eben vorliegenden Aufgabe bald spektrale Lichter, bald farbige Glaslichter, bald bunte Papiere. Am Spektrum eilen

¹⁾ Einer freundlichen Aufforderung der Schriftleitung folgend, berichte ich nachstehend in Kürze über Einzelnes aus demnächst zu veröffentlichenden neuen Untersuchungen, soweit dies erforderlich erscheint, um meine Stellung zu den von Pütter und von Doflein besprochenen Fragen zu bezeichnen.

die Bienen nicht nach der für den normalen Menschen, sondern nach der für den total Farbenblinden hellsten Stelle, der Gegend des Gelbgrün bis Grün. Bringt man sie so, wie Schema Fig. 3 zeigt, in einem kubischen Glaskasten zwischen 2 große farbige Papierflächen *S* und *W*, die unter einem Winkel von 45° zum Fenster *F* stehen, so sammeln die Bienen sich bald auf jener Seite ihres Behälters, wo es für den total farbenblinden Menschen am hellsten ist, einerlei, wie die betreffenden farbigen Flächen dem farben-tüchtigen Auge erscheinen mögen. Lange Zeit

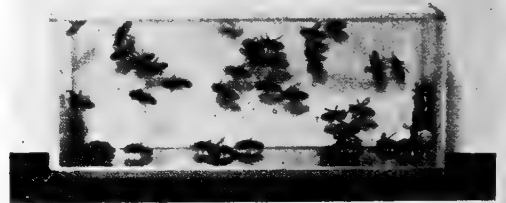


Fig. 2.

auf eine bestimmte Farbe „dressierte“ Bienen verhalten sich ebenso wie nicht dressierte. Überraschend genaue messende Untersuchungen konnte ich kürzlich mit einer neuen Methode anstellen, bei der ich die Größe der motorischen Reizwerte farbiger Glaslichter für die Bienen mit Hilfe eines kontinuierlich und meßbar variablen Vergleichslichtes bestimmte. Mit dem nämlichen Apparate ermittelte ich die pupillomotorischen Reizwerte der gleichen farbigen Lichter für die Menschenpupille bei normalem Farbensinn und bei den verschiedenen Formen der Farbenblindheit. Das Verfahren gestattet zum ersten Male, die objektiven Lichtreaktionen bei Tieren in ihrer Abhängigkeit von der Farbe des

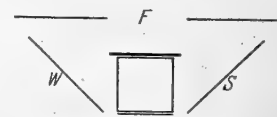


Fig. 3.

Reizlichtes nicht nur mit unseren subjektiven Helligkeitsempfindungen zu vergleichen, sondern wieder mit objektiven Lichtreaktionen bei verschiedenen Menschaugen. Nachdem ich die für verschiedene Formen der Farbensinnstörungen des Menschen charakteristischen Reizwerte meiner farbigen Glaslichter kennen gelernt hatte, stellte ich in umfassenden Messungsreihen an vielen Tierarten fest, daß die motorischen Reizwerte für alle bisher von mir untersuchten Wirbellosen, insbesondere auch für die Bienen, in ganz charakteristischer Weise von jenen für die Pupille des normalen und partiell farbenblinden Menschen verschieden sind, dagegen eine fast überraschende Übereinstimmung mit jenen für die Pupille des total farbenblinden Menschen zeigen. (Siehe Tabelle.)

	Normaler Mensch	Relativ blausichtiger Rotgrünblinder („Protanop“)	Total Farbenblinder	Taube	Nachtvogel	Sepia	Bienen
Rot	9—11	1,5—2,2	< 0,6	7,3—9,3	0,9—1,1	< 0,6	< 0,6
Blau	1,5—2,5	2—3	9,9—11,8	0,8—0,9	7,4—8,8	9,3—11,1	8,3—11,1

Motorische Reizwerte der farbigen Glaslichter.

Die Zahlen geben die zu den motorischen Gleichungen erforderlichen Mengen des Vergleichslichtes in Prozenten der Lichtstärke der benutzten Lichtquelle.

Somit ist durch 3 verschiedene Gruppen von Untersuchungen mit Hilfe der Methoden der wissenschaftlichen Farbenlehre nicht nur die Annahme eines dem unseren vergleichbaren Farbensinnes bei Bienen widerlegt, sondern auch der positive Nachweis erbracht, daß die Sehqualitäten der Bienen jenen des total farbenblinden Menschen ähnlich oder gleich sind. Unsere Versuche ermöglichen zum ersten Male, im voraus anzugeben, wie sich Bienen unter den fraglichen Versuchsbedingungen beliebigen Farben gegenüber verhalten werden. —

Lubbock und Forel versuchten, Bienen auf bestimmte Farben zu „dressieren“. Ich machte früher auf die Unzulänglichkeit jener Versuche aufmerksam, wies bereits gelegentlich meiner Untersuchungen an Fischen darauf hin, daß bei einschlägigen Versuchen neben den farbigen Objekten farblose von gleichem Helligkeitswerte für das total farbenblinde Menschaugen benützt werden müssen, betonte weiter, daß zur Ausschaltung des bis dahin nicht genügend berücksichtigten Geruchsinnes die farbigen und grauen Flächen den Bienen unter großen Glasplatten sichtbar zu machen sind, und daß man durch Kennzeichnen der Bienen sich vor naheliegenden Fehlerquellen schützen muß. Ich habe eine Reihe solcher Methoden vor einem Jahre in München vorgeführt und bald darauf veröffentlicht. (Zool. Jahrb. Bd. 34, 1913.) Doflein berichtet in der letzten Nummer dieser Zeitschrift über einige Versuche, die v. Frisch kürzlich im wesentlichen nach den von mir entwickelten Gesichtspunkten anstellte.

Wenn auch Ergebnisse und Deutung dieser „Dressur“-Versuche zum Teile noch auseinandergehen — ich komme hierauf bald eingehender zu sprechen —, so hat doch v. Frisch sich bereits in 3 wesentlichen Punkten meiner Darstellung angeschlossen, indem er nicht nur meine Befunde über die Helligkeitswerte der farbigen Lichter für die Bienen anerkennt, sondern auch in seiner ersten Arbeit zugibt, daß die Bienen Rot nicht von Grau unterscheiden und in einer zweiten ein gleiches auch schon für Blaugrün anerkennt. Seine Angabe, die Bienen zeigten weitgehende

Übereinstimmung mit dem Verhalten eines „Protanopen“, hat Pütter zutreffend gekennzeichnet durch die Bemerkung, daß auch, wenn v. Frischs Beobachtungen als richtig angenommen würden, so doch dieser Schluß nicht berechtigt sei. Ich werde demnächst an der Hand messender Versuche dartun, wie sehr v. Frisch sich durch seine Annahme mit bekannten Tatsachen der Physiologie in Widerspruch setzt. Kann für diesen Irrtum mangelnde Vertrautheit mit der Farbenlehre als Entschuldigung dienen, so gilt ein gleiches nicht von seiner Annahme, trotz der angeblichen „Rotblindheit“ der Bienen hätten sich die Blütenfarben um der Insekten willen entwickelt, es hätte sich also die Mehrzahl der bunten Blüten, nämlich alle nicht rein gelben und blauen, anders gefärbt, als sie von den Bienen gesehen werden können. Weiter nimmt v. Frisch an, die Bienen könnten sich in ihrem „Helligkeitssinn“ so verhalten, wie ein total Farbenblinder, aber doch „auch Farbensinn“ haben. Meine oben erwähnten vergleichenden Messungen an total und partiell farbenblinden wie an farbenrichtigen Menschen genügen zur Widerlegung dieser Annahme.

Hinsichtlich des Lichtsinnes der Fische möge hier der Hinweis darauf genügen, daß v. Frisch seit Jahren die Angabe wiederholt, alle normalen Ellritzen würden auf gelbem Grunde gelb, und daß auch hier mehrere Zoologen ihm beige-pflichtet haben; und doch kann jeder aufmerksame Beobachter leicht feststellen, daß die Farbe des Grundes keinerlei Einfluß auf die Ellritzenfärbung hat. Ich verweise z. B. auf die ausgezeichneten, durch viele Monate aufs gewissenhafteste fortgeführten Versuche von Gustav Freytag (Archiv f. vergleich. Ophthalm. 1914, Bd. 4, Heft 1). Es handelt sich hier nicht etwa um schwer zu beobachtende und zu beurteilende Dinge; nur ein geduldiges, sorgfältiges Feststellen der Tatsachen während genügend langer Zeit unter Berücksichtigung der von mir früher bezeichneten Fehlerquellen ist erforderlich. —

Ich habe im vorstehenden über eine Reihe neuer Versuche berichtet, die alle übereinstimmend dartun, daß von der Annahme eines dem unseren irgend vergleichbaren Farbensinnes bei Bienen nicht die Rede sein kann. Nichts aber zeigt wohl schlagender, wie es um v. Frischs Anschauungen steht, als die Tatsache, daß wir danach annehmen müßten, die bunten Blüten

hätten sich in Orange bzw. Rot, Purpur und Violett gefärbt, um gelb, bzw. schwarz und blau auszusehen.

Über die Grundlagen der Lichterzeugung bei den gebräuchlichen elektrischen Glühlampen unter besonderer Berücksichtigung der Halbwattlampe.

Von Privatdozent Dr. Marcello v. Pirani und
Dr. Alfred R. Meyer, Berlin.

Die Bewertung, die eine Lichtquelle dadurch erfährt, daß wir ihr in einer bestimmten Richtung eine bestimmte Lichtstärke zuschreiben, gründet sich auf den physiologischen Effekt, der durch dieses Licht in unserem Auge ausgelöst wird. Die Lichtstärke ist demnach keine unmittelbar durch andere physikalische Bezugswerte definierte Größe, sondern kann nur durch den Vergleich mit einer willkürlich gewählten Lichteinheit, der „Hefnerkerze“, festgelegt werden.

Handelt es sich daher um die praktische Frage der Wirtschaftlichkeit einer solchen Lichtquelle, so sind die Kosten für die Lichteinheit festzustellen. Bei elektrischen Lichtquellen ist also der Quotient aus der aufgewendeten elektrischen Energie in Watt ($\text{Volt} \times \text{Ampère} = \text{Watt}$) und den abgegebenen Kerzen (HK), kurz Watt pro Kerze (W/HK) genannt, der Maßstab, nach dem wir verschiedene Lichtquellen zu vergleichen haben; der größeren Wirtschaftlichkeit entspricht die kleinere W/K -Zahl.

Die Mittel zur Lichterzeugung scheiden sich in eine Gruppe, die Licht durch Erhitzung von festen Körpern auf hohe Temperatur, kurz Temperaturstrahlung genannt, erzeugt (Glühlampen, Reinkohle-Bogenlampen), eine zweite, die die Fluoreszenz von Gasen benutzt (Moore-Licht, Quecksilberlampen), und eine dritte, die von der Kombination beider Mittel Gebrauch macht (Effekt-Bogenlampen).

Für die Kleinbeleuchtung scheiden die beiden letztgenannten völlig aus; sie ist von jeher das fast ausschließliche Gebiet der Lampen gewesen, die das Prinzip der Lichterzeugung durch Temperaturstrahlung verwenden. Die erste praktische Glühlampe, die 1879 auf dem Markt erschienene Kohlefadenlampe, mit ihrem im Vakuum unter dem Einflusse des elektrischen Stromes auf hohe Temperatur erhitzten Kohlefaden, gehörte dieser Klasse an. Ihre Wirtschaftlichkeit wurde in der ersten Zeit durch die Zahlen 5–7 W/K gegeben, konnte aber mit der fortschreitenden technischen Arbeit auf diesem Gebiete bald auf ca. 4 W/K im Mittel ermäßigt werden. Es bedeutet dies, daß eine 50 kerzige Lampe bei einem Kilowattstundenpreis von 0,50 M. stündlich für 0,10 M. elektrische Energie verbrauchte.

Der Wunsch, die Wirtschaftlichkeit dieser Lampen zu steigern, wurde bald rege, um so mehr,

als der Weg dazu klar zutage lag. War es doch eine allgemein bekannte Tatsache, daß sich die W/K -Zahl mit steigender Temperatur des Leuchtfadens sehr schnell verkleinert, da der physiologische Effekt auf unser Auge mit einer sehr hohen Potenz der Temperatur — in dem bei den modernen Lichtquellen in Betracht kommenden Temperaturbereich der 12. bis 10. Potenz — anwächst.

So einfach diese Erkenntnis war, so schwierig gestaltete es sich, die sich daraus ergebenden Folgerungen in der Praxis durchzuführen. Es zeigte sich nämlich bald, daß unter dem Einflusse der Temperaturerhöhung eine schnelle Zerstörung des Glühfadens einsetzte, die sich teils in einer Schwärzung der Lampenglocke, teils in einer sehr kurzen Lebensdauer derartiger Lampen äußerte, in Übelständen also, die eine praktische Verwendung solcher Glühlampen von vornherein ausschlossen. Diese Erfahrungen, die ursprünglich an den Kohlefadenlampen gemacht wurden, bestätigten sich, als später bei den Wolframlampen, bei denen der Kohlefaden durch einen Faden aus metallischem Wolfram ersetzt ist, die gleiche Frage geprüft wurde. Man fand, daß die praktischen Grenzen für die Anfertigung von Kohlefadenlampen rund 2,5–3,0 W/K , für die Wolframlampen 0,8–1,2 W/K waren.

Es war danach ohne weiteres klar, daß diese sogenannte Zerstäubung nicht in unmittelbarem Zusammenhang mit dem Schmelzpunkte der verwendeten Stoffe stehen kann, da die Kohle weit hitzebeständiger als Wolfram ist; befindet sie sich doch bei einer Temperatur von 3030 °C., bei der der Schmelzpunkt des Wolframmetalls liegt¹⁾, noch im festen Aggregatzustand.

Weitere Versuche führten dann zu der heutigen Anschauung, diese „Zerstäubung“ des Glühfadens als eine Kombinationserscheinung anzusehen, welche durch das Zusammenwirken einer Reihe chemischer und physikalischer Ursachen bedingt ist. Sie liegen in der Tatsache begründet, daß die Glühfäden der von uns erwähnten Lampen im Vakuum brennen, und daß die vollkommenste Luftleere, die wir heute zu erzeugen vermögen, in der Größenordnung von 10^{-9} Atmosphären liegt. Rechnen wir also damit, daß sich nach den üblichen Anschauungen rund 3×10^{19} Moleküle in einem Kubikzentimeter Luft von Atmosphärendruck befinden, so verbleiben in der best entlüfteten Lampe immer noch 30 Millionen Moleküle pro cm^3 .

Diese Moleküle können teils den Faden chemisch angreifen, teils unter dem doppelten Einfluß der hohen Temperatur und der elektrischen Spannung ionisiert werden und so zu Zweigströmen im Innern der Lampe Veranlassung geben. Die Ausgangspunkte dieser Ströme wiederum weisen eine größere Stromdichte auf; die Fadenoberfläche wird also an solchen Stellen

¹⁾ v. Pirani u. Meyer, Verh. d. Phys. Ges. 14 (1912), S. 426.

leicht der Zerstörung ausgesetzt sein und die so entstehenden chemischen Reaktionsprodukte wie auch die durch Korrosion gelockerten Fadenteilchen werden unter dem dynamischen Einfluß der elektrischen Spannung an die Glockenwand geschleudert werden, wo wir sie als schwarzen Beschlag wiederfinden.

Noch komplizierter werden diese Vorgänge, wenn sich unter dem Einfluß der weiter gesteigerten Fadentemperatur der Dampfdruck des Fadenmaterials anfängt bemerkbar zu machen und damit neben der Bildung der chemischen Verbindungen der Materialtransport unter dem Einfluß des elektrischen Feldes durch stärkere Lockerung der Fadenmaterie eine Steigerung erfährt.

Unsere letzten Fortschritte in der Kenntnis des Wesens dieser Vorgänge verdanken wir dem amerikanischen Physiker *Irving Langmuir*, einem Schüler *Nernsts*, der über den relativen Einfluß der verschiedenen angedeuteten Faktoren auf den Zerstäubungsvorgang eine Reihe wissenschaftlich und technisch wertvoller Untersuchungen ausgeführt hat¹⁾.

Er suchte die bis dahin ungeklärten Fragen zu beantworten, indem er seine Arbeiten nach folgenden 3 Hauptgesichtspunkten ordnete:

1. Art und Herkunft der in evakuierten Lampen vorhandenen Gasreste;

2. Einfluß verschiedener absichtlich eingeführter Gase auf die Zerstäubung des Fadenmaterials;

3. Dampfdruck des Wolframs (als des wichtigsten Repräsentanten der in der Glühlampenindustrie gebrauchten Leuchtkörper) bei verschiedenen Temperaturen.

Die Bearbeitung der ersten Frage führte zu dem Ergebnis, daß außer den bereits beim Evakuieren in der Glocke verbleibenden Luftresten sich während des Betriebs der Lampen fortwährend weitere geringe Gasmengen aus dem Faden selbst, den Halterungs- und Einführungsdrähten und von der Innenwand der Glocke lösen. Der Menge nach wesentlich sind davon nur die Gase, die von der Glaswand herrühren und die der Hauptsache nach aus Wasserdampf, Kohlendioxyd und Stickstoff im ungefähren Mengenverhältnis 100 : 7 : 1 bestehen. Die Versuche zeigten, daß sich diese Gase mit zunehmender Erwärmung von der Glockenwand kontinuierlich lösen und daß die letzten Reste erst bei besonders langer Erhitzung auf Temperaturen über 500 ° C., bei denen also das Glas schon erweicht, abgegeben werden.

Die zweite oben erwähnte Frage, die den Einfluß willkürlich in die Glocke eingeführter Gase betrifft und damit entscheiden will, welches der möglicherweise in der Lampe vorhandenen Gase als schädlich zu bezeichnen ist, konnte dahingehend beantwortet werden, daß nur der Wasserdampf die Zerstäubung stark fördert. Alle an-

deren Gase haben bei den in Betracht kommenden niedrigen Drücken entweder keinen merklichen Einfluß oder wirken auf die Lampenqualität günstig, indem sie, wie dies zum Beispiel geringe Halogen-Mengen tun, etwa auftretende Beschläge in durchsichtige oder farblose Wolframverbindungen überführen.

Die Schädlichkeit des Wasserdampfes erklärt sich daraus, daß er sich bei der Berührung mit den weißglühenden Leuchtfäden zersetzt, und daß der abgespaltene Sauerstoff den Wolframfaden unter Bildung einer niedrigen Oxydstufe des Wolframs angreift. Dieses schwarze Wolframsuboxyd wird unter dem Einfluß des elektrischen Feldes an die Glockenwand geschleudert und dann von geringen Mengen atomischen Wasserstoffs, die sich an dem Glühfaden bilden, zu fein verteiltem metallischen Wolfram reduziert. Dabei wird von neuem Wasserdampf gebildet, der wieder in denselben Kreisprozeß eintritt. Daß dies tatsächlich zutrifft, geht daraus hervor, daß die sich auf der Glasglocke niederschlagenden Metallmengen ein Vielfaches von der Menge sind, die dem in die Glocke eingeführten Wasserstoff äquivalent wäre.

Im Anschluß an diese Ergebnisse wies *Langmuir* weiter nach, daß selbst bei vollkommener Beseitigung des als schädlich erkannten Wasserdampfes durch besonders starke und lange Erhitzung der Glocken keine wesentlich besseren Resultate zu erzielen waren, als man sie bei normalen technisch evakuierten Lampen erhält. Dieses Resultat wird verständlich, wenn man bedenkt, daß auch die fabrikmäßig hergestellten Lampen einer Erhitzung auf ca. 400 ° C. beim Entlüften ausgesetzt werden. Solche Temperaturen werden aber beim normalen Betrieb der Lampen auch nicht annähernd wieder erreicht, und es sind daher die weiteren Gasmengen, die sich noch von der Glockenwand lösen, so gering, daß sie einen praktisch merklichen Einfluß auf die Lampenqualität nicht auszuüben vermögen.

Da auch damit die eigentliche Ursache der Zerstäubung nicht gefunden war, so suchte *Langmuir* weiter und fand sie schließlich bei seinen Versuchen zur Beantwortung der dritten Frage nach den Dampfdrücken des Wolframs bei verschiedenen Temperaturen. Es zeigte sich nämlich, daß diese Dampfdrucke durchaus nicht, wie man vorher glaubte, bei den unterhalb des Schmelzpunktes des Wolframs liegenden Temperaturen zu vernachlässigen sind, sondern daß sie erhebliche Werte annehmen, die wohl die Zerstäubung des Fadens zu erklären vermögen.

Durch Bestimmung des Gewichtsverlustes von Wolframdrähten bei verschiedenen Temperaturen gelang es *Langmuir*, die in der folgenden Tabelle (S. 840) auszugsweise mitgeteilten Zahlen für die Abhängigkeit des Dampfdruckes von der Temperatur des Fadens zu erhalten.

Um eine leichtere Übersicht über die erhaltenen Werte zu geben und das Aufsuchen von Zwischenwerten zu erleichtern, sind die Dampfdrucke in

¹⁾ *J. Langmuir*, Transactions of the Am. Inst. of El. Eng. 1913, S. 1895.

W/HK	Wahre Faden-Temperaturen ¹⁾ in ° C.	mm Hg-Druck
0,9	2120	$5 \cdot 10^{-8}$
0,4	2455	$3 \cdot 10^{-5}$
0,18	3030	$8 \cdot 10^{-2}$

Abhängigkeit von den W/K in der nachstehenden Tafel (Fig. 1) graphisch aufgetragen (für beide Größen ist zur Erleichterung der Übersicht die logarithmische Teilung gewählt; angeschrieben sind die zu den betreffenden Logarithmen gehörenden Numeri).

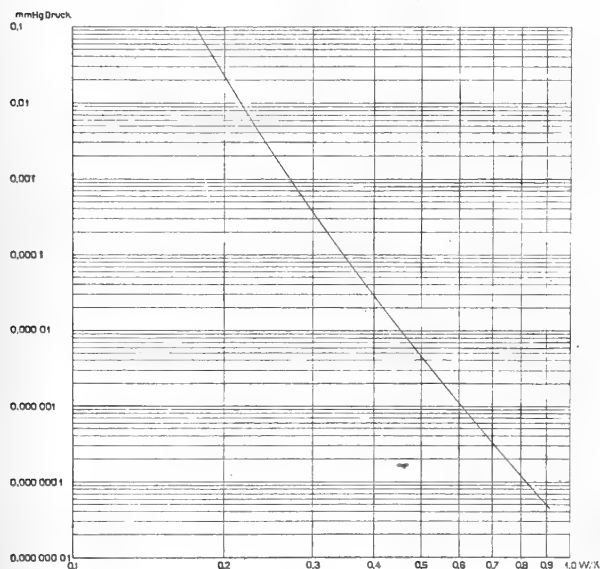


Fig. 1.

Der praktische Erfolg dieser Erkenntnis war der²⁾, daß *Langmuir* versuchte, die als schädlich erkannte Zerstäubung durch Verdampfung dadurch herabzusetzen, daß er chemisch indifferente Gase von hohem Druck (ca. $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ at) in die Lampenglocke einführte. Er ging dabei von der Überlegung aus, daß im Falle eines stark verdünnten Gases die Moleküle eine große Beweglichkeit besitzen. Die sich am glühenden Leuchtfaden bildende Wolframdampfhülle wird daher unter dem Einfluß des elektrischen Feldes leicht Fadenteilchen hergeben, und diese können durch häufige Zusammenstöße mit chemisch nicht indifferenten Molekülen der Restgase (z. B. Sauerstoff) unerwünschte chemische Vorgänge einleiten.

Ist die Glocke dagegen mit einem indifferenten Gase von verhältnismäßig hohem Drucke erfüllt, so ist die Verdünnung der schädlichen (nicht indifferenten) Gase viel größer als im vorigen Falle. Auch ist die Beweglichkeit der Moleküle so stark behindert, daß kein Abschleudern von Fadenpartikeln mehr stattfindet, da diese dampf-

¹⁾ Bezogen auf die Konstante $c_2 = 14\,400$ des Wienschen Strahlungsgesetzes.

²⁾ *Langmuir*, a. a. O., S. 1909.

förmigen Teilchen an der Übergangsstelle zwischen Dampfhülle und indifferentem Gase reflektiert werden.

Der technische Erfolg der Einführung eines indifferenten Gases ist mithin der, daß es möglich wird, den Wolframleuchtkörper in Glühlampen auf höhere Temperaturen zu erhitzen, als dies bisher bei den Vakuumlampen angängig war. Damit war also die Vorbedingung für die Steigerung der Wirtschaftlichkeit der Glühlampen erfüllt. Indessen hätte diese Erkenntnis allein nicht zur Lösung der vorhandenen technischen Aufgabe geführt, da mit der Einführung des indifferenten Gases in die Lampen neue Schwierigkeiten entstanden.

Sie lagen darin, daß jedes Gas eine bestimmte Wärmeleitfähigkeit besitzt, und daß weitere Energie verloren geht, indem sich am glühenden Faden Gaswirbel bilden, die ebenfalls Verluste bedingen (Konvektion). Man hätte daher soviel Energie verloren, daß man zur Erreichung derselben Wirtschaftlichkeit wie im Vakuum dem Faden ohnehin eine höhere Temperatur hätte zumuten müssen.

Eine geistreiche Überlegung lehrte diesen Fehler umgehen. Man verkleinerte nämlich die die Abkühlung bewirkende Oberfläche, indem man den Leuchtdraht (dessen Durchmesser und Länge ja dadurch festliegen, daß er bei einer bestimmten Gebrauchsspannung eine bestimmte Lichtstärke abgeben soll) zu einer engen Spirale aufwand.



Fig. 2.

Diese Maßnahme ermöglichte die Konstruktion der im Herbst 1913 auf dem Markt erschienenen Halbwattlampen, von denen die Fig. 2 mit einer 500-Watt-110-Volt-Lampe ein ungefähres Bild gibt. Der Faden dieser Lampen wird bei der Be-

triebsspannung auf eine Temperatur von 2450 bis 2500° C. erhitzt und zeigt dabei eine äußerst geringe Neigung zur Zerstäubung. Der Name ist den Lampen danach gegeben, daß sie, auf die in der unteren Halbkugel (Raumwinkel von 180°) in Armatur abgegebene Lichtstärke bezogen, eine Wirtschaftlichkeit von rund 0,5 W/K besitzen.

Mit dem am Anfang dieser Zusammenstellung gegebenen Beispiel verglichen, bedeutet dies also, daß sich die Erzeugungskosten für 100 Hefnerkerzen (bei 0,50 M. kWst-Preis) von einem Preise von 0,20 M. stündlich bei der Kohlefadenlampe auf 0,025 M. bei der Halbwattlampe erniedrigt haben.

Zum heutigen Stande der technischen Durchbildung des Halbwattlampen-Prinzips bleibt damit nur noch hinzuzufügen, daß das System der Füllung mit indifferenten Gasen im Rahmen der normalen Netzspannungen (110 Volt) bisher nur bei Starklichtquellen über 100 HK durchgebildet ist, da die Verringerung der Wärmeverluste bei Lampen mit dünnen Fäden immer größere Schwierigkeiten bereitet. Jedoch ist die Technik mit dem Ausbau neuer Typen beschäftigt, so daß die organische Fortentwicklung in den bisher eingeschlagenen Richtungen nur eine Frage der Zeit sein dürfte.

Die Bildung von Verbindungen bzw. festen Lösungen von Metallen in festem Zustande.

Von Prof. Dr. Robert Kremann, Graz.

Wenn wir die flüssige Schmelze zweier Metalle genügend langsam abkühlen, so werden sich im allgemeinen diejenigen Gefügebestandteile aus derselben abscheiden, oder im weiteren Verlaufe der Abkühlung aus den primär abgeschiedenen festen Kristallarten bilden, die schließlich dem Gleichgewichtszustande bei Zimmertemperatur entsprechen.

Bilden zwei Metalle z. B. eine Verbindung, so wird sich aus der gemeinsamen Schmelze derselben je nach ihrer Zusammensetzung die Verbindung, entweder allein — wenn die Zusammensetzung der Schmelze der Zusammensetzung der Verbindung eben gerade entspricht —, oder neben dem Überschuß der einen oder der andern Komponente abscheiden. Im Falle des Auftretens von festen Lösungen würden sich statt der reinen Komponenten die betreffenden Mischkristallarten ausscheiden. Es kann aber auch der Fall eintreten, daß sich aus der Schmelze die beiden reinen Komponenten abscheiden und, nachdem die gesamte Schmelze zu einem Konglomerat der beiden Komponenten erstarrt, also vollkommen fest geworden ist, bei einer tiefer gelegenen Temperatur Bildung einer Verbindung aus den beiden Komponenten in festem Zustande erfolgt.

Wir haben also hier den Fall, daß sich die

Bildung einer Verbindung zweier Metalle im festen Zustande vollzieht.

Es fragt sich nun, ob die Reaktionsgeschwindigkeit der Bildung solcher Verbindungen bzw. festen Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur groß genug ist, um eine merkliche Reaktion in diesem Sinne zu erreichen. Die einschlägigen Versuche in dieser Hinsicht wurden von G. Masing angestellt, der eine Reihe von innigen Mischungen je zweier solcher Metalle in feinst gepulvertem Zustande bei Drucken von 1000 bis 6000 Atmosphären isotherm bei gewöhnlicher Temperatur zusammenpreßte, denen im Gleichgewichtszustand Bildung von Verbindungen bzw. festen Lösungen entspricht.

So wurden u. a. Mischungen von Zinn und Kupfer (Bronzen), Zink und Kupfer (Messing), Wismut und Thallium, Blei und Thallium u. a. m. in dieser Hinsicht untersucht. Infolge der hohen Drucke konnte wohl eine gegenseitige Durchdringung der einzelnen Metallteilchen beobachtet werden, aber das Gefüge bestand trotz Anwendung der hohen Drucke nur aus den beiden reinen Metallen. Eine merkliche Bildung von Verbindungen bzw. Mischkristallen, wie es in obgenannten Systemen dem Gleichgewichtszustand bei gewöhnlicher Temperatur entspricht, trat nicht ein. In merklichem Maße war eine solche erst zu beobachten bei gleichzeitiger Erwärmung des komprimierten Metallpulvers auf höhere Temperaturen, die jedoch noch weit von der Schmelztemperatur der betreffenden Mischung entfernt lagen. In einzelnen Fällen verläuft dann, da infolge der Wärmeentwicklung durch Bildung der Verbindung eine wechselseitige Temperatursteigerung und weitere Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit eintritt, die Bildung solcher Verbindungen im gepreßten Metallpulver geradezu explosionsartig.

Wir sehen also, daß, wenn beide Metalle sich im festen Zustande befinden, bei gewöhnlicher Temperatur infolge der relativ geringen Reaktionsgeschwindigkeit innerhalb der festen Phasen eine Bildung der dem Gleichgewichtszustand entsprechenden chemischen Verbindung nur unmerklich eintritt.

Viel günstigere Bedingungen für die Geschwindigkeit der Erreichung des Gleichgewichtszustandes liegen vor, wenn nur das eine Metall in festem Zustand, das zweite jedoch 1. im flüssigen Zustand, 2. in gasförmigem Zustande oder 3. im Ionenzustand vorliegt.

1. Wir nehmen an, ein Metall von hohem Schmelzpunkt tauche in die Schmelze eines niedriger schmelzenden Metalles. Beide Metalle bilden eine Verbindung, die einen weitaus höheren Schmelzpunkt hat, als die niedriger schmelzende Komponente. In der zu bildenden Verbindung hat das niedriger schmelzende Metall, von dem wir annehmen, daß es in flüssigem Zustande vorliegt, einen niedrigeren Dampfdruck, als im reinen Zustand. Demgemäß strebt

das betrachtete System einem Gleichgewichtszustand zu, der Bildung der Verbindung, die zur Kondensation des Dampfes des reinen, flüssigen Metalles führt. Ist das flüssige Metall in relativ geringer Menge vorhanden, würde es schließlich zur Aufzehrung der gesamten flüssigen Phase durch das vorhandene feste Metall unter Bildung der betreffenden Verbindung im festen Zustand kommen. Notwendig ist hierzu natürlich, daß die Reaktionsgeschwindigkeit und die dieselbe beeinflussende Diffusionsgeschwindigkeit, mit der es zur Ausbildung des Gleichgewichtszustandes kommt, bei den angewendeten Versuchsbedingungen genügend groß ist.

Da die Schmelzpunkte der meisten, auch nur Schmelzen reiner Metalle über 250° liegen, wird infolge der zur Realisierung eines derartigen Versuches nötigen, höheren Temperatur die Reaktionsgeschwindigkeit groß genug sein, um in absehbarer Zeit den Gleichgewichtszustand zu erreichen. Denn diese höheren Temperaturen reichen ja auch schon aus, um die Erreichung des Gleichgewichtszustandes herbeizuführen, wenn beide Metalle in festem Zustande vorliegen.

Daß aber im Falle, daß ein Metall flüssig und das andere fest ist, infolge der erhöhten Diffusionsmöglichkeit, schon bei Zimmertemperatur die Reaktionsgeschwindigkeit vollends zur Bildung solcher Verbindungen bzw. fester Lösungen ausreicht, zeigt der Fall der Amalgambildung.

Hier, wo also das eine Metall, das bei Zimmertemperatur flüssiges Quecksilber ist, tritt beim Zusammenbringen (Verreiben) mit dem andern, in festem Zustande sich befindenden Metall unter vollständiger Aufzehrung des Quecksilbers die Bildung der, dem Gleichgewichtszustand bei den gewählten Mischungsverhältnissen entsprechenden Verbindung bzw. festen Lösung innerhalb kurzer Zeit ein.

2. In ganz ähnlicher Weise tritt die Bildung von Verbindungen bzw. festen Lösungen ein, wenn sich ein festes Metall im Dampf eines zweiten Metalls befindet, wenn dem Gleichgewicht beider Metalle Bildung von Verbindungen bzw. festen Lösungen entspricht. Diese Erscheinung und die stetig verlaufende Diffusion des dampfförmigen Metalls in das feste kann man sehr schön demonstrieren, wenn man einen dunkelrot glühenden Kupferdraht von 1 mm Durchmesser etwa eine halbe Stunde lang in Zinkdampf-atmosphäre beläßt. Hierbei diffundiert das gasförmige Zink in den Kupferdraht hinein und wird unter Messingbildung kondensiert, indem der Dampfdruck des Zinks im Messing bei gleicher Temperatur ein geringerer ist, als der des reinen Zinks. Läßt man das betrachtete System abkühlen, so kondensiert sich schließlich das metallische Zink an der Oberfläche des Drahtes. Durchschneidet man nun den Draht senkrecht auf die Längsrichtung, so sieht man, wie Fig. 1 zeigt, im Querschnitt dreierlei konzentrische Ringe. Der äußerste, unregelmäßigste

Kreisring besteht aus Zink und ist durch Kondensation des Zinkdampfes während der Abkühlung entstanden. Dieser Vorgang entspricht insofern keinem wohldefinierten Vorgang, als an verschiedenen Stellen kondensationbefördernde, auslösend wirkende Einflüsse sich in verschiedenem Maße bemerkbar machen können, woraus die unregelmäßige, nicht durchaus zentrische Umkleidung durch Zink sich erklärt. Der darauf folgende, hellgelbe, aus Messing bestehende Ring ist ziemlich streng zentrisch. Er ist dadurch entstanden, daß in den festen Kupferdraht Zinkdampf diffundiert, der unter Messingbildung kondensiert wurde. Die zuerst zinkreichen Anteile sind zunächst in Berührung mit einer festen Schicht von reinem Kupfer, befinden sich also in einem Ungleichgewichtszustand. Durch Diffusion wandern nun nach dem Innern des Kupferdrahtes die zinkreichen Anteile stetig weiter und wandeln sich dort mit dem reinen Kupfer unter Bildung von

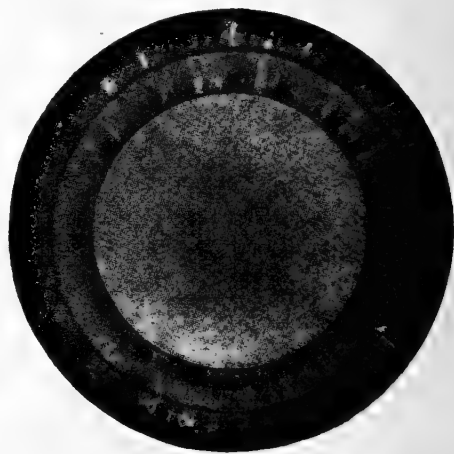


Fig. 1.

Messing, das der Verbindung Cu_3Zn , bzw. Mischkristallen mit Kupfer entspricht, um. Die stetige Nachlieferung von Zink erfolgt dadurch, daß außen immer von neuem Zinkdampf unter Bildung von zinkreichen Mischkristallen kondensiert wird.

Die Werte, bis wohin diese Durchdringung geht, hängen von zwei Faktoren ab:

- a) von der Dauer des Versuchs und
- b) von der Diffusionsgeschwindigkeit, die ihrerseits von der angewendeten Temperatur abhängt.

Bei genügend langer Dauer des Versuchs würde schließlich die gesamte Kupfermasse in Messing verwandelt werden. Im betrachteten Versuche war die Versuchsdauer eine solche, daß noch eine beträchtliche Menge Kupfer nicht durchdrungen erscheint, d. h. der innerste Kreis in Fig. 1 besteht noch aus reinem Kupfer.

Beachtenswert erscheinen in obigem Photographum zwei Momente:

- a) Daß die Grenzschrift, bei der beim betrachteten Versuch die Messingbildung aufgehört hat, ganz zentrisch von der Achse des Kupferzylinders liegt, und
- b) daß das gebildete Messing nicht etwa von außen nach innen abnehmenden Zinkgehalt zeigt, sondern im gesamten Kreisring ziemlich einheitliche Struktur aufweist.

Es deutet dies darauf hin, daß einerseits dieses Phänomen bedingt ist durch eine stetig verlaufende Diffusionsgeschwindigkeit, andererseits innerhalb der Messingphase die Einstellung von Gleichgewichtszuständen ziemlich rasch verlaufen dürfte.

Über die Zusammensetzung der Messingschicht, die sich bei einem solchen Versuche ausbildet, kann man sich annähernd auf folgendem Wege orientieren: Man bestimmt analytisch den Gehalt eines zylindrischen Stückes bekannten Gewichts eines solchen Drahtes an Kupfer und Zink. In einem Falle bestand ein Stück von 0,425 g aus 0,359 g Kupfer und 0,066 g Zink. Vorher bestimmt man das Verhältnis der Radien der drei Kreise, wie sie sich beispielsweise im Diagramm präsentieren. Bei dem analysierten Stück Draht standen die Radien vom Mittelpunkt des Drahtes bis zur äußersten Kupfergrenze r_{cu} , bis zur äußersten Messinggrenze r_m und bis zur äußersten Zinkgrenze r_{zn} im Verhältnis wie: 1,75 : 2,25 : 2,35. Der Raum innerhalb der einzelnen Gefügebestandteile im betrachteten Stück muß sich also verhalten wie

$$(r_{zn}^2 - r_m^2) \pi h : (r_m^2 - r_{cu}^2) \pi h : (r_{cu}^2 \cdot \pi h).$$

Für die Bestimmung der Verhältnisse der Rauminhalte können wir durch πh kürzen und ebenso statt der wirklichen Radien die oben angegebenen Verhältniszahlen setzen, nachdem wir auch durch den Reduktionsfaktor auch die wirklichen Radiengrößen kürzen können. Das Verhältnis der Rauminhalte der drei Gefügebestandteile ist gegeben:

$$(2,35^2 - 2,25^2) : (2,25^2 - 1,75^2) : 1,75^2$$

oder durch:

$$\text{Zink : Messing : Kupfer} = 0,45 : 2,00 : 3,05.$$

In diesem Verhältnis ist nun das Gewicht des analysierten Stückes zu teilen. Es ergibt sich, auf 0,425 g bezogen, das Gewicht der einzelnen Gefügebestandteile

$$\text{Zn} = 0,035, \text{ Messing} = 0,154 \text{ und } \text{Cu} = 0,236.$$

Da nach obigem im Gesamtstück 0,066 g Zink vorhanden sind, müssen im Messing vom Gewicht 0,154 0,066—0,035 g = 0,031 g Zink enthalten sein, d. h. im Messing sind rund 20 % Zink enthalten.

Der betrachtete Fall illustriert die Bildung von Verbindung eines gasförmigen und eines festen Metalls unter der Wirkung von Diffusionserscheinung, setzt aber die Anwendung hoher Temperaturen voraus.

Eine solche Erscheinung ist aber auch bei gewöhnlicher Temperatur möglich, wie der bekannte

Umstand zeigt, daß Quecksilberdampf sich an Metallblechen unter Amalgambildung kondensieren läßt. Bei den übrigen Metallen ist der analoge Fall infolge des relativ geringen Dampfdruckes derselben schwer realisierbar. Hingegen ist derselbe zu illustrieren, wenn man

3. das eine Metall statt in dampfförmigem Zustand im Zustande der Lösung, und zwar im Ionenzustand verwendet, d. h. aus der wässrigen Lösung eines seiner Salze mit Hilfe des elektrischen Stromes kathodisch auf ein zweites, im festen Zustande befindliches Metall niederschlägt, das mit dem ersten im Gleichgewichtszustand feste Lösung oder Verbindung zu liefern vermag.

So beobachtet man, wenn man Zink auf einer Platinelektrode niederschlägt, daß nicht etwa eine Zinkschicht sich auf der Platinelektrode überlagert, sondern daß eine deutliche Legierung der beiden Metalle eintritt.

Spitzer beobachtet, daß Zink sich auch mit Silber, das nach *Petrenko* mit Zink fünf Verbindungen liefert, welche untereinander isomorphe Mischkristalle bilden, legiert, wenn es auf einer Silberelektrode niedergeschlagen wird. Ja, wenn man eine mit Silber überzogene Platinelektrode verwendet, diffundiert das Zink geradezu durch die Silberschicht durch und legiert sich mit dem Platin.

Desgleichen wird eine Kupferelektrode bei der Abscheidung von Antimon auf derselben von letzterem Metalle vollkommen durchdrungen.

Nicht immer müssen aber die Bedingungen für die Diffusions- und Reaktionsgeschwindigkeit zur Bildung der dem Gleichgewicht entsprechenden Verbindungen zwischen Kathodenmetall und abzuschcheidendem Metall so günstige sein, daß es zu deren Bildung bei Zimmertemperatur kommt. Wenn man z. B. eine Platinelektrode mit Kupfer überzieht und scheidet Zink auf derselben ab, so beobachtet man erst beim Trocknen einer solchen Elektrode bei 100°, daß die graue Farbe der Oberfläche in einen goldgelben Messington überschlägt. Hier kommt es also nicht direkt zur Legierung, sondern es ist hierzu eine, wenn auch relativ geringe Temperaturerhöhung nötig.

Auch aus den gemischten Lösungen der Ionen zweier Metalle lassen sich die beiden Metalle gleichzeitig in Form von Verbindungen bzw. festen Lösungen und nicht als mechanische Gemenge abscheiden.

Dieser Fall soll in einem folgenden Artikel behandelt werden.

Physikalische, chemische und technologische Mitteilungen.

Natriumdampf wird durch Belichtung mit D-Strahlen zur Fluoreszenz veranlaßt. Da nun die D-Strahlen aus den beiden Strahlen D_1 und D_2 mit den einander sehr nahen Wellenlängen 5895,9 und 5889,9 bestehen,

so haben *R. W. Wood* und *L. Dunoyer* die optische Resonanz des Natriumdampfes unter dem Einfluß eines einzigen der beiden D-Strahlen untersucht. Durch eine Vorrichtung, die im wesentlichen aus zwei doppeltbrechenden Prismen und einer dazwischen geschalteten und mit ihrer Achse um 45° gegen die Strahlenrichtung geneigten Quarzplatte von 30 mm Dicke bestand, gelang es, die beiden Strahlenarten hinreichend weit voneinander zu trennen, um die Belichtung des Dampfes mit nur einer Strahlenart auszuführen. Es zeigte sich, daß die nur durch die D_2 -Strahlen bewirkte Resonanzstrahlung auch nur diese eine Strahlenart enthält. Mit den D_1 -Strahlen konnte der entsprechende Versuch ihrer geringeren Stärke wegen nicht mit Erfolg ausgeführt werden. (*C. R.* 158, 1490, 1914.)

Eine mit der Oxydation des Phosphors verbundene Strahlung will *A. Blanc* entdeckt haben. Er brachte in einer geschlossenen Messingbüchse drei parallele Platten *A*, *B* und *C* an. *A* wurde durch einen Isoliering mit einem Elektrometer verbunden und die Platte *C*, die 6 cm von *A* entfernt war, mit einem Gemisch von Vaseline und Phosphor bestrichen, an dem nach einiger Zeit sich eine gleichmäßige Oxydation einstellt. *B* befand sich in der Mitte von *A* und *C* und war eigentlich ein Messingrahmen von 1 mm Dicke, auf den ein $0,4 \mu$ starkes Aluminiumblatt geklebt war. Wurden nun zwischen *A* und *B* und zwischen *B* und *C* zwei elektrische Felder in entgegengesetztem Sinne angelegt, so stellte sich zwischen *A* und *B* ein merklicher Ionisationsstrom ein, der bei Steigerung des Potentials an den Platten sehr bald Sättigung erreichte. Dies trat auch ein, wenn das Aluminiumblatt durch ein $0,08 \mu$ dickes Goldblatt oder durch zwei solche Goldblätter auf beiden Seiten von *B* ersetzt wurde. Nach Auflegen eines Aluminiumblattes von $\frac{1}{50}$ mm Dicke auf den Rahmen *B* verschwand jedoch der Strom vollständig. Diese Erscheinung führt zu der Vermutung, daß die Oxydation des Phosphors mit einer ionisierenden Strahlung verbunden ist, welche die Luft zwischen *A* und *B* leitend macht. Diese Strahlung ist aber sehr wenig durchdringend; sie wird auch schon durch Luft merklich absorbiert; denn der Strom zwischen *A* und *B* nimmt sehr schnell ab bei Vergrößerung des Abstandes zwischen *B* und *C*. Ein Magnetfeld von 5000 Gauß, das parallel zu den Platten angelegt wurde, übte keinen Einfluß auf die Erscheinung aus. Auch Versuche mit Faradayzylindern wiesen nicht auf die Existenz irgend einer Ladung hin, die durch die Strahlung übertragen sein könnte. Hiernach scheint diese Strahlung den γ -Strahlen der radioaktiven Körper ähnlich zu sein. (*C. R.* 158, 1492, 1914.)

Auf der Festsitzung der Royal Society in London am 13. Mai d. J. führte *C. V. Boys* eine Pfeife vor, mit der es möglich ist, Seifenblasen von 60 cm Durchmesser zu blasen. Diese Pfeife endet in einen 20 cm langen kegelförmigen Sack aus Zeugstoff, dessen Saum ausgezackt ist. Die Zacken dienen, nachdem sie in eine Lösung von Seife und Glycerin getaucht sind, zur Zuführung von Flüssigkeit für die sich entwickelnde Seifenblase. Oberhalb der Zacken ist der Sack gefirnißt, um ein Aufsaugen von zu viel Flüssigkeit zu verhindern. An dem Pfeifenrohr ist 25 mm vor dem am Ende befindlichen Sack eine injektorähnliche Vorrichtung angebracht, durch welche vermöge der Wirkung des Blasestromes Luft angesaugt wird. Auf diese Weise ist es

möglich, eine hinreichende Menge Luft für so große Blasen zur Verfügung zu haben. Der Injektor ist gegen den kegelförmigen Sack um einen rechten Winkel versetzt, so daß man mittels einer darunter gesetzten Kerze die durch den Injektor einströmende Luft erwärmen kann. Um das Ablösen der Blase zu erleichtern, sind in den Zeugsack zwei Messingstreifen eingelegt. Mit Hilfe dieser Streifen preßt man den Sack breit und veranlaßt so die Seifenblase sich von der Pfeife abzulösen. (*Engineering* 97, 674, 1914.)

Physikalische Methoden sind in neuerer Zeit vielfach mit großem Erfolge für chemische Analysen nutzbar gemacht worden. So haben *C.* und *M. Cuthbertson* das Lichtbrechungsvermögen der Stickoxyde bestimmt, um die Polymerisation von NO_2 in N_2O_4 zu verfolgen. Da die grüne Hg-Linie ($\lambda = 5460$) zu stark vom NO_2 -Dampf absorbiert wurde, benutzten sie die rote Linie ($\lambda = 6438$) und fanden in bezug auf diese die Brechung für NO_2 zu 0,000 509 und für N_2O_4 zu 0,001 123 bei 0° und 760 mm Druck. Der Unterschied dieser beiden Zahlen gestattet, in einem Gemisch den Prozentgehalt der beiden Molekelarten NO_2 und N_2O_4 zu bestimmen. (*Proc. Roy. Soc. [A]* 89, 361, 1913.)

Da neuerdings mehrere Verfahren zur synthetischen Herstellung des Ammoniaks ausgearbeitet worden sind, so hat *O. Dieffenbach* eine Untersuchung darüber angestellt, welches die günstigste Verwertungsart für diesen Ammoniak in wirtschaftlicher Beziehung bildet und zieht hierbei folgende Verwertungsarten in Betracht: 1. Überführung in Ammonsulfat; 2. Überführung in Salpetersäure von 36 B \acute{e} (53 %); 3. Überführung in konzentrierte Salpetersäure von 48 B \acute{e} (93 %); 4. Herstellung von Ammonnitrat unter der Annahme, daß die hierzu erforderliche Salpetersäure durch Oxydation von Ammoniak gewonnen wird; 5. Herstellung von Ammonnitrat unter der Annahme, daß die Salpetersäure hierzu anderweitig beschafft wird, und zwar zu einem Preise, daß der darin enthaltene Stickstoff keinen höheren Wert repräsentiert, als der Stickstoff in den gewöhnlichen Düngemitteln, dem Salp \acute{e} ter und dem Ammonsulfat. Von diesen Verwendungsarten ist die letzte bei weitem am vorteilhaftesten. Die hierfür nötige billige Beschaffung von Salpetersäure würde ermöglicht durch ein Zusammengehen mit Fabriken, die Salpetersäure aus Luftstickstoff herstellen und für diese nach einer geeigneten Verwendung suchen. Dies gäbe ein sehr zweckmäßiges Arrangement für beide Arten von Fabriken, wenn sie sich dahin verständigen könnten, ihre verschiedenartigen Produkte zu einer solchen gemeinsamen Produktion von Ammoniumnitrat zu verwenden. Beide würden in der Lage sein, ihre Ausgangsprodukte mit geringen Unkosten in ein hochwertiges leicht transportierbares Produkt umzusetzen, das von der Landwirtschaft in großer Menge aufgenommen würde. Überdies könnten die den Fabriken von synthetischer Salpetersäure zur Verfügung stehenden sehr großen Mengen heißer Gase ihren Wärmeinhalt beim Eindampfen der bei der Fabrikation von Ammoniumnitrat vorhandenen Lösungen nutzbar machen. So würde ein Zusammengehen der beiden Arten von Fabriken vom fabrikatorischen wie vom kommerziellen Standpunkt aus sehr vorteilhaft sein. (*Chem. Ind.* 37, 265, 1914.)

Mahlke.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 36.

4. September 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Die Ursache des Erfrierens und der Schutz der Pflanzen gegen den Kältetod. Von *Dr. Fritz Bachmann, Bonn.* S. 845.

Goethes Stellung zum Entwicklungsgedanken. Von *Prof. Dr. J. H. F. Kohlbrugge, Utrecht.* S. 849.

Technische Bedeutung und neuere Darstellungsmethoden des Wasserstoffperoxyds. Von *Dr. Max Wolf, Berlin-Charlottenburg.* S. 854.

Über einige scheinbare physikalisch-chemische Anomalien. Von *Dr. F. Marshall, Halle a. S.* S. 857.

Besprechungen. S. 859.

Kleine Mitteilungen. S. 860.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel

Von

Dr. J. König

Dr.-Ing. h. c., Geh. Reg.-Rat, o. Prof. an der Kgl. Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Dritter Band: Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen.

2. Teil: Die tierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel

Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 260 in den Text gedruckten Abbildungen — In Leinwand gebunden Preis M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	26	52 maliger	Wiederholung
	10	20	30	40 %	Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Kosmetik

Ein Leitfaden für praktische Ärzte von

Dr. Edmund Saalfeld

Sanitätsrat in Berlin

Vierte, vermehrte und verbesserte Auflage

Mit 17 Textfiguren -- In Leinwand geb. Preis M. 3,60.

Die diesjährige Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte wird wegen des Krieges ausfallen, wie das in früheren Kriegs- und Epidemiejahren auch der Fall war. Eine diesbezügliche Bekanntmachung im Reichsanzeiger ist bereits erfolgt.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Werkzeuge und Arbeitsverfahren der Pressen

Völlige Neubearbeitung des Buches „Punches, dies and tools for manufacturing in presses“ von Joseph V. Woodworth

von

Privatdozent Dr. techn. Max Kurrein

Betriebsingenieur des Versuchsfeldes für Werkzeugmaschinen an der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin

Mit 683 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 20,—

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

4. September 1914.

Heft 36.

Die Ursache des Erfrierens und der Schutz der Pflanzen gegen den Kältetod.

Von Dr. Fritz Bachmann, Bonn.

Das Erfrieren der Pflanzen ist im letzten Decennium nach längerer Pause mehrfach Gegenstand wissenschaftlicher Forschung gewesen. Hauptsächlich drehte es sich dabei um die Frage nach der Ursache des Kältetodes. Alte und neue Resultate führten dann aber zwingend weiter zu dem sehr interessanten Problem vom Schutz der Pflanzen gegen das Erfrieren. Wollen wir uns nun nicht damit begnügen, die Tatsache gewisser Schutzwirkungen zu konstatieren, sondern uns auch fragen, wie solche Wirkungen zustande kommen, so müssen wir uns vorerst über die Ursachen des Erfrierens ein Urteil bilden.

Es ist zurzeit längst nicht möglich, das Erfrieren von Pflanzen in allen Fällen kausal zu erklären. Der bei subminimaler Temperatur eintretende Tod kann auf verschiedene Weise verursacht sein. So wird es sich kaum um vergleichbare Vorgänge handeln, wenn ein thermophiler Pilz bei $+20^{\circ}$ erfriert, dagegen das Blatt einer wintergrünen Pflanze erst weit unter 0° , wenn es schon hart und steif gefroren ist. In dem einen Falle tritt der Tod ein mit dem Mangel einer bestimmten formalen Lebensbedingung, mit dem Mangel einer bestimmten notwendigen Außentemperatur. Im anderen Falle spielen sich vor dem Tode durch das Abkühlen unter den Gefrierpunkt des Wassers — mit der Eisbildung — Vorgänge ab, die wohl geeignet sind, den Lebensprozeß eines Organismus sehr wesentlich zu stören, die es uns aber auch, da sie verhältnismäßig leicht wahrzunehmen und zu kontrollieren sind, sehr erleichtern, den Verlauf des Erfrierens zu studieren. Deswegen sind bisher im wesentlichen nur die Pflanzen näher untersucht worden, bei welchen Eisbildung dem Kältetode vorangeht, und ich werde mich auch fast ganz darauf beschränken, die Verhältnisse bei dieser Pflanzengruppe darzulegen.

Uns interessiert zunächst die Frage, ob bei den eisbeständigen Pflanzen ein spezifisches Temperaturminimum vorhanden ist wie bei den thermophilen Organismen, oder ob die Temperaturerniedrigung indirekt durch die Eisbildung den Tod herbeiführt.

Diese Frage schien in den 90er Jahren zugunsten der letzten Annahme entschieden zu sein, vor allem durch die Arbeiten von Müller-Thurgau (1880—86) und Molisch (1897). Doch waren Ausführungen von Mez (1905), die durch experimentelle Belege seiner Schüler gestützt wurden, geeignet, die Richtigkeit dieser Annahme in Frage zu stellen. Es ist selbstverständlich, daß ein ur-

sächlicher Zusammenhang zwischen dem Gefrieren und Erfrieren noch nicht erwiesen ist, wenn der Kältetod auch während oder nach der Eisbildung im Gewebe eintritt. Zum mindesten müßte dann zwischen dem Gefrierpunkt und dem Todespunkt eine konstante Beziehung bestehen, vor allem aber dürfte der Tod nicht erst durch eine Temperatur herbeigeführt werden, welche tiefer liegt als diejenige, bei welcher der Gefrierprozeß vollendet ist. Andererseits wäre aber, wenn wir der Eisbildung keine wesentliche Bedeutung für das Erfrieren beimessen wollen, zu fordern, daß eine Unterkühlung bei Vermeidung der Eisbildung ebenfalls und bei gleicher Temperatur zum Tode führe.

Mez hat nun versucht, mit besonders genauen Untersuchungsmethoden die Todestemperatur mit dem eutektischen Punkt, d. h. der Temperatur zu vergleichen, bei welcher die in der Zelle vorhandene wässrige Lösung völlig erstarrt ist, so daß von da ab keine weitere Eisbildung erfolgt. Ebenso wie später sein Schüler Voigtländer, von dem die wichtigsten genauesten Experimente stammen, fand Mez den eutektischen Punkt stets über dem Todespunkt liegend. Er schloß daraus vollkommen logisch, daß das Erfrieren nicht eine Folge der Eisbildung sei. — Es handelt sich bei den entscheidenden Versuchen im wesentlichen um die Bestimmung von Abkühlungskurven. Die Abkühlung einer beliebigen Lösung wird, solange in ihr keine chemischen Vorgänge oder Änderungen des Aggregatzustandes vorkommen, nach einfacher Gesetzmäßigkeit verlaufen. Die Geschwindigkeit der Abkühlung wird sich lediglich mit der Annäherung an die Temperatur der wärmeentziehenden Umgebung verringern. Wir erhalten die Kurve einer Exponentialgleichung. Dieser einfache Verlauf wird durch jeden Vorgang von positiver oder negativer Wärmetönung gestört, so auch durch die exotherme Eisbildung, die für uns wesentlich in Frage kommt.

Die Temperaturmessung war in den fraglichen Versuchen sehr genau; sie erfolgte auf thermoelektrischem Wege. Die Thermoadele wurde in das pflanzliche Gewebe eingestochen. Im Verlauf der Abkühlung, wie er auf diese Weise von Voigtländer festgestellt wurde, fällt vor allem auf, daß zwei Minima der Abkühlungsgeschwindigkeit auftreten. Bei *Agave americana* z. B. in einem Falle das erste Minimum bei etwa -1° C., das andere zwischen -5 und -6° C., während der Todespunkt erst bei $-6,5^{\circ}$ C. folgt. Diese Beziehung zwischen zweitem Minimum und Todespunkt fand Voigtländer regelmäßig. Dieser Verlauf der Abkühlung ist nach Mez in folgender Weise zu deuten: Das erste Minimum zeigt den

Beginn des Gefrierens an. Der Vorgang der Eisbildung dauert fort, bis die Konzentration des eutektischen Gemisches erreicht ist. Dann (richtiger unterdessen) sinkt die Temperatur bis zum eutektischen Punkt, wo die noch vorhandene konzentrierte Lösung wie ein chemisch homogener Körper bei gleichbleibender Temperatur erstarrt. Dieser Phase des Gefrierprozesses entspricht die zweite Verzögerung des Temperaturabfalls. Danach würde also tatsächlich der Tod erst eintreten nach vollständiger Beendigung der Eisbildung in der Pflanze.

Man wird jedoch bei genauerer Betrachtung des Gefrierungsverlaufs nicht davon überzeugt sein, daß er von *Mez* richtig gedeutet ist. Nach dem zweiten Minimum nimmt nämlich die Abkühlungsgeschwindigkeit nicht, wie zu erwarten wäre, allmählich ab, sondern im Gegenteil zu. Das ist doch sicher nur dadurch zu erklären, daß entweder exotherme Prozesse in allmählich abnehmender Intensität oder endotherme allmählich zunehmend sich abspielen. Welche von beiden Möglichkeiten verwirklicht ist, wurde bisher noch nicht erforscht, doch ist wahrscheinlich, daß nach dem zweiten Minimum die Eisbildung noch nicht vollendet ist und sich auch nach dem Todespunkt noch fortsetzt.

Diese Untersuchungen sind ganz neuerdings (1914) von *Maximow* wieder aufgenommen worden. Es zeigte sich, daß die zwei Minima überhaupt nicht immer auftreten, und daß sie, wo sie vorhanden sind, wahrscheinlich den Gefrierpunkten der extra- und intrazellulären Flüssigkeiten entsprechen. Das erste Minimum verschwindet, wenn man vor dem Abkühlungsversuch wartet, bis die beim Einstechen der Thermomadel aus den verletzten Zellen ausgeflossene Flüssigkeit von den unverletzt gebliebenen wieder aufgesogen ist, und es wird besonders deutlich, wenn man durch Einlegen der Versuchsobjekte in Wasser die Interzellularen sich damit anfüllen läßt.

Das erste Minimum wird also wahrscheinlich in der unverletzten Pflanze, deren Interzellularen normalerweise mit Luft erfüllt sind, überhaupt nicht auftreten. Beim zweiten Minimum der Abkühlungsgeschwindigkeit liegt der eigentliche „Gefrierpunkt“. Von einem solchen in physikalischem Sinne kann allerdings nicht die Rede sein. Zum bessern Verständnis muß ich die schon längst bekannte Tatsache erwähnen, daß das Eis für gewöhnlich nicht in den Zellen selbst gebildet wird, sondern in den Interzellularen. Offenbar entstehen außerhalb der Zelle die ersten Eiskeime, an die sich allmählich immer mehr Eis ankrystallisiert. Das hierzu nötige Wasser wird den Zellen entzogen. Die Geschwindigkeit der Eisbildung wird sich erhöhen, je mehr Eis in den Interzellularen ausgeschieden ist, je größer also die Berührungsfläche zwischen Eis und Zelle geworden ist. Andererseits wird gleichzeitig mit Zunahme der Konzentration des Zellsaftes und der bei sinkender

Temperatur abnehmenden Durchlässigkeit des Plasmakolloids für das Wasser die Eisbildung erschwert werden. Wann daher ein Maximum der Eisbildung und damit ein Minimum des Temperaturabfalls erreicht wird, ist von verschiedenen in ihren Einzelwirkungen nicht näher untersuchten Faktoren abhängig. Es ist so auch verständlich, daß es *Maximow* gelungen ist, durch geringe Änderungen der Versuchsanordnung den „Gefrierpunkt“ zu verschieben. — Sehr wichtig ist es, daß damit auch der Todespunkt in gleichem Sinne verschoben wurde.

Wir dürfen uns nach diesen Resultaten *Maximows* wieder auf den Standpunkt stellen, daß der Kältetod der Pflanzen, wenn ihm überhaupt Eisbildung vorausgeht, durch diese bewirkt wird. Diese Annahme gewinnt noch eine Stütze dadurch, daß es bisher nicht gelungen ist, durch *Unterkühlung* unter den bei Eisbildung konstatierten Todespunkt die Pflanze abzutöten.

Eine andere Frage, die von der bisher untersuchten nicht immer streng genug unterschieden wird, ist es, wodurch die Eisbildung schädigend wirkt. Darüber wissen wir, streng genommen, nicht viel Sicheres. Gegen die sogenannte Wasserentziehungstheorie *Müller-Thurgaus*, welche lange Zeit ziemlich allgemeine Anerkennung genoß, sind letzthin eine ganze Anzahl berechtigter Einwände erhoben worden, als wichtigster wohl der, daß eine hohe Kälteresistenz nicht immer eine hohe Austrocknungsfähigkeit bei derselben Pflanze bedingt. Versuche mit niederen Pflanzen (*Moosen*) zeigen das ganz deutlich. Die Annahme *Maximows*, daß außer der Wasserentziehung der Druck des sich bildenden Eises auf das Plasma und speziell die sog. Plasmahaut degenerierend wirkt, ist vorläufig noch zu hypothetisch, als daß es Zweck hätte, hier näher darauf einzugehen. — Selbst wenn man aber die Wasserentziehungstheorie anerkennen wollte, wäre es zweifelhaft, ob der Wasserentzug rein physikalisch durch eine irreversible Zustandsänderung der Plasmakolloide oder durch Konzentrierung chemisch auf den Protoplasten einwirkender Stoffe wirksam ist. Diese Fragen werden uns im folgenden noch beschäftigen.

Nur nebenbei möchte ich bemerken, da auch dies Anlaß zu Verwechslungen gibt, daß die Austrocknung des Protoplasten während der Eisbildung nichts zu tun hat mit dem Vertrocknen von Pflanzenteilen, besonders Blättern, als *Nachwirkung des Gefrierens*, die ihre Ursache meist darin hat, daß verschiedene Organe derselben Pflanze verschieden schnell auftauen, so daß unter Umständen die wasseraufnehmenden und -leitenden Organe, also die Wurzel und der Stamm, ihre Funktion noch nicht ausüben, während die Blätter schon kräftig transpirieren, also Wasser verbrauchen. Auch wird schon *vor der Eisbildung* ein Vertrocknen der transpirierenden Pflanzenteile vorkommen können, wenn die Temperaturerniedrigung für sich allein die Lebenstätigkeit verschiedener Organe verschieden beeinflußt.

Auf Grund der bisherigen Ausführungen kann ich nunmehr zu der Frage übergehen, auf welche Weise sich unsere Pflanzen gegen den Kältetod schützen mögen. Es interessiert uns hier besonders die wintergrüne Flora, deren Vertreter oft außerordentliche Kältegrade ertragen. Wir haben es dabei mit verschiedenen ökologischen Pflanzengruppen zu tun. *Lidforß* teilt sie ein in 1. *Hartlaubgewächse* (*Ilex*, *Buxus*), 2. die *Felsenbewohner* (*Crassulaceen*, *Saxifrageen*, verschiedene *Farren*), 3. die *subglazialen Wintergrünen* (die sich aus denselben Familien rekrutieren, wie die Felsenbewohner, außerdem noch *Alsineen*, *Cruciferen*, *Ericineen*), 4. die *wintergrüne Flora der Laubwälder* (zu der die meisten der uns wohl bekannten Frühlingsblumen gehören, wie *Anemone*-, *Corydalis*- und *Gagea*-arten, *Geum*, *Oxalis*, *Pyrola*, *Vinca* u. a.), 5. die *wintergrünen Annuellen* (die dadurch ausgezeichnet sind, daß ihre Samen auch im Herbst keimen, die jungen Pflänzchen überwintern und im Frühling sofort ihre Lebensfähigkeit wieder aufnehmen: Arten von *Lamium*, *Veronica*, *Senecio*, *Viola*). Besonders unter den beiden letzten Gruppen gibt es zarte Pflanzen, die uns gegen äußere Einflüsse außerordentlich empfindlich zu sein scheinen, die auch speziell gegen das Vertrocknen gar nicht geschützt sind. Um so mehr setzt ihre Widerstandsfähigkeit gegen Kälteeinwirkung in Erstaunen.

Welche Schutzmittel sind es nun, die den Pflanzen gegen die Kälte zur Verfügung stehen? Soviel ist sicher, daß alle hier in Betracht kommenden Schutzmittel den Erfolg haben müssen, die Eisbildung in der Pflanze zu verhindern, zu verzögern oder herabzusetzen.

Da wir für wahrscheinlich halten, daß ein spezifisches Temperaturminimum bei den winterharten Pflanzen nicht vorhanden ist oder doch so tief liegt, daß schon bei höherer Temperatur infolge Eisbildung der Tod eintritt, so können wir auch nicht der Meinung *Mez'* beipflichten, daß die Pflanze sich vor Unterkühlung zu schützen habe. Tatsächlich sinkt ja die Temperatur bei Unterkühlung besonders rasch, da der Temperaturabfall nicht durch die bei der Eisbildung freiwerdende Wärme verzögert wird. So könnte auch das spezifische Minimum schneller erreicht werden. Tatsächlich ist aber eine schädigende Wirkung der Unterkühlung ohne nachfolgende Eisbildung nicht erwiesen. Die Geschwindigkeit der Eisbildung, die ja zwischen „Unterkühlungspunkt“ und „Gefrierpunkt“ sehr groß ist, hat sicherlich Bedeutung. Im übrigen wird aber die Unterkühlung eher nützlich sein, da durch sie die Eisbildung verzögert wird oder ganz unterbleiben kann. Diejenigen Einrichtungen, die geeignet sind, eine Unterkühlung zu verhindern, sind daher wohl kaum als Schutzmittel gegen das Erfrieren anzusprechen.

Ebenso kommen, um das gleich vorweg zu nehmen, eine Anzahl Schutzmittel, die wir aus der Tierbiologie und aus Erfahrung am eigenen Leibe

als sehr wirksam kennen, für die Pflanzen so gut wie gar nicht in Betracht.

Zunächst die *schlechten Wärmeleiter* sind deswegen nur *wenig wirksam*, weil sie die Abkühlung der Pflanzen nur kurze Zeit verzögern können. Es fehlt den Pflanzen im allgemeinen die Fähigkeit, genügend Wärme zu produzieren, um deren Verlust durch Ausstrahlung zu ersetzen. Die Pflanzen sind ausgesprochen wechselwarme Organismen, es sind nur wenig Fälle bekannt, wo infolge außerordentlich schnellen Wachstums, also besonders energischen Stoffwechsels die Temperatur nennenswert über die der Umgebung steigt. Alle die Mittel, die vor Wärmeverlust schützen könnten, wie Bildung von Haaren usw., ebenso die *Verringerung der Außenfläche* durch Ausbildung dicker Blätter oder Zusammenrollen derselben — was alles bei winterharten Pflanzen beobachtet werden kann —, dienen in erster Linie dazu, die Transpiration herabzusetzen, also die Pflanze vor dem Verdorren zu schützen. Das kann allerdings für Verhütung der oben erwähnten Nachwirkungen des Gefrierens von Bedeutung sein.

Zur Ortsveränderung sind die höheren Pflanzen ebenfalls wenig befähigt, so daß ihnen auch eine *Flucht vor der Kälte* kaum zukommt. Man könnte allerdings in gewissem Sinne davon sprechen, wenn bei mehrjährigen Kräutern die oberirdischen Teile im Herbst absterben und die Pflanze sich unter die Erde zum Winterschlaf zurückzieht. Auch ist es von Wasserpflanzen bekannt, daß ihre überwinternden Teile auf den Boden niedersinken, wo sie in tiefen Gewässern, bei denen gewöhnlich nur eine Eisdecke entsteht, vor dem schädigenden Einfluß der Kälte sicher geborgen sind. Stellungsänderungen der Blätter sind im Winter an vielen Pflanzen zu beobachten. Oft hängen die Blätter herab oder rollen sich zusammen. Wie diese Bewegungen zustande kommen, ist noch nicht genauer untersucht. Da die transpirierenden Unterseiten der Blätter dabei einander genähert werden, wird vielleicht auch hier das Vertrocknen nach dem Gefrieren verhütet.

Alle die bisher erwähnten Kälteschutzmittel sind, wie ich schon hervorgehoben habe, von untergeordneter Bedeutung und kommen auch gerade für die Wintergrünen gar nicht immer in Betracht. Schon lange ist man daher zu dem Standpunkt gelangt, den wesentlichen Schutz vor dem Erfrieren in der Zelle selbst, speziell im Protoplasma zu suchen. *Lidforß* hat durch eine gründliche Untersuchung unsere Kenntnisse sehr erweitert, indem er von der Frage ausging, wie es kommt, daß gewisse Pflanzen vollständig (besser sehr stark!) gefrieren können, ohne die Vitalität zu verlieren, während andere schon bei sehr geringer Eisbildung zugrunde gehen? Und weiter: Worauf beruht es, daß eine und dieselbe Pflanze im Winter das Gefrieren ohne Schaden erträgt, im Frühling dagegen bei relativ niedriger Tem-

peratur abstirbt? Es lag nahe, vor allem bei Beantwortung der zweiten Frage, an Änderungen des Stoffwechsels, Bildung besonderer Stoffwechselprodukte zu denken. Schon seit *Müller-Thurgau* wissen wir, daß das Süßwerden der Kartoffeln, eine Verwandlung von Stärke in Zucker, bei niederen Temperaturen in der Nähe von 0°C . erfolgt, daß es sich dabei um einen Stoffwechselprozeß der lebenden Kartoffel handelt, und daß die süß gewordenen Kartoffeln tiefere Temperaturgrade ertragen als die von geringem Zuckergehalt. *A. Fischer* brachte dann den Nachweis, daß die im Herbst in der Rinde vorhandene Stärke vor dem Ausbruch des Winters ganz allgemein in Glukose verwandelt wird; die im Innern der Bäume vorhandene Stärke schwindet dagegen nur bei den sogenannten Fettbäumen, wo sie sich in fette Öle umsetzt.

An diese bekannten Tatsachen anknüpfend, untersuchte *Lidforß* die Blätter einer großen Zahl wintergrüner Gewächse auf ihren Stärke- und Zuckergehalt. „Die geringere Zahl der Pflanzen zeigte während des ganzen Jahres einen mehr oder weniger großen Zuckerreichtum (*Helleborus*, *Gentiana acaulis*, *Ruscus* u. a.). Die übrigen Arten zeichneten sich fast alle durch im Sommer stärkereiche Blätter aus, welche im Herbst gewöhnlich ein Stärkemaximum erreichen.“ Beim Herannahen des Winters, meistens im Laufe des November, werden nun diese Stärkemengen aufgelöst und in Zucker verwandelt.“ Auch in den Blättern der sogenannten Fettbäume (*Linde*, *Birke*, *Coniferen*) wurde reichlich Zucker gebildet. Bei manchen Blättern (*Ilex*-Arten, *Sedum* u. a.) ließ sich neben der Zuckeranhäufung auch eine Fettspeicherung zu Beginn des Winters konstatieren. Im Frühjahr wird dann der Zucker wieder in Stärke umgesetzt. — Die Beobachtung, daß gerade Frühjahrsfröste so oft unsere Wintergrünen schädigen, die während des Winters bei tieferen Temperaturen ausgehalten haben, die merkwürdige Tatsache, daß von der Sonne beschienene Teile einer Pflanze, die an wärmeren Tagen auch im Winter Stärke bilden, weniger kälteresistent sind, und manche andere Überlegung machen es wahrscheinlich, daß der Zucker beim Kälteschutz der Pflanzen eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt. Während *Lidforß* hauptsächlich Blätter untersuchte, ist neuerdings (*Winkler* 1913) auch die Resistenz von Zweigen unserer Laub- und Nadelhölzer, deren lebende Elemente meist nur durch eine dünne Korkschicht gegen äußere Einflüsse geschützt sind, nachgeprüft worden. Die untersuchten Bäume ertragen ohne Ausnahme im Winter 20°C . Kälte, die Widerstandsfähigkeit des Holzes sinkt im Sommer auf -8 bis -10°C . Die Resistenz steigt sehr rasch von Oktober bis November und sinkt ebenso schnell zwischen März und April. Vergleichen wir diese Resultate mit denen *Fischers* über den Stärkegehalt der Bäume zu verschiedenen Jahreszeiten, so gewinnen wir auch hier wieder den Ein-

druck von einer Schutzwirkung des Zuckers (oder des Öles?) gegen das Erfrieren.

Der Beweis allerdings, daß die Erhöhung der Kälteresistenz durch die Erhöhung der Zuckerkonzentration bewirkt werde, ist mit dem gleichzeitigen Auftreten beider Erscheinungen noch nicht erbracht. *Lidforß* hat deshalb Versuche angestellt mit künstlicher Einführung von Zucker in das Gewebe. Er stellte abgeschnittene Zweige verschiedener Pflanzen (*Viburnum Tinus*, *Nerium*, *Oleander*, *Myrtus communis* u. a.) in Zuckerslösungen von verschiedener Konzentration und zur Kontrolle andere in Wasser. Setzte er nach einigen Tagen beiderlei Objekte zu gleicher Zeit Temperaturen von -5 bis -11°C . aus, so zeigten sich die in Zuckerlösung gehaltenen deutlich kälteresistenter als die anderen.

Darüber, wie der Zucker zu dieser Schutzwirkung befähigt wird, gehen die Meinungen noch auseinander. Von *Lidforß* wurde die Ansicht einer chemischen, von *Maximow* die einer physikalischen Wirkung vertreten. *Lidforß* geht von der Tatsache aus, daß durch die Eisbildung neben der Konzentration des Zuckers auch die der verschiedenen im Protoplasma vorhandenen Salze erhöht wird, und stellt sich nun vor, daß diese Salze, nachdem sie genügend konzentriert sind, das Eiweiß des Protoplasten aussalzen und das um so mehr, je weniger Zucker in der Zelle vorhanden ist. Eine Schutzwirkung des Zuckers gegen Aussalzen von Eiweiß ist ja wohl bekannt. Sehr für diese Ansicht *Lidforß* sprechen die Angaben *Gorkes*, nach denen erfrorenes Gewebe weniger lösliches Eiweiß enthalten soll als lebendes. *Gorke* bestimmte den Stickstoffgehalt von Preßsäften. Er fand, daß der Preßsaft erfrorener Pflanzen stickstoffärmer sei, was er dadurch erklärte, daß ein Teil des Eiweißes beim Erfrieren ausgefällt werde und infolgedessen nicht mit in den Preßsaft übergehe. *Lidforß* zeigte dann, daß Eiweißlösungen beim Gefrieren getrübt werden, daß das Auftreten dieser Trübungen jedoch durch Traubenzucker verhindert werden könne. Alle diese Versuche sind doch wohl noch nicht exakt genug durchgeführt, um *Lidforß*'s Meinung über die Schutzwirkung des Zuckers als richtig zu erweisen.

Auch hat *Maximow* gezeigt, daß nicht nur dem Zucker, sondern ebenso einer ganzen Anzahl von Salzen eine Schutzwirkung gegen den Kältegrad zukommt. Die Erniedrigung der Erfriertemperatur war stets sehr deutlich. Eine gewisse Beziehung scheint zu bestehen zwischen dem eutektischen Punkt der schützenden Lösung und deren Wirksamkeit. Wenn, wie wir angenommen haben, der Eintritt des Kältetodes von der Eisbildung, wo diese überhaupt in Frage kommen kann, abhängig ist, so ist es ja wohl erklärlich, daß ein Salz von tieferem eutektischen Punkt eine besonders hohe schützende Kraft besitzt. Indes hat *Maximow* auch Ausnahmen von der Regel gefunden, die er durch Giftwirkung, also

mittels eines sehr vagen Begriffes erklärt. Immerhin können wir es als wahrscheinlich ansehen, daß die erwähnten Schutzwirkungen von Zucker und Salzen wenigstens zum Teil rein physikalischer Natur sind und durch Verminderung der Eisbildung zustande kommen. Doch ist keineswegs ausgeschlossen, daß je nach der Pflanzenart auch noch eine chemische Wirkung im Sinne *Lidfors'* vorkommt.

Eine Schwierigkeit entsteht der ganzen Theorie der Schutzwirkung durch Versuche *Maximows* mit stark zuckerhaltigen, dabei recht frostempfindlichen Blättern des Rotkohls. Ganze Blätter und Rotkohlschnitte starben bei $-5,8^{\circ}\text{C}$. ab; wurde jedoch aus dem Rotkohl der Saft ausgepreßt und die Kohlschnitte in diesem (sozusagen ihrem eigenen) Saft gefrieren lassen, so erhöhte sich die Resistenz bis zu -17°C .! Aus diesen und anderen Versuchen zog *Maximow* den schon erwähnten Schluß, daß der Kältetod eingeleitet werde durch Schädigungen der Plasmahaut, also der peripheren Partie des Protoplasten. Daß diese Partie besonders schutzbedürftig sei, wäre schon daraus herzuleiten, daß, wie erwähnt, die Eisbildungen in den Interzellularen, also an der äußeren Grenze der Zelle beginnt. Durch diese Auffassung würde auch die von *Bartetzko* an Schimmelpilzen gemachte Erfahrung erklärt, daß die Schutzwirkung verschiedenprozentiger Salzlösungen nicht in einfacher Beziehung steht zum Turgorwert der Zelle. Es kommt also scheinbar nicht so sehr darauf an, wieviel von der in der schützenden Lösung vorhandenen Substanz in die Zelle aufgenommen wird wie auf die Konzentration der Lösung selbst. Unter diesen Umständen ist es aber fraglich, ob die Schutzwirkung, welche durch künstliche Einführung von Zucker oder Salzen in die Interzellularen, durch *Heranführung* derselben an die Zelle, erreicht wird, etwas beweist für die Schutzwirkung des Zuckers in der Natur, wo er sich ja *innerhalb* der Zelle befindet. Dieser Einwurf ist vor allem gegen die Versuche *Maximows* geltend zu machen.

Wir müssen jedoch bedenken, daß die verschiedenen Versuche über Kälteresistenz zum Teil an ganz verschiedenen Pflanzenarten vorgenommen wurden und wir werden uns vor Verallgemeinerungen hüten müssen. Mag bei der einen Pflanze tatsächlich die Plasmahaut zuerst geschädigt werden, so dürfen wir deshalb dieses Verhalten nicht bei allen Pflanzen erwarten und damit brauchen wir auch nicht eine Lokalisation der schützenden Substanzen an der Außenwand der Zelle zu fordern.

Zum Schluß möchte ich noch betonen, daß die erwähnten Schutzwirkungen des Zuckers und gewisser Salze in der Natur wohl sehr verbreitet sein mögen, daß damit jedoch nicht alles erklärt ist. Wahrscheinlich wird auch hier die Natur mit viel mannigfaltigeren Mitteln zu Werke gehen, als wir uns träumen lassen. Es zeigen sich in der Kälteresistenz so große individuelle Unter-

schiede, die soweit gehen können, daß direkt nebeneinander liegende Zellen sich ungleich verhalten; wir finden die Kälteresistenz abhängig vom Alter, vom Entwicklungszustand der Gewebe. Wir kennen eine Erhöhung der Resistenz durch Gewöhnung an niedere Temperaturen. Wir haben daher wohl noch mit unbekannten Größen zu rechnen, mit unbekannten Zuständen des Protoplasten, die ihn in einen Falle mehr, im anderen weniger empfindlich machen gegen Kälteeinwirkung, gegen Eisbildung und ihre Folgen — bis, in den extremsten Fällen, selbst die Temperatur der flüssigen Luft machtlos geworden ist.

Alle die Dauerformen, die wir als Früchte, Samen, Sporen usw. kennen, sind im Zustande extremer Widerstandsfähigkeit. Sie unterscheiden sich vom normalen Zustande einer lebensfähigen Pflanze am auffallendsten durch die geringe Intensität des Stoffwechsels. Wir können uns vorstellen, daß ebenso wie ein Stein, der gegen einen festen Widerstand geschleudert wird, um so sicherer zertrümmert wird, je größer seine Geschwindigkeit ist, so auch die Pflanze um so leichter getötet werden wird, je reger der Stoffwechsel in ihr ist, ehe die Kälte ihn unterbricht.

Eine besondere Art von Schutzmittel wäre es dann, wenn die Pflanzen vor der schädigenden Einwirkung durch Sinken der Temperatur in einen resistenten Ruhezustand übergeführt würden. Besonders bei Frühlingsblumen, bei Moosen und Flechten, die gegen Temperaturwechsel besonders resistent sind, könnte diese Schutzwirkung eine Rolle spielen.

Ich habe in dem vorliegenden Aufsatz in der Hauptsache die neueste Literatur berücksichtigt. Eine kritische Würdigung älterer Arbeiten findet sich in *Pfeffers* Handbuch der Pflanzenphysiologie, nähere Literaturangaben in *Maximows* neuester Arbeit (*Jahrbücher f. wissensch. Botanik* Bd. 53).

Goethes Stellung zum Entwicklungsgedanken.

Von Prof. Dr. J. H. F. Kohlbrugge, Utrecht.

Goethe selbst hat die Bemerkung gemacht, daß er in einer besonders interessanten Periode der Entwicklung der Wissenschaft gelebt habe. Solche Gefühle beschleichen wohl einen jeden Forscher, der am Abend seines Lebens zurückschaut auf den zurückgelegten Weg, und schließlich mögen auch alle recht haben.

Doch läßt sich zeigen, daß Goethe allerdings mit mehr Berechtigung als seine Epigonen diese Behauptung aussprechen durfte, weil seine Jugendzeit in eine Periode fiel, die wir als die Geburtsstunde heutiger Wissenschaft bezeichnen dürfen. Man kann ruhig behaupten, daß, wenn man einige Philosophen zur Seite läßt (*Baco, Descartes, Leibniz*), die Geschichte der modernen

Wissenschaft recht eigentlich erst in der Mitte des 18. Jahrhunderts anfängt.

Goethe sah also die junge Wissenschaft in ihrer ersten kräftigen Entfaltung. *Buffon* hatte in seinem riesigen Sammelwerk das gesamte bis dahin bekannt gewordene Tatsachenmaterial der Zoologie, Anthropologie und Geologie zusammengefaßt, aber dabei, unter Zufügung eigener Beobachtungen, alles genau gesichtet. Alles Wunderbare, Phantastische, das bis dahin ein integrierender Teil besonders der gemeinverständlichen Literatur gewesen war, hatte er unerbittlich ausgemerzt. Überall hatte er nach natürlichen Ursachen gesucht und nur solche Erklärungen zugelassen. Seine Kosmologie und Geologie war eine durchaus evolutionistische, alles hatte sich in sehr langdauernden Perioden entfaltet. Naturkräfte regierten das Ganze. Er war von Haus aus denn auch Mathematiker und ein Schüler *Newtons*. Für die anorganische Materie hatte ja auch ein *Descartes* schon die langsame Entfaltung angenommen. *Kant* führte diesen Gedanken in seiner Theorie des Himmels weiter aus, der dann später durch *Laplace* zur allgemeinen Anschauung wurde.

Dabei hatte man für die leblose Materie auch nichts dagegen, wenn man sich die Ausbildung durch Umbildung unter dem Einfluß rein mechanisch wirkender Kräfte plausibel machte, aber für die organischen Wesen hielt man (z. B. *Kant*) solch eine Erklärung für unzulässig, da sich das Leben nicht als chemische Reaktion erklären ließ. Es lag zu der Zeit nur ein ernster Versuch vor, auch für die organischen Wesen eine Deszendenztheorie zu bilden, aber dazu hatte man (*de Maillet*) den psychischen Faktor benutzt, „die Ummodelung durch das Bedürfnis“. *Buffon* wurde durch *de Maillet* beeinflusst und nahm denn auch an, daß alle Tiere sich wohl aus wenigen geschaffenen Formen könnten entwickelt haben, und dachte dabei an äußere bestimmende Einflüsse, ohne aber deren Wirkungsweise näher auseinanderzusetzen, wie ja auch seine Auffassungen in dieser Beziehung häufig hin und her schwankten. Der Gedanke an Variabilität, seine grundsätzliche Abneigung gegen Systematik ging aber auf viele Forscher über, denn *Buffons* Werke fanden eine ungeheure Verbreitung. Es ist kaum möglich, ihren Einfluß, ihren Nutzen voll zu würdigen. Man kann wohl ruhig behaupten, daß ein jeder *Buffon* gelesen hatte, daß alle jüngeren Forscher unter *Buffons* durchaus nützlichem Einfluß standen. Er erlöste die Wissenschaft aus der Märchenwelt und aus den theologischen Betrachtungen, durch welche man bis dahin alles hatte erklären wollen.

Goethe, der sich als Student gerne mit allen Wissenschaften in Beziehung setzte, holte sich für die Geologie seine ersten Kenntnisse auch aus *Buffon*, und *Buffon* blieb ihm bis zu seinem Lebensende eine immer wieder gelesene Autorität.

Dabei haben wir nicht aus den Augen zu verlieren, daß *Buffons* Werke im Grunde doch nur populäre Wissenschaft brachten. Ein Forscher im heutigen Sinne war er nicht, das Untersuchen überließ er anderen und er verwendete dann ihre Resultate. Darin schloß er sich noch an die ältere Zeit an, daß ihn die Betrachtungen mehr anzogen, als die mühsame Herbeischaffung von Tatsachen.

Ein Zeitgenosse *Buffons* war *Rousseau*. Dieser schrieb in gleich heller, anziehender Weise über die Morphologie der Botanik, zeigte die Umänderung der Pflanzenteile bei verschiedenen Genera wißbegierigen Damen, und seine botanischen Briefe wurden viel übersetzt und viel gelesen. Ihn benutzte *Goethe* zu seinen ersten botanischen Studien. Mit *Buffon* und *Rousseau* in der Hand orientierte er sich dann selbständig in der Natur und zeigte dadurch den richtigen Forschergeist, der in ihm wohnte.

Ein drittes Buch übte weiter großen Einfluß auf ihn aus und das war des *Linneus* *Systema naturae*. Im Gegensatz zu den vorigen war dies ein rein wissenschaftliches Werk, aber einem jeden unentbehrlich. Es brachte nichts anderes als trockene Systematik und stieß dadurch *Goethe* fast zurück. Es wirkte durch Kontrast, es reizte ihn zum Widerspruch. Was *Buffon* in *Linneus* tadelte, das mußte auch einem *Goethe* unsympathisch sein, der Mangel an Gedanken, an geistigem Durcharbeiten. Er brachte eben nur ein trockenes System.

Goethes Eigenart mußte sich also weit mehr zu *Buffon* und *Rousseau* hingezogen fühlen, die evolutionistisch dachten. Es war diese Denkweise denn auch allen Naturforschern geläufig geworden, der sich nur ganz verstockte Systematiker widersetzen. Andererseits fehlte *Buffon* und *Rousseau* die Ordnung, das System, das *Goethes* ordnungsliebendem Charakter ein Bedürfnis war, und solch ein System versuchte er dann in seiner Weise herbeizuführen. Damit kommen wir auf geistiges Gebiet. *Buffons* Schriften atmeten einen materialistischen atheistischen Geist. *Rousseau* war heute fromm und morgen Atheist. Beide konnten in dieser Beziehung *Goethe* nicht als Führer dienen.

Diesen fand er in dem weit älteren *Spinoza*, einem Manne, dessen Charakter so recht zum Impionieren geboren zu sein schien. Er lehrte den Pantheismus. Gott in der Natur, die Natur eine Emanation Gottes, in allem ist Gott. Solch einem Gott schien jede Persönlichkeit verloren zu gehen und ist dies wohl am kürzesten dadurch angegeben, daß *Spinoza* das Gebet zurückwies. Zwar nahm *Goethe* *Spinozas* Pantheismus auf, aber ihm blieb Gott eine Persönlichkeit, von der alles Gute ausging, zu der man beten kann. Diese Gottheit aber ist unbegreiflich, weit über unser Vorstellungsvermögen erhaben, er lebte nicht etwa an einem bestimmten Orte (im Himmel), sondern lebte, äußerte sich in der ganzen Natur, die

nicht außerhalb Gott steht, sondern ein Teil Gottes ist. So nahm *Goethe* eine Mittelstellung ein zwischen dem landläufigen Christentum und dem Pantheismus.

Goethes Gottesauffassung erhob sich aber weit über das Begriffsvermögen; *Goethe* versuchte denn auch nicht, sie näher zu definieren. Eine mehr anthropomorphe Gottesdarstellung steht dem Menschen begrifflich näher, wie etwa *Newton* sie besessen hatte. *Goethe* erreichte jedenfalls dadurch, daß er die Gottheit weit über unser Begriffsvermögen hinaus hob, daß er nun auch die bis dahin geübte Betrachtung der Natur, wobei man immer in erster Linie nach ihren Zwecken fragte (Physicotheologie), zurückweisen konnte. Es war für ihn ausgeschlossen, daß man Gott Gedanken gleich den unseren zuschreiben könne und die Zweckfrage erschien ihm darum auch wohl unnütz. Die alte Naturbetrachtung war ja derart gewesen, daß man behauptete: „Der Ochs muß sich wehren können, darum gab Gott ihm Hörner.“ Oder: „Der Mensch muß seine Flaschen pflöpfen, darum ließ Gott die Korkbäume wachsen.“ Das war kindlich gedacht, während doch Gottes Zwecke und Ziele weit über unser Begriffsvermögen liegen.

Da nun aber die Gottheit doch als eine logisch denkende gedacht werden mußte, so nahm *Goethe* an, daß sich deren Gedanken oder Ideen irgendwie in der Natur ausgeprägt haben müssen. Darum würden wir die Erscheinungen in der Natur auch besser begreifen lernen, wenn es uns gelänge, solche Ideen herauszuschälen. Hatte man diese einmal gefunden und so einen Blick geworfen in die Werkstatt Gottes, so konnte man solche Ideen auch als Naturgesetze bezeichnen. Da diese Ideen nun einen psychologischen Akt voraussetzen, so konnte man sie auch deduktiv erschließen und war demnach nicht allein auf die induktive Methode angewiesen.

Goethe forderte demnach auch, daß man die Idee der Erfahrung nicht länger unterordne, der Geist solle über die Materie Herr sein. Wer solche teleologische Erklärungsart verbannte, nahm der Natur den Verstand. Darin stimmte er mit *Kant* überein. Begriffe wie „unnütz“ und „zufällig“ wies er demnach auch zurück, sie passen nur in eine materialistische atheistische Weltanschauung.

Damit haben wir wohl gezeigt, worin *Goethe* besonders von den modernen Naturforschern abweicht, die doch meist unter dem Einfluß des Darwinismus stehen oder Eklektiker geworden sind. Er wies der deduktiven Methode eine größere Rolle zu, als man ihr heute meist zulassen will. Wir werden weiter unten sehen, wie sich die allzu sehr von ihm zurückgeschobene Induktion an ihm rächte. Außerdem ist nun verständlich, daß aus der Goetheschen Betrachtungsweise, so wie man sie weiter durchführte, der ganze Unsinn der Naturphilosophie entstehen mußte. *Schelling*, *Oken*, *Carus* und viele andere taten eben nichts

anderes, als die Natur nach der eigenen Psyche zu erklären, wobei sie die Tatsachen entbehren konnten oder nach ihren Wünschen vergewaltigten. *Goethe* wurde in seinem Alter noch mehr Supernaturalist, als er auch von einer Symbolik in der Natur sprach und z. B. vom Schwane behauptete, daß dieser eine Andeutung der Unendlichkeit der organischen Existenzen sei, als er den Bildungstrieb, die Spiraltendenz, die Polarität in seine psychologischen deduktiven Betrachtungen der Natur aufnahm.

Goethe hat halb auf induktivem, halb auf deduktivem Wege die folgenden Naturgesetze erschlossen:

1. Die Einheit der Anlage, des Typus, ein Urtypus als Ausgangspunkt.
2. Beständiger Klimax in der weiteren Ausbildung des Typus.
3. Das Gesetz der Korrelation.

Die Einheit in der Anlage zeigte er zunächst an dem Skelett der Säugetiere. *Cuvier*, *Geoffroy* und andere dehnten dies auf fast alle Wirbeltiere aus. Diese Idee führte *Goethe* weiter zu dem Nachweis, daß alle Säugetiere und auch der Mensch einen Zwischenkieferknochen besitzen. Man führte diesen Gedanken aber ins Absurde, als *Goethe*, *Geoffroy* und andere die Einheit in der Anlage auch auf die Evertibraten, die Pflanzen und sogar auf die Metalle ausdehnen wollten. Seinem Postulat eines Urtypus, einer Urform hat er weder für die Tiere noch für die Pflanzen je Form verleihen können.

Die Einheit in der Anlage sollte sich auch an den kleineren Teilen ein und desselben Tieres zeigen, und so bildete sich die Wirbeltheorie. Der Wirbel wurde zur Grundform. Diese Theorie, welche für den Schädel oder doch einen Teil des Schädels eine gewisse Berechtigung hatte, ging aber ins Absurde, als man alle Teile des Skeletts, ja auch die Weichteile aus Wirbeln hervorgehen ließ.

Für die Pflanze versuchte *Goethe* gleiches für die Seitenteile zu zeigen. Ein ideal gedachtes Blatt mußte wie ein ideal gedachter Wirbel die Grundlage abgeben, um daraus alle anderen Seitenteile im beständigen Klimax hervorgehen zu lassen. Der Begriff des Blattes wurde dabei wie der des Wirbels ins Unbegrenzte verflüssigt. Dieser von *Goethe* geforderte Klimax (seine Evolutionstheorie) zeigte sich dem Auge an den Seitenteilen der Pflanze am leichtesten, und so ergab sich auch bei einer Herleitung des Schädels aus Wirbeln eine zunehmende Kompliziertheit des Wirbels. Ein anderer Klimax war in der Tierreihe zum Menschen für den Gesichtsschädel oder die Gehirnhöhle ja auch leicht anzugeben. Wo solch ein Klimax nicht augenfällig hervortrat, wie bei der Wurzel der Pflanze oder deren Stil, glitt *Goethe* einfach darüber hinweg.

Ein anderes von *Goethe* aufgestelltes Gesetz war das der Korrelation der Teile. Die Natur verfügte sozusagen für jedes Tier nur über eine

bestimmte relative Menge Material. Hatte sie dem Tier Hörner gegeben, so mußte das Zahnsystem unvollständig bleiben, hatte sie ihm einen langen Hals oder lange Beine gegeben, so mußte der Körper klein bleiben. Dieses Gesetz zeigte die Abhängigkeit der als Emanation Gottes gedachten Natur, sie kann sich nicht ins Grenzenlose ergehen. Doch ging ihre Befugnis oder Bildungsvermögen weit, denn sie bildete die Geschöpfe in Übereinstimmung mit dem Milieu zu sehr verschiedenen Formen. So konnte sie ein Säugetier in Fischform bilden (Walfisch), dem Vogel Flügel verleihen für das Leben in der Luft. Dabei ist man aber durchaus nicht berechtigt anzunehmen, daß der Walfisch aus einem landlebenden Säugetier hervorging, es dienten die Formen des Säugetiers und des Fisches als Prototypen, wonach die Natur einen Walfisch formte.

In welcher Weise die Natur dabei verfuhr, darüber ließ sich *Goethe* nicht aus, vermutlich stellte er auch dies außerhalb unseres Begriffsvermögens. Dabei war die Natur in ihren Bewegungen eingeschränkt, es gab Kräfte, die ihren „gut“ genannten Intentionen entgegenwirkten. Welcher Art diese Kräfte waren, vernehmen wir nicht, vielleicht haben wir sie in den öfter genannten „Dämonen“ zu suchen.

Hatte die Natur nun in ihrer Weise etwas zustande gebracht, und zwar so, daß es in seine Umgebung paßte, dann blieb die Form unverändert, das Genus, die Spezies blieben, inneren Gesetzen gehorchend, unveränderlich, es gab also eine Konstanz der Spezies. Dieser Gedanke war dem so überaus aristokratisch denkenden und ordnungsliebenden *Goethe* sozusagen ein Bedürfnis. Den Gedanken an unbegrenzte Variabilität verwarf er wohl ebenso, wie er den Atheismus verworfen hatte und den Sozialismus verworfen haben würde. Innere und äußere Gesetze beherrschten die Natur, die wie im geordneten Staat jede Ausschweifung bändigten.

Wir wollen hier nicht darauf eingehen, ob *Goethe* für die oben genannten Gesetze Prioritätsrechte besaß, oder ob sie schon vor ihm bekannt waren, ebensowenig wollen wir darauf eingehen, ob sie richtig sind oder nicht.

Ich wollte mit den obigen Auseinandersetzungen in erster Linie zeigen, daß *Goethe* also auf keinen Fall eine Schöpfung in sechs Tagen annahm, sich nicht einen Gott dachte, der etwa wie ein Töpfer aus Lehm die verschiedensten Formen knetete und diesen dann Leben verlieh. Alles war nach und nach entstanden in beständigem Klimax. Also war *Goethe* wie alle seine hervorragenden Zeitgenossen Evolutionist.

Eine Erklärung der Entwicklung gab er aber nicht, da er Gott und die Natur nicht zu erklären suchte, er suchte nur nach leitenden Gedanken, Ideen, Gesetzen, Maximen, die bei der Entwicklung in acht genommen worden waren.

Da *Goethe* nun aber wie alle supranaturalistischen Evolutionisten bei seinen Auseinander-

setzungen Ausdrücke gebrauchte ganz ähnlich denen, die heute von den Darwinisten benutzt werden, so ist es leicht Zitate zu finden, die ganz darwinistisch klingen, aber deren Ausbeutung in diesem Sinne nur zeigt, daß man sich in die Sprache jener Zeit, der supernaturalistischen Evolution, nicht hineingearbeitet hat. Ich habe es hier vermieden Zitate zu benutzen, man findet sie aber in meinen historisch-kritischen Studien über *Goethe*.

Daß *Goethe* wirklich einer materiellen Erklärung der Evolution abhold war, zeigt man am besten an seinem Verhalten den Büchern gegenüber, die zu seiner Zeit erschienen sind und eine fleischliche Deszendenz annahmen, die sie in materieller Weise zu erklären suchten. *Goethe* hat verschiedene solcher Systeme kennen gelernt.

Zunächst wäre hier der von ihm hoch verehrte *Buffon* zu nennen, der meinte, alle Tiere der Erde aus einigen wenigen Grundformen ableiten zu können. Dann wäre der ältere *de Maillet* zu erwähnen, der die Tiere im Schlamm entstehen ließ (Urschleim, *Oken*), die sich dann infolge des gefühlten Bedürfnisses nach den äußeren Umständen umbildeten, ähnlich wie wir dies später bei *Lamarck* finden. *De Maillet* hat eben *Buffon* und *Lamarck* beide befruchtet. Bis in sein hohes Alter hinein las *Goethe* noch in dem uns so wunderbar erscheinenden *de Maillet*, äußerte sich aber nie über dessen Theorie, und ebensowenig über seine beiden obengenannten Nachfolger. *Buffon* sprach nur von äußeren Einflüssen, die nach *Goethe* allerdings auch kleine Abänderungen hervorrufen können, etwa Varietäten erzeugen, oder vielleicht der Natur Anlaß geben, neue Formen hervorzurufen. Es blieb mir unersichtlich, ob *Goethe* eine solche Wirksamkeit der Natur nur für die alten Schöpfungsperioden annahm (wie viele seiner Zeitgenossen) oder ob sie noch in der Jetztzeit fortwirkt. Daß *Goethe* *Lamarcks* Buch selbst gelesen hat, läßt sich nicht erweisen, wohl aber steht fest, daß er mehrere Werke sehr gut kannte, welche *Lamarck* ausführlich erwähnten.

Darwin, des älteren, Schriften fanden sich in seinem Bücherschrank, und aus seinen Briefen an *Sömmering* wissen wir, daß er sie kurz zurückwies.

Pander und *d'Alton* gaben ihre von *Goethe* so sehr gerühmte vergleichende Osteologie heraus und versahen diese mit Beischriften, die ganz in *Lamarcks* Geist gehalten waren. Bei seinen Referaten über dieses Buch vermied es *Goethe* auf diese Lamarckistischen Gedanken einzugehen. Als aber die Autoren später ihre Richtung änderten und eine ganz ideelle supernaturale Evolution oder Schöpfung beschrieben, dabei die Art als gezeugt betrachteten, bezeichnete *Goethe* gerade diesen Aufsatz als eine ihm besonders sympathische Arbeit.

Ein anderer Schützling und Freund *Goethes* war *F. S. Voigt*. Dieser wollte *Lamarck* verbes-

sern (1817) und gab eine Deszendenzlehre, die von der Lamarckschen abwich. *Goethe* referierte *Voigts* Arbeiten, besaß seine Schriften, erwähnte aber niemals dessen Deszendenzgedanken. In gleicher Weise las er das Archiv der Urwelt von *Ballenstedt*, an dem *Krüger*, *Tauscher*, *Körte* arbeiteten; auch hier traten Lamarcksche Ideen hervor, aber *Goethe* entlehnte ihnen nur, daß der heutige Stier wohl von dem fossilen Stier abstammen könne, wobei dann noch die Frage offen bleibt, ob er damit eine ideelle oder eine fleischliche Abstammung meinte. *Goethe* kannte auch die Transmutationslehre in der Botanik, die man lange vor *Goethe* als Metamorphose angewiesen hatte und viele Vertreter fand. *Goethe* selbst nannte die Transmutation „Simultane generelle Metamorphose“, ging aber nur ganz vorübergehend auf dieselbe ein, wies sie an anderer Stelle scharf zurück. Er beschränkte sich in seinen Auseinandersetzungen immer auf die Metamorphose, welche die Seitenteile einer Pflanze untereinander vergleicht. Diese war natürlich rein ideell gemeint, da er nicht daran dachte, daß jeder Staubfaden oder Stempel wirklich aus einem Blatt hervorgegangen sei. *Gautieri* gab in Jena sein Buch über die Deszendenzlehre heraus, auch dieses wurde durch *Goethe* nirgends erwähnt, ebensowenig äußerte sich *Goethe* über die weitgehenden Spekulationen eines *Treviranus* oder über die von *Linneus* befürwortete Entstehung neuer Spezies durch Kreuzung. An den damals so beliebten Versuchen über Transmutation bei den niedrigsten Formen oder über *Generatio spontanea* nahm er keinen Teil. —

Noch manche andere Deszendenztheoretiker lebten zu *Goethes* Zeit, er ließ alle unbeachtet.

Die Embryologie, welche so augenfällige Beweise für die Deszendenz zu bringen schien, hat *Goethe* nie in dem Sinne suggeriert. *Wolffs* Ausführungen darüber wies er als zu materiell zurück, sie waren zu wenig durchgeistigt, weil sie sich zu sehr an beobachtete Tatsachen anschlossen. Die Tatsachen, welche zum biogenetischen Grundgesetz führten, das damals schon besonders durch *Meckel* kräftig verteidigt wurde, lernte er zwar bereits durch *Kiellmeyer* kennen, verwendete sie aber nicht im deszendenztheoretischen Sinne. Gegen die in gleichem Sinne zeugenden geologischen Tatsachen hatte *Goethe* natürlich nichts einzuwenden, da er ja annahm, daß die Natur langsam, ganz wie der Mensch bei Ausbildung einer Theorie, einer Erfindung, vom Einfachen zum Komplizierten fortschreite. Das Anorganische war ja auch nicht das Organische. Die Paläontologie interessierte ihn nicht weniger und er forderte, daß man die Funde aus den verschiedenen Schichten gesondert behandeln solle, aber zu einer Deszendenzlehre brachte ihn die dabei nachgewiesene Stufenfolge nicht. Letztere konnte allerdings ebensogut durch ideelle Evolution erklärt werden.

Daß *Goethe* in seinen jüngeren Jahren auch an

die Möglichkeit einer materialistischen Erklärung der Evolution gedacht hat, daß er speziell in bezug auf den Menschen unter den Einfluß *Moscatis* geriet, habe ich früher gezeigt¹⁾, aber er hat solche vorübergehenden Gedanken nie weiter ausgeführt, und an den Ausführungen anderer ging er schweigend vorüber.

Will man Zitate, so beachte man besonders die von *E. Meyer* niedergeschriebenen Sätze, die *Goethe* „als Zeugnis reiner Sinn- und Geistesgemeinschaft“ in die eigenen Betrachtungen aufnahm. Sie lehren in unzweideutiger Weise die Unveränderlichkeit der Art.

Mit einigen Worten wollen wir nun noch auf den Streit zwischen *Cuvier* und *Geoffroy St. Hilaire* vom Jahre 1830 eingehen.

Die Stellungnahme *Goethes* zu diesem Streit gab wiederholt Anlaß, um in *Goethe* einen Vorläufer *Darwins* zu sehen. Man wußte, daß *Geoffroy* ein Recht hatte auf diesen Titel, und also mußte für *Goethe*, der doch auf *Geoffroys* Seite trat, gleiches gelten.

Man übersah dabei aber, daß die Diskussion gar nicht über prädarwinistische Fragen handelte, daß die Variabilität, die Transmutation gar nicht zur Diskussion kamen, daß nur über die Frage gestritten wurde, ob alle Tiere nach einem Typus gebaut seien oder nicht. *Geoffroy* bejahte, *Cuvier* verneinte dies, alle namhaften deutschen Forscher standen dabei auf seiten *Cuviers* und stehen dort heute noch. Nur der Philosoph *Goethe* verteidigte *Geoffroy*, weil diese Einheit des Typus zu seiner philosophischen Auffassung einer gesetzmäßig handelnden, von einem Punkt ausgehenden und fortschreitenden Natur paßte. Der Naturforscher *Goethe* war leider längst verstummt. Tatsachen zu seiner Verteidigung führte *Goethe* denn auch nicht an, es war eine deduktiv gewonnene Auffassung, die weiter keines Beweises bedurfte, sie mußte richtig sein.

Die so ganz unrichtige Auffassung über diesen Streit entstand besonders dadurch, daß *Geoffroy* und sein Sohn, als sie einsahen, daß die Einheit des Typus sich nicht halten ließ, später der Sache die Wendung gaben, als ob man über die Variabilität gestritten habe, die *Geoffroy* aber erst weiter ausführte, als *Goethe* seine Augen für immer geschlossen hatte. Aus *Goethes* Parteinahme an diesem Streit lassen sich also keine Schlüsse ziehen für seine Stellung zum Entwicklungsgedanken. Nur der Schluß ist erlaubt, daß seine Entwicklungslehre eine rein ideelle, psychologische war. Die organischen Formen waren für ihn immer wiederkehrende Nachbildungen ewiger Ideen. Die Formen waren Inkarnationen der Abstraktionen des Verstandes, ganz ähnlich den Erscheinungsformen (Avatara) indischer Götter.

Wie *Goethes* Naturbetrachtung sich überall an die Ästhetik und Kunst anlehnte, so war auch

¹⁾ Diese Zeitschrift, 14. 11. 1913, S. 1110, „Herders Verhältnis zu modernen Naturanschauungen“.

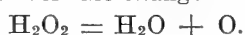
seine Entwicklungslehre eine weitere Ausarbeitung des geistigen Prozesses, der sich im Leben des sich ausbildenden und entwickelnden Künstlers abspielt. Auch der Künstler ist (wie die Natur) in seinem Können beschränkt, jeder hat nur sein ihm eigenes Talent (innere Gesetze), das ihm von Gott verliehen wurde. Dieses Talent kann er aber (wie die Natur) weiter entfalten, aber doch stets nur innerhalb der Grenzen seines Talents.

Das ist, kurz ausgedrückt, *Goethes Stellung* zum Entwicklungsgedanken, welche in dieser Zusammenfassung wohl deutlicher hervortritt als in meinen historisch-kritischen Studien¹⁾, auf welche ich übrigens für die Beweisstellen und alle Details verweisen muß.

Technische Bedeutung und neuere Darstellungsmethoden des Wasserstoffperoxyds.

Von Dr. Max Wolf, Berlin-Charlottenburg.

Schon seit langer Zeit wird das Wasserstoffperoxyd (H_2O_2) im großen Maßstabe dargestellt und findet vorteilhaft zu Oxydationszwecken in der Technik und außerdem in der Medizin und Kosmetik Verwendung. Die Bedeutung der Oxydationsmittel im allgemeinen liegt darin, daß sie sogenannten „aktiven“ Sauerstoff enthalten, welcher viel wirksamer ist als der molekulare Sauerstoff der Luft; die Bedeutung des Wasserstoffperoxyds im besonderen aber ist in der Tatsache zu sehen, daß kein anderer Stoff — prozentual gerechnet — so viel aktiven Sauerstoff gebunden enthält. Wasserstoffperoxyd ist daher der beste Sauerstoffakkumulator, denn auf 34 g kommen 16 g aktiver Sauerstoff, d. h. 47 %, während z. B. beim Chlorkalk auf 127 g 16 g aktiver Sauerstoff zu rechnen sind. Diese Zahlen gelten aber nur für 100 prozentiges Wasserstoffperoxyd und für Chlorkalk von der theoretischen Zusammensetzung $\text{CaCl}(\text{OCl})$. Hinzu kommt noch, daß Wasserstoffperoxyd nach der Oxydationswirkung keine schädlichen Nebenprodukte hinterläßt, denn es zerfällt nach der Gleichung:



Man darf aber nicht verkennen, daß dem Peroxyd manche weniger günstige Eigenschaften anhaften, die seine Verwendungsmöglichkeit ziemlich stark einschränken. Abgesehen von dem im Verhältnis zu anderen Oxydationsmitteln ziemlich hohen Preise ist besonders zu beachten, daß die Hauptmenge des technisch dargestellten Produktes nur in Lösungen von 3—4 Gew.-% H_2O_2 gewonnen wird, wodurch insbesondere der Transport erheblich verteuert wird. Auch sind die verdünnten Lösungen bei der Zersetzlichkeit des Peroxyds wenig haltbar.

¹⁾ Historisch-kritische Studien über Goethe als Naturforscher. Würzburg 1912.

Es gibt nun zwei Wege, diesen Übelständen zu begegnen. Entweder man kann das Wasserstoffperoxyd konzentrierter in den Handel bringen (z. B. als 30 proz. Perhydrol), oder aber man führt es über in feste Verbindungen, in Persalze; so ist es gelungen, z. B. Perborate zu gewinnen, die bis 18 % aktiven Sauerstoff, d. h. bis 40 % Peroxyd enthalten. Immerhin muß man aber bedenken, daß die meisten dieser neuen Produkte, die therapeutischen und kosmetischen Zwecken dienen oder als sogenannte „Waschmittel“ in den Handel gebracht werden (Pergenol, Clarax, Persil usw.), das Wasserstoffperoxyd niemals verdrängen werden, denn die große Mehrzahl derselben (außer dem elektrolytisch gewonnenen Persulfat $[\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8]$) wird daraus dargestellt.

Bevor nun auf die Darstellungsmethoden näher eingegangen wird, sei noch einiges über die chemische Konstitution gesagt.

Das Wasserstoffperoxyd wurde im Jahre 1818 von *Thénard* entdeckt, als er Versuche anstellte über die Einwirkung verschiedener Säuren auf Bariumperoxyd, *Thénard* glaubte zunächst den Grundkörper für eine neue Klasse von Säuren gefunden zu haben, gelangte aber später zu der Auffassung, daß die von ihm entdeckte Verbindung „oxydiertes Wasser“ sei, also $\text{H}_2\text{O} + \text{O}$. Im Zusammenhange damit betrachtete man das eine Sauerstoffatom im Wasserstoffperoxyd als schwächer gebunden, und so erklärte sich das Oxydationsvermögen dieser Wasserstoff-Sauerstoff-Verbindung auf einfache Weise. Schwierigkeiten bereitete es aber, verständlich zu machen, warum Wasserstoffperoxyd auch *reduzierend* wirken kann, z. B. sind die Zersetzung von Kaliumpermanganat, die Abscheidung von Silber aus Silbernitratlösung solche Vorgänge. Man stellte sich vor, daß das eine schwächer gebundene Sauerstoffatom des Wasserstoffperoxyds mit dem „entgegengesetzt polarisierten“ Sauerstoffatom des zu reduzierenden Körpers *ein Molekül* Sauerstoff O_2 bildet. In dieser Anschauung ist schon die Antozontheorie *Schönbeins*, des berühmten Chemikers, enthalten, der der Nachwelt besonders durch die Entdeckung des Ozons bekannt geblieben ist.

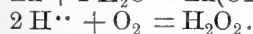
Schönbein nahm an, daß Sauerstoff „polarisiert“ werden könne und nannte den negativen Ozon $\bar{\text{O}}$, den positiven Antozon $\overset{+}{\text{O}}$, ihre entsprechenden Verbindungen, die wir mit dem gemeinsamen Namen der Peroxyde oder Superoxyde zusammenfassen können, „Ozonide“ und „Antozonide“. Es würde in diesem Zusammenhange zu weit führen, wollte man auf die zahlreichen Untersuchungen und Argumente *Schönbeins* zur Stützung seiner Theorie näher eingehen. Hier genüge die Bemerkung, daß, wenngleich *Schönbein* mit zäher Energie bis an sein Lebensende (1868) seine Anschauung verteidigt hat, doch schon in den sechziger Jahren des vorigen Jahrhunderts starke Zweifel geltend gemacht wurden.

Im Jahre 1870 hat dann *Carl Engler* unzweideutig nachgewiesen, daß *Schönbeins* Antozon und Wasserstoffperoxyd identisch sind.

Moritz Traube hat seit 1882 durch geistreiche und das Problem der Sauerstoffaktivierung erheblich fördernde Versuche die Fragen der Konstitution und der Bildung des Wasserstoffperoxyds wieder aufgenommen, und seine Anschauungen decken sich im wesentlichen auch mit den heute noch geltenden. Vor allem zeigte er, daß Peroxyd *nicht* durch Oxydation von Wasser entstehen kann, daß es also kein Oxydationsprodukt ist; es bildet sich vielmehr im Gegenteil durch einen Reduktionsvorgang, nämlich durch Einwirkung von ionisiertem Wasserstoff auf molekularen Sauerstoff gemäß der Gleichung:

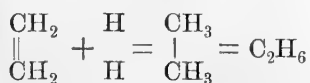


Aus dieser Tatsache erklärt sich auch die Fähigkeit des Wasserstoffperoxyds, reduzierend zu wirken; denn — wie neuere Arbeiten ergeben haben — zerfällt die Verbindung in wässriger Lösung wieder in die Ionen H^{\bullet} und HO_2^{\bullet} . Diese freien H-Ionen können natürlich unter geeigneten Bedingungen reduzieren. Besonders entscheidend für die Auffassung *Traubes* waren die Resultate der Studien über die Autoxydation. Er konnte zeigen, daß bei der Autoxydation vieler Metalle, z. B. des Zinks, quantitativ Wasserstoffperoxyd gebildet wird. Als Reaktionsgleichung gilt:

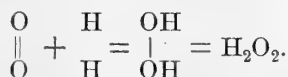


Allerdings wirkt Zink dann wieder sekundär auf Wasserstoffperoxyd ein ($\text{Zn} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{Zn}(\text{OH})_2$), so daß eine quantitative Ausbeute nur erreicht werden kann, wenn man das Wasserstoffperoxyd im Augenblick des Entstehens bindet, also aus dem Reaktionsgemisch entfernt (etwa durch Baryt oder Kalk). Aus jenem Grunde entzieht sich die Bildung des Peroxyds auch meist der Beobachtung, und nur durch geschicktes Experimentieren gelingt es, dasselbe zu fassen.

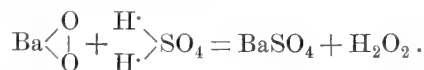
Von neueren Autoren seien genannt *Brühl*, *Spring*, *Haber*, *Manchot* und vor allem *Engler*. Die Ansicht *Englers* kann man als Weiterführung des *Traubeschen* Gedankens bezeichnen. Auch nach seiner Auffassung ist die Bildung des Wasserstoffperoxyds ein Reduktionsvorgang, wobei angenommen wird, daß das Sauerstoffmolekül ein ungesättigtes System darstellt, welches das Bestreben hat, in eine gesättigte Verbindung überzugehen. Man kann in diesem Zusammenhange die Bildung des Peroxyds direkt in Parallele stellen zu der von *Sabatier* beobachteten Addition von Wasserstoff an Äthylen mit Hilfe von Nickelpulver bei 300°.



oder



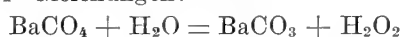
Was nun die *Bildung und Darstellung* des Wasserstoffperoxyds betrifft, so besteht das älteste Verfahren zur Gewinnung, nach dem auch heute noch der größte Teil des technischen Produktes erzielt wird, in der Zersetzung von Bariumperoxyd durch Säuren: z. B.



Diese Reaktionsgleichung zeigt, wie sich an den Sauerstoff des Antozonides (BaO_2) die aus der Schwefelsäure stammenden Wasserstoffionen anlagern. An Stelle von Schwefelsäure hat man auch Salzsäure, Phosphorsäure, Kieselfluorwasserstoffsäure, Kohlensäure verwendet, an Stelle des Bariumperoxyds die Peroxyde der Alkalien oder der anderen Erdalkalien. Auf diesem Wege erhält man Lösungen von ca. 3—4 Gew.% Wasserstoffperoxyd. Dieselben lassen sich durch Konzentrieren auf dem Wasserbade, Destillieren im Vakuum, Extrahieren mit Äther (*Wolffenstein*) oder durch fraktionierte Kristallisation (*Städel - Ahrlé*) schließlich bis zu 100%igem Wasserstoffperoxyd verarbeiten.

Das reine Produkt ist eine farblose, in dicker Schicht bläuliche, ölige Flüssigkeit, die sich in Äther löst. Sie ist bei Gegenwart auch nur geringer Mengen von Verunreinigungen leicht zersetzlich, sogar explosiv. Bei tiefer Temperatur erstarrt sie zu schön ausgebildeten säulenförmigen Kristallen.

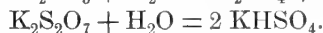
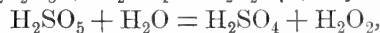
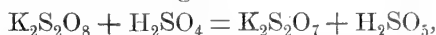
Aus Persäuren oder deren Salzen erhält man mit Wasser oder einer Säure Lösungen von Wasserstoffperoxyd. So ist der Firma *Merck* in Darmstadt vor einigen Jahren ein Verfahren patentiert worden, wonach aus Bariumperkarbonat durch Einwirkung von Wasser oder einer Säure Wasserstoffperoxyd gebildet wird, im Sinne folgender Gleichungen:



oder



Sehr gute Resultate soll auch im Großbetriebe das Persulfatverfahren von *Adolph* und *Pietsch* geliefert haben. Dasselbe beruht auf der Umsetzung von elektrolytisch gewonnenem Persulfat in Carosche Säure H_2SO_5 und auf der Spaltung dieser in Wasserstoffperoxyd und Schwefelsäure im Sinne der Gleichungen:

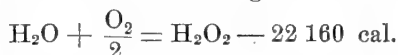


Das Wasserstoffperoxyd wird abdestilliert, und die Bisulfatlauge kann wieder zur elektrolytischen Darstellung des Persulfats dienen; so ergibt sich ein Kreisprozeß, in dem eigentlich nur elektrische Energie verbraucht wird.

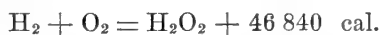
Die bisher besprochenen Verfahren beruhten sämtlich auf rein chemischen Umsetzungen und Spaltungen von Peroxyden und Persalzen, es sei nun eingegangen auf diejenigen, die zu ihrer Aus-

führung hoher Temperaturen oder elektrischer Energie bedürfen.

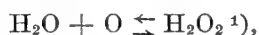
Die Bildung von Wasserstoffperoxyd kann je nach den Bedingungen, von denen man ausgeht, sowohl als ein endothermer wie auch als ein exothermer Vorgang aufgefaßt werden. Betrachtet man die Bildung aus Wasser und Sauerstoff, so liegt ein endothermer Prozeß vor, denn die Reaktion verläuft nach der Gleichung:



Geht man aber von den Elementen aus, d. h. von Wasserstoff und Sauerstoff, so stellt sich die Wasserstoffperoxyd-Bildung als ein exothermer Vorgang dar:



Aus diesen beiden Gleichungen ergibt sich ohne weiteres, daß die erste Reaktion nur unter Wärmeabsorption vor sich gehen kann. Will man also aus Wasser plus Sauerstoff Wasserstoffperoxyd erhalten, so muß man Wärme zuführen, d. h. man muß bei hoher Temperatur arbeiten. Man kann aber aus einem gegebenen Volumen Wasser und Sauerstoff nur eine ganz bestimmte, durch die Temperatur beeinflusste Ausbeute an Wasserstoffperoxyd erhalten. Es stellt sich nämlich schnell ein Gleichgewicht ein:



das sich mit steigender Temperatur immer mehr nach rechts verschiebt, wie Arbeiten von *Nernst* ergeben haben. Aber bei so hoher Temperatur ist auch die Zerfallsgeschwindigkeit sehr groß, und deswegen ist rapide Abkühlung der erhitzten Gase auf einen Temperaturbereich mit geringer Zerfallsgeschwindigkeit dringend notwendig, wenn man die im Gleichgewicht gebildete Menge Peroxyd gewinnen will.

Nach diesem Prinzip hat man die Bildung von Wasserstoffperoxyd mehrfach herbeiführen können. *Traube* hat zuerst gezeigt, daß, wenn man eine Wasserstoffflamme auf Wasser richtet, d. h. also die Verbrennungsgase plötzlich abkühlt, Wasserstoffperoxyd entsteht. Neuere Autoren auf diesem Gebiete sind *Franz Fischer* und seine Mitarbeiter. Wenn man Wasserdampf oder Wasserdampf plus Sauerstoff gegen eine Wasserstoffflamme blies, durch glühende Röhrchen preßte, usw., wenn man unexplosible Gemische von Wasserstoff und Sauerstoff über glühende Drähte leitete, und die Reaktionsprodukte schnell abkühlte, ergaben sich stets wasserstoffperoxydhaltige Lösungen. Auf der gleichen Erscheinung beruht ein Patent der Firma *C. A. F. Kahlbaum*, Berlin, welches dadurch gekennzeichnet ist, daß wasserdampfhaltige Gase oder Wasserdampf allein

und Heizquellen, wie elektrische Flammenbögen, glühende Nernststifte, Funkenstrecken usw. gegeneinander mit einer Geschwindigkeit von mindestens 1 m pro Sekunde bewegt werden.

Für die technische Verwertung aber dürften all diese Methoden unbrauchbar sein, hauptsächlich weil wegen der Gegenwart von Wasserdampf immer nur sehr verdünnte Lösungen erhalten werden können. Viel mehr Erfolg von diesem Gesichtspunkt aus versprechen die elektrischen Methoden, besonders auch deswegen, weil man nach diesen das Wasserstoffperoxyd in größerer Konzentration erhalten kann.

Es ist oben gesagt worden, die Bildung von Wasserstoffperoxyd geschähe durch Anlagerung von Wasserstoffionen an molekularen Sauerstoff ($2\text{H}^{++} + \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}_2$). Ein billiges und bequemes Mittel, ionisierten Wasserstoff zu erzielen, ist die Elektrolyse, und so hat schon *Traube*, als er an die Kathode eines Elementes Sauerstoff leitete, mit quantitativer Ausbeute Wasserstoffperoxyd erhalten können. Diese Versuche haben in neuester Zeit *Franz Fischer* und *Otto Priess* wieder aufgenommen¹⁾. Durch Anwendung von sehr großen Sauerstoffdrücken und durch starkes Rühren des Elektrolyten während des Stromdurchganges ist es ihnen gelungen, ein Verfahren auszuarbeiten, welches technisch sehr wertvoll werden dürfte, welches vielleicht sogar berufen ist, den alten Prozeß der Zersetzung von Bariumperoxyd zu verdrängen; denn die Stromausbeute betrug bei 100 at. Druck ca. 300–400 g Wasserstoffperoxyd pro K. W. St. Auf diesen Prinzipien beruht ein Patent, welches erst kürzlich der Firma *Henckel & Co.* in Düsseldorf erteilt worden ist, wonach man durch kathodische Reduktion von Sauerstoff unter hohem Druck kontinuierlich Wasserstoffperoxyd gewinnt.

Durch Elektrolyse von borsäurehaltigen Lösungen mit überlagertem Wechselstrom hat *Ernst Bürgin*²⁾ Wasserstoffperoxyd anodisch erhalten. Nach seiner Auffassung geht die Bildung im Sinne folgender Gleichung vor sich:



Die Stromausbeute betrug an Zinkanoden 60 %.

Die stille elektrische Entladung hat sich mehrfach als ein ausgezeichnetes Mittel erwiesen, elektrische Energie in feiner Verteilung und so wenig heftig auf Gase wirken zu lassen, daß die Reaktionsprodukte nicht sogleich einem sekundären Zerstörungsprozeß erliegen. Auf dieser Erfahrung basieren die Verfahren von *Alexandre de Hemptinne*³⁾ und unabhängig davon von *Fr. Fischer* und *Max Wolf*⁴⁾, welche dadurch gekenn-

¹⁾ *Fischer* und *Pries*, Ber. d. D. Chem. Ges. 46, 698 (1913).

²⁾ *Bürgin*, Beiträge zur Kenntnis der Entstehung von Perboraten durch Elektrolyse. Diss. Berlin 1911.

³⁾ *Hemptinne*, Ann. de la Société scientifique de Bruxelles, 1911.

⁴⁾ *Wolf*, Zeitschr. f. Elektrochemie, 20, 204 (1914).

¹⁾ Diese Gleichung deutet scheinbar im Widerspruch zu dem oben Gesagten eine Oxydation von Wasser an. Man muß aber bedenken, daß bei der hohen Temperatur ein Teil des Wassers dissoziiert ist, so daß tatsächlich die Reaktion zwischen den Elementen vor sich geht.

zeichnet sind, daß unexplosible Gemenge von Wasserstoff und Sauerstoff mit Wasserstoffüberschuß der stillen elektrischen Entladung ausgesetzt werden. Diese bewirkt offenbar durch Ionenstoß die Dissoziation der Wasserstoffmoleküle. Sekundär findet dann die Anlagerung dieser Atome an Sauerstoffmoleküle, d. h. die Bildung von Wasserstoffperoxyd statt. Die Arbeitsweise *Hemptinnes* ist nun derart, daß er das Gasgemisch aus einem Gasometer durch eine Berthelotsche Röhre und dann zur Absorption des gebildeten Wasserstoffperoxyds durch Wasser im Kreislauf leitet. Auf diesem Wege kann er natürlich niemals zu hochkonzentriertem Produkt gelangen. Aus seinen Zahlen läßt sich berechnen, daß er Lösungen von 0,08 Gew.-% Wasserstoffperoxyd erhalten hat.

Dagegen ist es *Fischer* und *Wolf* gelungen, unter Einhaltung genau studierter Versuchsbedingungen 100 proz. Peroxyd zu gewinnen. Das Produkt wurde durch tiefe Temperatur in der Berthelotschen Röhre kondensiert. Dieses Verfahren hat den großen Vorzug, daß man bei Anwendung reiner Gase durch direkte Synthese ein absolut reines Produkt herstellen kann. Allerdings sind die Stromkosten ziemlich hoch, und es bleibt abzuwarten, ob es möglich sein wird, dieselben so weit herabzusetzen, daß das Verfahren konkurrenzfähig wird.

Mögen diese kurzen Ausführungen gezeigt haben, mit welchem Eifer und in welchem Sinne Wissenschaft und Technik an dem Problem arbeiten, die wertvollen Eigenschaften des Wasserstoffperoxyds allgemein nutzbar zu machen.

Über einige scheinbare physikalisch-chemische Anomalien.

Von Dr. F. Marshall, Halle a. S.

Nachdem kürzlich das schöne Werk von *Weinbergs* „Kinetische Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen“¹⁾ erschienen ist, fällt es an der Hand der kinetischen Theorien nicht schwer, auch einige scheinbare Widersprüche auf anorganischem Gebiete aufzuklären, ohne auf stereochemische Verhältnisse selbst näher einzugehen.

1. Öfters ist zum Beispiel bereits die Frage aufgeworfen worden: wie kommt es, daß Wasser, welches aus zwei gasförmigen Komponenten gebildet wird, flüssig ist, während der nahe verwandte Schwefelwasserstoff, der aus einem gasförmigen und einem festen Elemente gebildet wird, selbst gasförmig ist. Wie ist es ferner zu erklären, daß bei der völligen Unschädlichkeit des als Nahrungsmittel für Tiere und Pflanzen unentbehrlichen Wassers das Schwefelwasserstoffgas ein gefährliches Gift ist? In diese Verhältnisse vermag nun die kinetische Anschauungsweise Licht zu brin-

gen. Die Atome eines jeden Elementes enthalten einen Betrag von Energie und zwar Bewegungsenergie, bei der Vereinigung von Atomen verschiedener Elemente pflegt nun in der Mehrzahl der Fälle diese Bewegungsenergie der beteiligten Atome um einen bestimmten Betrag vermindert zu werden, und zwar wird sie in Form von Wärme, der sogenannten Bildungswärme der betreffenden Verbindung, abgegeben. Je größer nun diese Bildungswärme ist, um so geringer wird die Energiesumme sein, die in der Verbindung der Atome zurückbleibt, d. h. mit anderen Worten die Beweglichkeit der Atome. Umgekehrt, je geringer die Bildungswärme, desto größere Beweglichkeit verbleibt den verbundenen Atomen. Muß man endlich gar, wie in einer Anzahl von Fällen (endothermische Verbindungen) noch Energie zuführen, um eine Vereinigung von Atomen verschiedener Elemente zu erzielen, so ist die Beweglichkeit der Einzelatome so groß, daß sie zu plötzlicher explosionsartiger Zersetzung der Verbindung führen kann.

Aus einem Vergleich der Bildungswärmen können wir nun ohne weiteres folgern, daß im Wasser (68,3 Kal.) die Einzelatome weit weniger beweglich sind als im Schwefelwasserstoff (4,6 bzw. 2,8 Kal.), was des weiteren auch durch die viel größere Beständigkeit des Wassermoleküls gegenüber dem leicht zersetzbaren Schwefelwasserstoffmolekül bewiesen wird. — Daß die Beweglichkeit der Atome einen starken Einfluß auf den Aggregatzustand des Moleküls hat, ist ohne weiteres klar. Durch Erwärmen verstärken wir bekanntlich den Bewegungsgrad von Atomen und benutzen diese Tatsache auch vielfach, um Reaktionen zu erleichtern, durch Erwärmen vermögen wir aber zugleich feste Körper zu schmelzen und zu vergasen. Weitere Beweise für die relative Starrheit des Wassermoleküls im Vergleich zum Schwefelwasserstoffmolekül sind zunächst die erst bei 1000° beginnende Dissoziation des Wassers, während Schwefelwasserstoff schon bei gewöhnlicher Temperatur allmählich zersetzt wird. Ferner gelingt die Bildung von Wasserstoffperoxyd nur unter Energiezufuhr, während Schwefelwasserstoff verhältnismäßig leicht 1—3 Atome Schwefel addiert. Die Beständigkeit dieser Wasserstoffsupsulfide läßt sich beträchtlich erhöhen, wenn man in ihnen die Atombewegungen hemmt, also eine Belastung im von Weinbergschen Sinne herbeiführt, so existiert eine kristallisierte Verbindung von Strychnin mit Wasserstofftrisulfid und eine solche von Bruzin mit Wasserstoffdisulfid. Endlich wäre noch in Betracht zu ziehen, daß das Wasser ein Verbrennungsprodukt ist, während beide Komponenten des Schwefelwasserstoffs noch brennbar sind, d. h. also noch ihre ganze Verbrennungswärme abzugeben vermögen.

Die Giftigkeit des Schwefelwasserstoffes muß gleichfalls als eine Folge des lebhaften Bewegungszustandes angesehen werden, dafür ist zwar

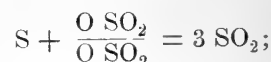
¹⁾ von *Weinberg*, „Kinetische Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen“. Braunschweig, Fr. Vieweg u. Sohn, 1914.

kein strikter Beweis vorhanden, wohl aber eine Reihe von Begründungen. So nimmt zum Beispiel in der Sauerstoffgruppe die Giftigkeit der Wasserstoffverbindungen von der des Schwefels ab zu, entsprechend der zunehmenden Beweglichkeit des Selen- und Telluratoms. Um einige Beispiele aus anderen Gruppen zu greifen, so sehen wir eine enorme Giftigkeit des wenig beständigen Phosphorwasserstoffs, entsprechend der lebhaften Bewegung des Phosphoratoms. Ist dieses aber, wie in der Orthophosphorsäure oder in der Modifikation des roten Phosphors, einigermaßen zur Ruhe gekommen, so schwindet auch die Giftigkeit. Fernerhin ist der Kohlenstoff der Kohlensäure und der Karbonate, dem nur noch eine sehr geringe Bewegungsenergie zukommt, völlig ungiftig, im Kohlenoxyd jedoch, welches bei seiner weiteren Verbrennung zu Kohlendioxyd noch ebensoviel Energie abgibt als Wasserstoff bei seiner Verbrennung zu Wasser, ist das Kohlenstoffatom außerordentlich giftig. Es ließen sich diese Beispiele beliebig mehrten, auch der Geruch ließe sich als eine Folge der Atombewegung beweisen, es würde uns dies jedoch zu weit führen.

Nun könnte aber jemand kommen und alle obigen Schlüsse über den Haufen werfen wollen mit dem Einwand: Ja, wie kommt es denn, daß der Sauerstoff gasförmig und der viel beweglichere Schwefel fest ist? Nun, wir haben es hier nicht mit Sauerstoff und Schwefel als solchen zu tun, sondern mit Atomen. Wieviel Atome sich im festen Schwefel zum Reihen verbunden haben, um ihr bewegtes Wesen einzubüßen, können wir zurzeit noch nicht bestimmen, aber wir wissen, daß im Schwefeldampf eine weit lebhaftere Atom- und Molekularbewegung stattfindet, als im auf gleiche Temperatur erhitzten Sauerstoff. Beweisend sind hierfür die Vergleiche der Dissoziationerscheinungen zwischen Wasser und Schwefelwasserstoff sowie die Abnahme der Dampfdichte des Schwefels mit steigender Temperatur.

2. Wenn die Verbindung eines Atoms des festen Schwefels mit 2 Atomen des gasförmigen Sauerstoffs, das Schwefeldioxyd, gasförmig ist, so sollte man vielleicht erwarten, daß die Aufnahme eines weiteren O-Atoms im Schwefeltrioxyd erst recht zu einem gasförmigen Körper führen müßte. Statt dessen ist aber Schwefeltrioxyd eine feste Substanz. Nun ist die Bildungswärme des Schwefeldioxyds = 71,1 Kal., die des Schwefeltrioxyds aber = 103,2 Kal. Im Schwefeldioxyd ist somit ein Mehrbetrag von Energie, d. h. von Beweglichkeit enthalten, auf letzteres würde vielleicht auch der Geruch schließen lassen. Ein fernerer Beweis der Beweglichkeit des Schwefelatoms im SO_2 ist seine starke Reaktionsfähigkeit, die es als kräftiges Reduktionsmittel erscheinen läßt. Es erscheint nun auffällig, warum denn beim Verbrennen von Schwefel Schwefeldioxyd entsteht und nicht gleich das stabilere Schwefeltrioxyd. Geringe Mengen des letzteren entstehen

allerdings bei der Verbrennung des Schwefels und das ist eigentlich noch merkwürdiger, als wenn gar keines gebildet würde. Man könnte sich vorstellen, daß zunächst Schwefeltrioxyd gebildet wird und daß dieses durch den geschmolzenen Schwefel zum Dioxyd reduziert würde, während gleichzeitig der Schwefel sich zu Schwefeldioxyd oxydiert:



es müßten dann am Schlusse der Reaktion geringe Mengen Schwefeltrioxyd vorhanden bleiben, wie dies ja auch der Fall ist. Diese Annahme entbehrt allerdings jeden Beweises, wenn wir nicht auf die Analogie in der Reduktion der Schwefelsäure zu Schwefeldioxyd durch Erhitzen mit Schwefel verweisen wollen. Unverständlich erscheint es dagegen, daß Schwefeldioxyd beim Erhitzen mit Sauerstoff nicht in Schwefeltrioxyd übergeht, außer wenn eine geeignete Kontaksubstanz vorhanden ist. In der Hitze nimmt nun aber auch die Beweglichkeit des 6wertigen S im Schwefeltrioxyd zu, wie ja doch auch die Moleküle und Atome des Schwefeldampfes bei zunehmender Temperatur das Bestreben zeigen, zu einfacherer Bauart zu zerfallen. Es muß dann Temperaturgrenzen geben, oberhalb deren der vierwertige Schwefel (wie im SO_2) die beständigere Form ist, und so ist denn auch der Schwefel im Schwefeldioxyd in der Hitze weniger beweglich als im Schwefeltrioxyd, daher zeigt das letztere auch Dissoziationerscheinungen in Schwefeldioxyd und Sauerstoff. Wir können also aus diesem Verhalten zugleich folgern: Bei gewöhnlicher Temperatur kommt dem Schwefel im Schwefeldioxyd größere Beweglichkeit zu als im Schwefeltrioxyd, in der Hitze hingegen, wo der 4wertige Schwefel die beständigere Form ist, zeigt sich das umgekehrte Verhalten, weil hier der 6wertige Schwefel in 4wertigen überzugehen bestrebt ist, was ihm vermöge der in Form von Wärme zugeführten Energie ermöglicht wird.

3. Ein ähnlicher Fall, wie zwischen Wasser und Schwefelwasserstoff, wenn auch nicht ganz so kraß, liegt vor bei dem gasförmigen Kohlendioxyd und dem festen Siliziumdioxyd. Die Bildungswärme des Kohlendioxydes liegt bei 96,9 Kal., während die Bildungswärme des Siliziumdioxydes beträchtlich höher ist. Während ersterer Körper durch Elektrizität oder durch Hitze in Kohlenoxyd und Sauerstoff dissozierbar ist, ist dies beim Siliziumdioxyd nicht der Fall. Dies alles zeugt für eine relative Beweglichkeit des C-Atoms im Kohlendioxyd. Immerhin mag es in dieser Verbindung als einem Produkt vollständiger Verbrennung schon ziemlich zur Ruhe gekommen sein, daß aber überhaupt dem atomistischen Kohlenstoff eine viel stärkere Bewegungsenergie zukommt als dem Siliziumatom, das geht aus der Unzahl von Kohlenstoffverbindungen hervor, die das Gebiet der organischen Chemie bilden, und die ferner am Aufbau von

Tier- und Pflanzenkörpern in hohem Maße beteiligt sind. —

Es ließen sich noch eine ganze Reihe von Beispielen anführen und mittels der kinetischen Theorie zur Erklärung bringen, es mögen aber hier obige 3 Fälle genügen. Kurz sei nur noch auf folgendes hingewiesen: durch Hitze, die in gewissen Effekten einer Druckverminderung gleichkommt, somit auch durch die letztere selbst wird den Atomen und Molekülen die Beweglichkeit erleichtert, weil sie nicht durch Überwindung äußerer Widerstände einen Teil ihrer Energie zu opfern brauchen, Beweise hierfür lernten wir schon in den Dissoziationerscheinungen kennen, eine leichtere Beweglichkeit, speziell von Molekülen bei vermindertem Druck, wird durch die leichtere Flüchtigkeit unter diesen Bedingungen dargetan. Auf der anderen Seite wird natürlich durch Temperaturniedrigung und Druckvermehrung die Beweglichkeit vermindert; so nimmt bei Temperaturen tief unter dem Nullpunkt die allgemeine Reaktionsfähigkeit, die doch durch die Beweglichkeit bedingt wird, stark ab. Die Wirkung von hohem Druck läßt sich am besten wieder an den Dissoziationerscheinungen demonstrieren: eine Dissoziation geht nur vor sich, bis ein bestimmter Druck, der durch die bei derselben entstehenden Komponenten erzeugt wird, vorhanden ist. Ferner läßt sich die Flüchtigkeit mancher Körper, die ungeschmolzen verdampfen, durch Druckerhöhung so herabsetzen, daß sie schmelzbar werden und einen Siedepunkt besitzen bei einer Temperatur, bei welcher sie unter normalen Verhältnissen bereits vergast sein würden; durch den erhöhten Druck ist ihre Beweglichkeit so weit vermindert, daß der durch dieselbe erzeugte Gegendruck erst jetzt imstande ist, den äußeren Druck zu überwinden.

Die kinetische Theorie bringt alte Tatsachen in neuem Gewande, was dereinst als Wahlverwandtschaft, als Affinität im frühesten Sinne gedeutet wurde, das Gleichnis von Liebe und Haß der Elemente, ferner die Anziehung zwischen elektrisch entgegengesetzten und die Abstoßung der elektrisch gleichsinnigen Teilchen untereinander, all diese Anschauungen setzen ja schon Beweglichkeit der Elementaratome und Moleküle voraus. Die kinetische Auffassung ist ja auch schon älteren Datums, aber meines Wissens hat noch niemand den Versuch unternommen, scheinbare Widersprüche chemisch-physikalischer Natur, wie die oben behandelten, mit ihrer Unterstützung aufzuklären. Die Lektüre von Weinbergs lieferte hierzu die äußere Anregung.

Besprechungen.

Roosevelt, Theodore, Aus meinem Leben. Leipzig, F. A. Brockhaus, 1914. VIII, 500 S. Preis geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

In der Person Theodore Roosevelts besaßen die Vereinigten Staaten Nordamerikas einen Präsi-

ten, der den Naturwissenschaften, insbesondere der Zoologie, ein weitgehendes Interesse entgegenbrachte und sie nach Kräften zu fördern suchte. Wer unter den früheren Publikationen Roosevelts die Schilderung seiner Jagdfahrten in Ostafrika (Afrikanische Wanderungen eines Naturforschers und Jägers. Parey, Berlin, 1910) gelesen hat, weiß z. B., mit welcher Energie und Freudigkeit diese männlich starke, von Idealen getragene Persönlichkeit die Mühen weiter Steppenwanderungen auf sich genommen hat, um im Genuß eines freien, an Gefahren reichen Lebens gleichzeitig den amerikanischen Museen ein wertvolles Material an Bälgen der verschiedensten Tierarten zuzuführen.

Aus Roosevelts Autobiographie erfahren wir nun, wie er seine „Laufbahn als Zoologe“ schon in früher Jugend begann, indem er zunächst an einem auf dem Markt ausgestellten toten Seehund Messungen und Beobachtungen anstellte und seine Notizen zu einer Naturgeschichte dieses Tieres vereinigte, sowie, daß er mit zwei Vettern zusammen eine, aus einer Anhäufung aller möglichen, dem Knaben wertvoll erscheinenden Kuriositäten bestehende Art von Museum begründete. Bald folgte die Erlernung der Kunst des Ausstopfens und eine rationellere Sammeltätigkeit, zu der der Besitz einer Flinte und verschiedener Bücher über Säugetiere und Vögel anregten. Die Kenntnisse, die Roosevelt sich auf diese Weise aneignete, und die namentlich das amerikanische Vogelleben betrafen, bildeten für ihn eine gute Grundlage, als er 14-jährig auf einer Reise nach Ägypten kam. An der Hand eines in Kairo erhaltenen englischen Buches verstand der Knabe, sich in die Ornithologie dieses Landes leicht einzuarbeiten und die damals von ihm gesammelten Vogelbälge gingen einige Jahre darauf in den Besitz amerikanischer Museen über. Seinen naturwissenschaftlichen Interessen blieb auch der spätere Schüler des Harvard-College treu, der ernstlich daran dachte, die Gelehrtenlaufbahn eines Zoologen einzuschlagen, doch gelangte diese Absicht nicht zur Ausführung, weil die Arbeit mit dem Mikroskop und überhaupt die Laboratoriumstätigkeit, wie sie Voraussetzung für ein tieferes Eindringen in die Biologie gewesen sein würde, den Neigungen des Studenten nicht entsprach.

Aber die Freude an der Natur geht doch durch die späteren Lebensjahre Roosevelts unvermindert hindurch. Den Blumen, den Vögeln und ebenso dem wehrhaften Großwild widmet er manch warmes und begeistertes Wort. Im engsten Zusammenhange mit diesem Empfinden stehen seine wertvollen, auf die Erhaltung von Naturschönheiten und den Schutz der Tierwelt in den Vereinigten Staaten gerichteten Bestrebungen.

Waren auch vorher bereits Reservate wie z. B. der Yellowstone-Nationalpark geschaffen worden, wo Naturerscheinungen, Wald und Wild vor rücksichtsloser Ausbeutung bewahrt wurden, waren das Yosemite-Tal und die Baumriesen Californiens unter Schutz gestellt, so veranlaßte doch Roosevelt während der 7½ Jahre seiner Präsidentschaft weitere wichtige Maßnahmen zur Konservierung solcher nationalen Reichtümer. Nicht weniger als fünf Nationalparks wurden neu geschaffen, so der Kratersee in Oregon, Wind Cave in Süddakota, Platt in Oklahoma, Sully Hill in Norddakota und Mesa Verde in Colorado; dazu vier Asyle für Großwild in Oklahoma, Arizona, Montana und Washington.

Außerdem wurden 51 Vogelschutzgebiete gegründet

von Porto Rico bis Hawaii und Alaska. Unter diesen Reservaten befinden sich u. a. der Krähenforst auf der Pelikaninsel im Indian River, Florida; dann ein Gebiet an der Mosquitobucht in Florida, wo der Lamantin (*Manatus*) seine nördlichste Heimstätte findet; ferner weite Sumpfstrecken am Klamath und Malheursee in Oregon, reich an wilden Enten, Gänsen und Schwänen, die hier früher in erbarmungsloser Weise für den Verkauf, z. T. nur der im Putzhandel gesuchten Federn wegen, in Mengen getötet wurden; weiter Tortugas Key in Florida, wo günstige Verhältnisse für Untersuchungen über Vogelwanderungen bestehen und endlich die großen Vogelkolonien auf Laysan und anderen Inseln der Hawaiigruppe. Zu diesen Einrichtungen gesellen sich noch Bestimmungen, die den Export von Jagdtrophäen regeln, sowie Jagdgesetze zur Schonung bestimmter Tierarten usw.

Ein besonderes Interesse widmete *Roosevelt* auch der Erhaltung des Bison, von dem einzelne Herden in bestimmten Schongebieten untergebracht wurden.

In der gegenwärtigen Zeit, in der man überall bemüht ist, charakteristische Landschaften mit ihrer Pflanzen- und Tierwelt, die einem allmählichen Untergange entgegenzugehen drohen, kommenden Generationen zu erhalten, wird man außer den vielen sonstigen Verdiensten *Roosevelts* in besonderem Maße auch seinen Leistungen auf dem Gebiete des Naturschutzes verständnisvolle Würdigung zuteil werden lassen.

A. Borgert, Bonn.

Pirani, Marcello v., Graphische Darstellung in Wissenschaft und Technik. Leipzig, G. J. Göschen, 1914. Preis M. 0,90.

Es ist ein erfreuliches Zeichen für die starke Wertschätzung der graphischen Methode, daß seit einigen Jahren nicht nur in Originalabhandlungen und in Lehrbüchern bestimmter Wissensgebiete ausgiebig mit ihr operiert wird, sondern auch zusammenfassende Darstellungen über sie selbst veröffentlicht werden. So, um nur zwei zu nennen, das Büchlein von *Auerbach* „Die graphische Darstellung“ in der Teubnerschen Sammlung „Aus Natur und Geisteswelt“, und das hier in Rede stehende Büchlein von *Pirani*. Übrigens werden sich die beiden Publikationen kaum Konkurrenz machen, da sie ganz verschiedenen Charakters sind und ganz verschiedene Zwecke verfolgen. Das vorliegende ist nicht, wie das von *Auerbach*, für die weitesten Kreise bestimmt, es ist demgemäß auch nicht, wie jenes, einerseits möglichst voraussetzungslos gehalten, andererseits bestrebt, aus allen Gebieten der Wissenschaft und des täglichen Lebens Beispiele heranzuziehen; es ist, von der — mit der *Auerbachs*chen vielfach übereinstimmenden — Einleitung abgesehen, eigentlich eine für Fachleute oder solche, die es werden wollen, bestimmte Anleitung zur Darstellung von Größen in ihrer Beziehung zur Lehre von den Rechentafeln, insbesondere zur Methode der fluchtrechten Punkte. Da diese, namentlich von *Mehmcke* ausgebildete Methode vielfach noch recht unbekannt ist, aber durchaus verdient, bekannt zu werden, wird das Büchlein zweifellos guten Nutzen stiften.

Felix Auerbach, Jena.

Kleine Mitteilungen.

Über die Schlafdauer und Schlafftiefe der Tiere ist relativ wenig bekannt, was zum Teil daran liegt, daß

es an geeigneten Methoden zur Untersuchung des Wechsels von Wach- und Schlafzustand fehlt. Durch einige sinnreiche Vorrichtungen, über deren Prinzip das Original zu vergleichen ist, hat *Szymanski* (*Pflügers Archiv* Bd. 158, 1914, S. 343—385) eine Registrierung der Ruhe- (Schlaf-) und Aktivitäts- (Wach-) Perioden einer Reihe von Tieren erreicht. Aus seiner ersten Veröffentlichung ist zu entnehmen, daß beim Kanarienvogel die Wach- und Schlafkurve weitgehende Übereinstimmungen mit der des Menschen zeigt, d. h. daß im Laufe eines Tages eine Wachperiode am Tage sicher festzustellen ist, und daß nach hoher Aktivität in den Morgenstunden ein Absinken im Nachmittag erfolgt, an das sich mit großer Konstanz vor dem Eintritt der tiefen Nachtruhe wieder eine Steigerung der Aktivität anschließt. Ebenso hat der Goldfisch seine Aktivitätsperiode am Tage und am Abend, seine Ruheperiode in der Nacht. Ganz anders als bei diesen Tieren, bei denen das Auge eine dominierende Rolle spielt, verlaufen die Wach- und Schlafperioden bei der Maus. Bei der weißen Maus fanden sich im Laufe von 24 Stunden durchschnittlich 16 Ruhe- (Schlaf-) und 16 Aktivitäts- (Wach-) Perioden, die je im Durchschnitt 45 Minuten dauerten. In derselben Zeit erlebt die graue Maus gar 19 Schlaf- und 19 Wachperioden von ungefähr je 38 Minuten Dauer. Bei der Küchenschabe endlich herrschte während des größten Teils des Tages völlige Ruhe (tiefer Schlaf), nur in die Abendstunden fällt eine Wachperiode, deren Höhe in der Zeit von 7 Uhr bis 10 Uhr 30 Minuten abends erreicht wird. P.

Photoaktivität des Blutes. Die Beobachtung, daß Kaninchenblut in 16—30 Stunden auf einer empfindlichen photographischen Platte bei einigen Millimetern Entfernung das Bild einer vorgelegten Schablone erzeugt, erfordert weitere Versuche, um zu entscheiden, ob es sich hierbei um die Wirkung von Strahlen handelt, die das Blut aussendet, oder ob ein Gas, vom Blut abgegeben, die Platte affiziert. (*Schlaepfer, Zeitschr. f. Biologie* Bd. 63, 1914, p. 521—530.) Da schon die Zwischenschaltung einer sehr dünnen Aluminiumfolie den Effekt aufhob, kann es sich nicht um α -, β - oder γ -Strahlen handeln. Durch eine Lage Mattpapier wurde das Bild geschwächt, aber seine Entstehung nicht verhindert. Da bei starker Beleuchtung erst nach Expositionszeiten von mehr als 7 Stunden eine Spur von Lichtwirkung durch das verwendete Mattpapier hindurch merklich wurde, so konnte es sich bei dem Effekt des Blutes auch nicht um Lichtwirkung handeln, denn das Blut könnte nur ganz minimale Lichtintensitäten aussenden, die durch das Mattpapier hindurch keinerlei Effekt ausüben würden. Ein Gas dagegen könnte das Papier leicht durchdringen. In der Tat ließ sich nachweisen, daß das Blut *Wasserstoffsuperoxyd* abgibt, wie durch die Bläuung nachgewiesen wurde, die ein Filtrierpapier erfährt, das mit einer Lösung von Jodkalium-Stärkekleister und Ferrosulfat getränkt ist und in einem Abstände von 4 mm über dem Blut liegt. Wasserstoffsuperoxyd ist imstande, die photographische Platte anzugreifen. An dem Effekt sind nur die roten Blutkörperchen, nicht das Serum beteiligt. Es handelt sich also nicht um eine „Photoaktivität“, sondern um die Abgabe eines Gases, dessen Auftreten im Blut bisher unbekannt war und theoretisch von Interesse ist. P.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 37.

11. September 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Vogel und Flugzeug. Von *Prof. Dr. A. Pütter*,
Bonn. S. 861.

Erdinnern. Von *Prof. Dr. E. Rudolph* und
Dr. S. Szirtes, Straßburg i. E. S. 865.

Besprechungen. S. 871.

Beitrag zur Erklärung der Beschaffenheit des

Kleine Mitteilungen. S. 875.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Juni 1914 erschien:

Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel

Von

Dr. J. König

Dr.-Ing. h. c., Geh. Reg.-Rat, o. Prof. an der Kgl. Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Dritter Band: Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und
Gebrauchsgegenständen.

2. Teil: Die tierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel

Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 260 in den Text gedruckten Abbildungen — In Leinwand gebunden Preis M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitesse angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vollständig liegt vor:

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Im Jahre 1912 erschien:

Erster Band:

**Die für den Maschinenbau
wichtigsten Lehren nebst
technischen Anwendungen**

Mit 223 Textfiguren und 7 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12,80

Soeben erschien:

Zweiter Band:

**Höhere Thermodynamik
mit Einschluß der chemischen Zu-
standsänderungen, nebst ausge-
wählten Abschnitten aus dem Ge-
samtgebiet der technischen
Anwendungen**

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Vogel und Flugzeug.

(Ein Vergleich.)

Von Prof. Dr. A. Pütter, Bonn.

Wenn die junge Kunst des dynamischen Menschenfluges mit der alten Virtuosität der Flugtiere, speziell der Vögel, verglichen wurde, so fiel dieser Vergleich stets zuungunsten der Kunstflieger aus.

Erhard¹⁾, der kürzlich dies Problem kurz berührt hat, meint, daß nach seinen ungefähren Berechnungen, deren Weg er allerdings nicht mitteilt, „unsere menschlichen Flugzeuge zurzeit noch mehr als hundertmal so ungünstig im Gesamteffekt gestellt sind, als die Vögel im Durchschnitt“, und gibt mit diesem Satze einer weit verbreiteten Ansicht Ausdruck.

Die Vergleichung so verschiedener Dinge wie der Leistungen eines Vogels und einer Flugmaschine ist nicht ohne weiteres durchführbar, vielmehr muß man sich erst einmal darüber einigen, was man als „gleiche“ Leistung bei beiden betrachten will, denn sonst hat irgend eine Aussage über Gleichheit oder Ungleichheit gar keinen Sinn. In dieser Bestimmung über die Gleichheit oder besser über die „Ähnlichkeit“ liegt das wissenschaftliche Problem, das die Beantwortung der Frage enthält: inwieweit sind die Vögel den Flugmaschinen in ihren Leistungen überlegen?

In einem Punkt werden wir von vornherein auf eine wirkliche Vergleichung verzichten müssen: in bezug auf den *Sicherheitskoeffizienten* der ganzen Konstruktion. Wir wissen nichts darüber, daß je ein Vogel dadurch verunglückte, daß seine Motoren, seine Muskeln, versagten und dann sein Gleitflug zum Absturz wurde, wir wissen auch nichts von Flügelbruch in der Luft, wie er bei unsern Flugmaschinen noch vorkommt. In dieser Hinsicht muß die Überlegenheit der Vögel restlos anerkannt werden, sie läßt sich aber nicht zahlenmäßig belegen oder ausdrücken.

In einer ganzen Reihe anderer wichtiger Punkte ist aber eine rationelle Vergleichung sehr wohl durchführbar und fällt keineswegs stets zuungunsten der Flugmaschinen aus.

Wir wollen mit der Vergleichung der Leistungen des Motors beginnen.

Über die Leistungsfähigkeit des Vogelmuskels liegen experimentelle Bestimmungen vor, die ergeben, daß er bei der Taube im Maximum etwa 6 kgm/sec. pro 1 kg Gewicht zu leisten vermag²⁾.

Danach ist das Gewicht für eine Pferdestärke 12,5 kg. Dieses Gewicht muß verglichen werden mit dem eines Flugzeugmotors einschließlich des Getriebes, des Öl- und Benzinvorrates für einige (ca. 4) Stunden sowie des Kühlwassers. Diese Gewichte betragen für einen 100-PS-Motor etwa 1,5 kg pro PS, und da das Motorgewicht pro Pferdestärke mit Getriebe kaum mehr als 2 kg überschreitet, so bleibt das Gewicht pro PS, das mit dem Flugzeugmuskel verglichen werden soll, unter 4 kg, und ist damit nur 1 : 3 bis 1 : 3,5 des Gewichtes der Muskelmasse, die bei der Taube eine PS leistet. Unsere Flugzeugmotoren sind mehr als dreimal so leistungsfähig pro Gewichtseinheit, als der Taubenmuskel.

Aber diese Vergleichung haftet noch zu sehr an der Oberfläche. Der Sinn der Frage, ob ein Flugzeug oder eine Taube leistungsfähiger ist, ist doch eigentlich der: wie würden die Leistungen dieser beiden Arten von Flugmaschinen sich gestalten, wenn sie *gleich schwer* wären, wenn sie auf gleiche Größe gebracht würden?

Innerhalb weiter Gewichtsgrenzen können wir für unsere Flugmotoren das Gewicht pro 1 PS als konstant ansehen, wir können Motoren von 10 oder von 100 PS bauen, die pro PS etwa 3—4 kg wiegen, das aber ist bei Flugtieren nicht möglich. Infolge der *physiologischen Eigenart der Muskelmaschine* ist ihre Leistungsfähigkeit pro Gewichtseinheit um so größer, je *kleiner* der Vogel ist, und zwar sinkt die Leistungsfähigkeit proportional der zunehmenden Lineardimension der Vögel, oder — was dasselbe ist — proportional der dritten Wurzel aus ihrem Gewicht¹⁾.

Wollen wir also die Leistung der Muskelmaschine und des Benzinmotors vergleichen, so müssen wir fragen: wie viel würde die Muskelmasse, die eine PS zu leisten vermag, bei einem Vogel wiegen, der das Gewicht einer Flugmaschine hätte?

Nehmen wir als Beispiel der Flugmaschine die „Roland“ Stahltaube, Militärtyp 1914²⁾, die mit Führer, Passagier und Betriebsmitteln für 4 Stunden rund 900 kg wiegt, so übertrifft diese die Taube von 350 g Gewicht um das 2570fache an Gewicht, d. h. in der Lineardimension um das 13,7fache ($\sqrt[3]{2570} = 13,7$), und bei einem Vogel von dieser Größe würden erst $12,5 \cdot 13,7 = 171$ kg Muskulatur eine PS leisten können, d. h. der Motor würde dem Vogelmuskel nicht um das 3 bis 3,5 fache, sondern etwa um das 50 fache über-

¹⁾ Naturwissenschaften 2, 1914, p. 363.

²⁾ Siehe *Gildemeister*, Pflüg. Arch. f. d. ges. Physiol. Bd. 135 (1910), p. 366—384.

¹⁾ Naturwissenschaften 1914, p. 702.

²⁾ Deutsche Luftfahrer-Zeitung 1914, Heft 6, p. 123 ff.

legen sein. In bezug auf den Motor sind Vögel und Flugzeuge eigentlich nicht vergleichbar und wenn man die Vergleichen doch durchführt, fällt sie jedenfalls ganz zuungunsten der Vögel aus.

Damit wird eine *strenge* Vergleichung von Vogel und Flugzeug unmöglich und man darf ihr nur noch etwa folgende Form geben: wenn ein Vogel zu der Größe eines Flugzeuges vergrößert würde und dabei Muskeln von solcher Leistungsfähigkeit hätte, daß ihm ein dynamischer Flug noch möglich wäre, würde dann der Vogel oder das Flugzeug die günstigeren Bedingungen bieten?

Wir wollen einige Zahlen darüber geben, wie eine vergrößerte Taube, ein „Makrovogel“ aussehen würde, der in allen Lineardimensionen 13,7 mal, im Gewicht 2570 mal die Taube übertrifft.

Wenn die Vergrößerung *nach den Regeln der Ähnlichkeitslehre* erfolgt, so muß die Schwebegeschwindigkeit oder „natürliche Geschwindigkeit“ im Verhältnis der Wurzel aus der Lineardimension \sqrt{l} wachsen, also im Verhältnis $\sqrt{13,7} = 3,7$. Die Schwebegeschwindigkeit der Taube beträgt 8,7 m/sec., der Makrovogel müßte dementsprechend bei 8,7 · 3,7 = 32,2 m/sec. schweben.

Bei 8,7 m/sec. leistet die Taube 0,0574 mkg/sec. oder $\frac{1}{1300}$ PS (0,000 767 PS). Dieser Wert, der die Grundlage für die Ähnlichkeitsbetrachtung darstellt, ist gewonnen durch die Vereinigung muskelphyiologischer mit aerodynamischen Beobachtungen; er ist abgeleitet aus der Tatsache, daß die Grenze der Leistungsfähigkeit des Taubenmuskels für stundenlange Beanspruchung erreicht ist, wenn die Leistung 0,7 mkg/sec. ($\frac{1}{107}$ PS.)¹⁾ beträgt, wobei eine Flugeschwindigkeit von 20 m/sec. erzielt wird. Bei der Schwebegeschwindigkeit von 8,7 m/sec. ist dann die Leistung im Verhältnis

$$\left(\frac{20}{8,7}\right)^3 = 2,3^3 = 12,17$$

verringert, d. h. sie beträgt 0,0574 mkg/sec.

Die Leistung des Makrovogels würde sich demnach in folgender Weise berechnen: Die 3,7 mal größere Geschwindigkeit erfordert eine $3,7^3 = 50,8$ mal größere Leistung. Da das Gewicht des Makrovogels $13,7^3 = 2570$ mal so groß ist, wie das der Taube, so muß auch die Leistung in diesem Verhältnis steigen, und wir erhalten als Leistung des Makrovogels bei 32,2 m/sec. Geschwindigkeit: 0,000767 · 50,8 · 2570 = **100,14 PS**.

Vergleichen wir hiermit die Daten für die Flugzeuge des Prinz-Heinrich-Fluges 1914²⁾, so ergibt sich, daß ihre natürliche Geschwindigkeit zwischen 100 und 120 km pro Stunde, d. h. zwischen 27,8 und 33,4 m/sec. liegt, also im Mittel gerade so groß ist, wie die des Makrovogels

(32,2 m/sec.) sein würde. Diese Leistung wurde mit **100 PS Mercedesmotoren** erreicht, d. h. sie erforderte gerade solchen Energieaufwand, wie der vergrößert gedachte Vogel ihn leisten müßte, um zu fliegen!

Unsere Flugzeuge von 1914 sind in dieser Hinsicht, d. h. in bezug auf natürliche Geschwindigkeit und Energieverbrauch den Vögeln „ähnlich“, gleichwertig.

Die Frage, wie groß die größte mögliche Flugstrecke und Flugdauer für den Makrovogel sein würde, kann man in folgender Weise beantworten: Der Nutzeffekt der Muskelmaschine beträgt 33 %, wenn also 100 PS oder 7500 mkg/sec. geleistet werden sollen, die 17,6 Cal. äquivalent sind, so müssen im Stoffwechsel Stoffe im Brennwert von $3 \cdot 17,6 = 52,8$ Cal. verbrannt werden. Dazu kommt noch der Grundumsatz mit 0,2 Cal. pro Sekunde, so daß im ganzen 53 Cal. gewonnen werden müssen. Dazu müßten 5,9 g Fett pro Sekunde verbrannt werden. Da außerdem auch Wasser abgegeben wird, so würde der gesamte Gewichtsverlust pro Sekunde keinesfalls weniger als 7 g betragen können. Es würde also 1 % des Gesamtgewichts des Makrovogels in 1282 Sekunden verbraucht werden und in dieser Zeit würden bei einer Geschwindigkeit von 32,2 m/sec. 41,4 km zurückgelegt. Wäre der Makrovogel instande so lange zu fliegen, bis 24 % seines Gewichtes verarbeitet sind, wie es die kleine Taube kann¹⁾, so würde er etwa 8,5 Stunden lang fliegen, und in dieser Zeit 980 Kilometer zurücklegen.

Das ist weniger, als unsere Flugzeuge schon heute ohne Hilfe des Windes in einem ununterbrochenen Fluge fliegen können.

Der Dauerrekord unserer Flugmaschinen steht auf 24 Stunden 14 Minuten, und da die Eigengeschwindigkeit bei diesem Fluge kaum geringer als 75 km war, dürfte die durchflogene Strecke 1800 km betragen haben.

In bezug auf die maximale Flugstrecke, die ohne Zwischenlandung durchflogen werden kann, und in bezug auf die Dauer ununterbrochener Flüge, sind die Flugzeuge schon heute den Vögeln überlegen.

In einem wichtigen Punkte würde sich aber der Makrovogel von dem Flugzeug unterscheiden: in bezug auf die *Tragfähigkeit der Flügel*. Die Flügel des vergrößerten Vogels würden 17,7 m² Fläche haben, d. h. seine „Flächenbelastung“ würde 51 kg betragen, was bei 32,2 m/sec. Schwebegeschwindigkeit einer Tragfähigkeit von 50 g pro m² bei 1 m/sec. Geschwindigkeit entsprechen würde.

Das Flugzeug dagegen hat 32 m² Tragflächen, also nur 30,6 kg Flächenbelastung, d. h. 1 m² dieser Tragflächen trägt bei 1 m/sec. Geschwindigkeit nur etwa 30 g.

Die Tragfähigkeit der Tragflächen der Flugmaschine beträgt also nur 60 % von derjenigen des Vogelflügels. Wären die Tragflächen vollkommen

¹⁾ Siehe Naturwissenschaften 1914, p. 702.

²⁾ S. Deutsche Luftfahrer-Zeitschrift 1914, Nr. 11, p. 246.

¹⁾ Naturwissenschaften 1914, p. 726.

eben (Aeroplanflächen), so würden sie sogar nur 19 g tragen, während die Wölbung, die ihnen die heutige Konstruktion gibt, die Tragfähigkeit auf 30 g erhöht und theoretisch für eine in günstigster Weise gewölbte Fläche (pterygoides Aerophyll) eine Tragfähigkeit von etwa 56 g (bei einem Aspektverhältnis von 6) erreichbar sein würde (nach *Lanchester*).

Und noch in einem weiteren Punkte sind die kleinen Vögel den großen Flugzeugen weit überlegen: Die Vögel können ihre Leistung momentan ganz bedeutend über das Normalmaß hinaus steigern und sie können ihre Normalgeschwindigkeit in weiten Grenzen dadurch variieren, daß sie die Größe der Flügelfläche verändern. Die Schwebegeschwindigkeit der Taube beträgt 8,7 m/sec., aber sie kann lange Flüge mit 20 m/sec. ausführen. Während sie im ersteren Falle 0,164 mkg/sec. pro Kilogramm Körpergewicht braucht, erfordert der Flug mit 20 m/sec. 2,0 mkg/sec. pro Kilogramm Körpergewicht, das ist eine 12,17 mal so hohe Leistung.

Solche Variation der Leistung ist unseren Flugzeugen unmöglich, aber hierin kommt nicht so sehr eine Unterlegenheit der Kunstflieger gegenüber den Naturfliegern zum Ausdruck, als vielmehr ein Unterschied zwischen großen und kleinen Fliegern.

Da, wie schon erwähnt, die Muskeln kleiner Vögel pro Masseneinheit eine viel größere Leistung zu vollbringen vermögen, als diejenigen großer, so verfügen die kleinen Vögel über einen Überschuß von Leistungsfähigkeit, der schon bei den größten Vögeln, bei der Trappe z. B. und beim Schwan, sehr gering wird. Diese können die Leistung, die ihnen gerade das Schweben gestattet, für längere Zeit nur noch sehr wenig steigern, wohl kaum noch um 10—20 %, und solcher Steigerung sind auch unsere Motoren auf kurze Zeit einmal fähig¹⁾. Auf kurze Zeit freilich bringen die Vögel noch höhere Steigerungen zustande und sind damit den Flugmaschinen überlegen.

Welche Lasten Vögel im Fluge zu tragen vermögen, darüber liegen nur wenige sichere Daten vor. So ergab sich z. B. für die Taube, daß eine Belastung von 75 g, d. h. von $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ des Eigengewichts bei kürzeren Flügen ertragen wurde, ohne merkliche Beeinträchtigung der Flugeschwindigkeit²⁾.

Die Vergleichung der Nutzlast unserer Flugzeuge mit dieser Belastung der Brieftaube ist nicht ganz exakt. Rechnen wir das Gewicht einer „Roland“ Stahltaube 1914 einschließlich Benzin, Öl und Wasser für eine Stunde und des Führers zu 740 kg, so beträgt die noch disponible Nutzlast etwa 240 kg oder etwas weniger als $\frac{1}{3}$ des Gesamtgewichts, also ebensoviel, wie die Taube zu tragen vermag.

Die Vögel vermögen durchaus nicht bei jeder Wetterlage zu fliegen, wenigstens vermögen sie

bei Sturm nicht gegen diesen anzukämpfen, können also keinen bestimmten Kurs halten. In dieser Hinsicht sind ihnen die Flugzeuge dadurch überlegen, daß sie eine *absolut* höhere Fluggeschwindigkeit haben. Es hat bei dieser Eigenschaft keinen unmittelbaren Sinn für die Flugmaschinen eine ihrer Größe in irgend einer Weise entsprechende höhere Geschwindigkeit zu postulieren, vielmehr sind für die Unabhängigkeit von der Wetterlage die absoluten Geschwindigkeiten, verglichen mit den absoluten Windgeschwindigkeiten maßgebend. Da die höchste Geschwindigkeit, die die Taube auf längere Zeit durch eigene Kraft (ohne Treib- oder Gegenwind) aufbringen kann, etwa 20 m/sec. beträgt, so sind die schnellsten Flugzeuge, deren Rekorde auf über 160 km pro Stunde, d. h. 44,5 m/sec. stehen, der Taube hierin weit überlegen.

Gefährlich ist bei Wind nicht nur die große absolute Geschwindigkeit der Luftströmung, sondern vielmehr sind es ihre *Schwankungen*, die nach Häufigkeit und Größe mit der zunehmenden Geschwindigkeit wachsen. Wenn die Beschleunigung des Windes innerhalb einer Windschwankung relativ zu der Luft, in der das Flugzeug oder der Vogel gleitet, 0,73 der Normalgeschwindigkeit des Flugzeugs erreicht, so wird dieser instabil¹⁾. Diese Gefährdung der Stabilität tritt bei einem Vogel, dessen Geschwindigkeit 20 m/sec. beträgt, natürlich leichter, bei einer größeren Anzahl von Wetterlagen, ein, als bei einem Flieger, dessen Geschwindigkeit 32 oder gar 44 bis 45 m/sec. beträgt.

Trifft ein Windstoß, der die Stabilität gefährdet, einen Vogel, so reagiert er sehr rasch mit einer zweckentsprechenden Bewegung der Flügel und eventuell auch des Schwanzes, die die stabile Lage wiederherzustellen geeignet ist. Diese Stabilisierungsbewegung ist außerordentlich rasch, und zwar aus zwei Gründen. Einmal haben die Vogelmuskeln die Fähigkeit, viel raschere Bewegungen auszuführen, als die der Säugetiere, speziell als die des Menschen, und zum anderen erfolgen die Balancierbewegungen der Vögel ohne Beteiligung des Großhirns, sie erfolgen *reflektorisch*. Das hat wiederum den Vorteil, daß sie sehr rasch ausgeführt werden können, während der Umweg durch das Großhirn stets eine Verzögerung bedingt, die um so größer ist, je weniger gut die Bewegung eingelernt ist.

Die Vögel können pro Sekunde mit ihren raschen Muskeln etwa 70 einzelne Bewegungen ausführen, während der Mensch es nur auf etwa 12 pro Sekunde bringt, d. h. die Vögel sind in bezug auf die Bewegungsmöglichkeiten etwa sechsmal besser gestellt als der Mensch.

Das scheint ein unüberwindlicher *physiologischer* Nachteil bei der Steuerung eines Flugzeugs, in dem sich der Mensch den Vögeln gegenüber befindet, aber auch hier muß die Vergleichung etwas anders durchgeführt werden.

¹⁾ S. Naturwissenschaften 1914, p. 704.

²⁾ *Julius Neubronner*, Die Photographie mit Brieftauben. IIa Denkschrift Bd. I, p. 77—96. Berlin, J. Springer, 1910.

¹⁾ *Lanchester*, Aerodynamik.

Wenn ein Flugzeug irgend eine Bewegung macht — z. B. eine Kippbewegung —, die die Stabilität gefährden könnte, so dauert es bei einem großen Flugzeug, das einem kleinen ähnlich ist, länger, bis die Abweichung von der Normallage eine bestimmte Größe erreicht hat, und zwar ist die Zeit, die vergeht, bis die gleiche Abweichung erreicht ist, proportional der Wurzel aus der Lineardimension (\sqrt{L}) oder der sechsten Wurzel aus dem Gewicht ($\sqrt[6]{G}$). Soll eine Steuerbewegung gemacht werden, so steht für sie bei dem größeren Flugzeug eine längere Zeit zur Verfügung, wenn eine gleich sichere Steuerung erzielt werden soll. Diese Zeit ist gleichfalls proportional der Wurzel aus der Lineardimension, also in unserem Falle proportional $\sqrt{13,7} = 3,7$. Würde die Zahl der möglichen Bewegungen pro Sekunde für den Menschen $70 : 3,7 = 18,9$ sein (statt 12), so würde er sein großes Flugzeug ebenso gut steuern lernen können, wie der Vogel sein kleines, wenn er gar keine Zeit mit Nachdenken mehr verlieren würde, was allerdings kaum zu erreichen ist.

Vorläufig sind die Vögel den Menschen in bezug auf die mögliche Geschwindigkeit der Ausführung von Steuerbewegung noch überlegen, und zwar mindestens in dem Verhältnis $6 : 3,7 = 1,62$.

Erst wenn die Lineardimensionen unserer Flugzeuge, die der gegenwärtigen (mittleren Modelle) um das $1,62^2 = 2,60$ -fache übertreffen werden, d. h. wenn sie Gewichte von etwa 16 000 kg erreichen, würde der Mensch im Vergleich zur Größe seines Flugapparats ebenso schnell zur Regulierung von Kippbewegungen bei der Hand sein, wie eine Taube es ist. Solche Riesenflugzeuge würden die schwersten zurzeit fliegenden Maschinen, die etwa 3200 kg wiegen, noch um das 5-fache an Gewicht überbieten.

Durch die Einführung automatischer Stabilisatoren, wie sie jetzt konstruiert werden, würde freilich die Sicherung der stabilen Lage in der Luft schon bei Flugzeugen von kleineren Dimensionen möglich sein.

Ist bei der Steuerung eines Flugzeuges in der Luft der Mensch um so günstiger daran, je größer das Flugzeug ist, so erwachsen wieder besondere Schwierigkeiten bei der Landung. Die größeren Flugzeuge müßten ja nach den Ähnlichkeitsbedingungen auch eine größere Fluggeschwindigkeit haben; und mit dieser nimmt die Gefahr der Landung zu. In dieser Hinsicht verleiht den Vögeln wieder ihre Fähigkeit, durch Vergrößerung der tragenden Flächen mit geringer Geschwindigkeit zu landen, eine bedeutende Überlegenheit, doch besteht kein Grund, daran zu zweifeln, daß sich Wege finden werden, um diese Unterlegenheit der Flugzeuge zu beseitigen.

Die Unterschiede zwischen Vogel und Flugzeug bei der Landung führen auf die Erörterung der Frage, wie sich diese beiden Fliegertypen beim Abflug verhalten. Bei ähnlichen Flugzeugen sollen sich die Anlaufstrecken wie die Lineardimensionen

verhalten. Hat also ein Flugzeug einen Anlauf von 50 m nötig, bis es sich vom Boden hebt, so müßte der Anlauf bei der Taube, wenn sie von ebener Fläche abfliegt, $50 : 13,7 = 3,65$ m betragen. Tatsächlich ist er bei der Taube wesentlich kürzer, doch lassen sich keine genauen Zahlenangaben machen.

Unsere Flugzeuge dürften in dieser Hinsicht etwa dem Kondor ähnlich oder ihm etwas überlegen sein, von dem berichtet wird, daß er von ebener Fläche erst nach einem längeren Anlauf aufzufliegen vermag. Träfe die Ähnlichkeit genau zu, so müßte der Kondor etwa 16 m Anlauf brauchen, da er in der Lineardimension ein Drittel der Größe des Flugzeuges mißt.

Der Kondor ist der einzige Vogel, der bis zu 7—8000 m Höhe in die Atmosphäre vordringt, so hoch, wie die höchsten Kunstflüge unsere Flugzeuge geführt haben. Es besteht aber ein großer Unterschied zwischen einem Kondor und einer Flugmaschine in 8000 m Höhe: *Kein Vogel* kann ausschließlich mit Hilfe seiner Muskeln diese Höhen erreichen, in die der Motor die Flugmaschine führt, schon in einer Höhe von 7000 m ist es selbst für den Kondor unmöglich auch nur auf Minuten sich in ruhender Luft zu erhalten, geschweige denn noch Höhe zu gewinnen, da die Sauerstoffversorgung versagt¹⁾; ausschließlich die Ausnutzung der Energie des Windes führt einzelne Schwebeflieger in solche Höhen, während Dauerflüge mit eigener Muskelkraft aus keinen größeren Höhen, als 4500—5500 m bezeugt sind. (Durch *Sven Hedins* Beobachtungen des Zuges der Wildgänse in Hochtibet, wo z. B. am Abend nach Überschreiten eines Gebirgszuges, dessen Paßhöhe 5501 m betrug, eine Schar Gänse, die mindestens diese Höhe auf ihrem Fluge erreicht haben mußte, das Lager in geringer Höhe überflog²⁾).

Es würde zu weit führen, die Andeutungen über die Art und Weise, wie man Vögel und Flugzeuge vergleichen kann, auf alle Einzeleigenschaften auszudehnen, die sich mit der Lineardimension ändern. Man darf auch die Vergleichen nicht zu weit durchführen und muß sich immer darüber klar sein, daß sie doch nur einen bedingten Wert haben können, da eben streng genommen nur Organismen untereinander und Flugzeuge untereinander verglichen werden können.

Fassen wir kurz zusammen, so können wir sagen:

Überlegen sind die Vögel den Flugzeugen in der bei weitem größeren Sicherheit der Konstruktion, in der Fähigkeit Motorleistung und Schwebegeschwindigkeit innerhalb weiter Grenzen willkürlich zu variieren, in der größeren Tragfähigkeit der Flügel gegenüber den Tragflächen der Flugzeuge (1 : 1,66) und in der Fähigkeit, rascher bei Störungen der Stabilität durch Steuerbewegungen

1) S. Naturwissenschaften 1914, p. 729.

2) *Sven Hedin*, Transhimalaja, Bd. 1, Leipzig 1909, p. 150.

zu reagieren, als dies ein Flugzeugführer kann (1 : 1,62).

Als *gleichwertig* können Vögel und Flugzeuge angesehen werden in bezug auf ihre natürliche Geschwindigkeit und die Leistung, die zur Erreichung dieser Geschwindigkeit nötig ist, sowie in bezug auf die Größe der Nutzlast bei kürzeren Flügen.

Weit *überlegen* sind die *Flugzeuge* den *Vögeln* in bezug auf die Leistungsfähigkeit des Motors. Überlegen sind sie auch in der absoluten Geschwindigkeit und damit in der Fähigkeit gegen Stürme anzukämpfen, in der maximalen Flugstrecke, die ohne Stoffzufuhr durchfliegen werden kann, in der maximalen Flugdauer, und in der maximalen Höhe, die sie ohne äußere Energiequelle erreichen können.

Da aber die *Gesamtleistung* einer Maschine bedingt ist durch ihre *schwächste Eigenschaft*, und diese bei den Flugzeugen die *Betriebssicherheit* ist, so müssen wir in der Gesamtleistung zurzeit den Vögeln noch den Vorrang zuerkennen.

Auf wie lange noch?

Beitrag zur Erklärung der Beschaffenheit des Erdinnern.

Von Prof. Dr. E. Rudolph und Dr. S. Szirtes,
Straßburg i. E.

Die Vorstellungen, welche wir uns über die Beschaffenheit des Erdinnern machen können, stützen sich in der Hauptsache auf die Beobachtungen, welche man über Präzession und Nutation der Erdachse, Abplattung der Erde, Ebbe und Flut, Lotschwankungen infolge der wechselnden Anziehung von Sonne und Mond, Breitenchwankungen, Variationen der Schwerkraft usw. seit einer langen Reihe von Jahren gemacht hat, und haben zu einigen Schlüssen über die Massenverteilung in der Erde, über die Dichte und über die elastischen Verhältnisse der Erde als Ganzes geführt. Indessen ist es auf diesem Wege nur möglich gewesen, zu ganz allgemeinen Vorstellungen über die Massenanordnung im Innern der Erde, die Dichteverteilung und die Elastizität zu gelangen, wie aber die Massen im einzelnen gelagert sind. Wie die Dichte von Schicht zu Schicht nach dem Innern zunimmt und wie sich die elastischen Verhältnisse der Erdschichten im einzelnen gestalten, darüber lassen sich aus den bisherigen Beobachtungen und nach den genannten Methoden keine genauen Angaben machen. Sobald man darüber hinausgeht, betritt man das Gebiet der Spekulation und ist genötigt von mehr oder minder wahrscheinlichen Voraussetzungen auszugehen. Den interessantesten Versuch in dieser Hinsicht hat E. Wiechert¹⁾ gemacht, indem er von der Annahme ausgeht, daß die Erde zweiteilig sei und aus einem metallischen Kern und einer sich darumlegenden Hülle

¹⁾ Über die Massenverteilung im Innern der Erde. Nachrichten der Kgl. Ges. d. Wiss. zu Göttingen 1897.

von Gesteinsmaterial zusammensetze. Indem er die weitere, allerdings ja sehr wahrscheinliche Annahme machte, daß der Mond einst einen Teil der Erdrinde ausmachte, sich aber von dieser in einem sehr frühen Stadium der Erdentwicklung loslöste, schloß er, daß die Dichte der Gesteinschülle gleich der mittleren Dichte des Mondes, nämlich 3,4 sei, danach ergab sich für den metallischen Kern eine Dichte von etwas über 8, und für die Gesteinschülle wurde eine Mächtigkeit von 1500 km berechnet. Ein Fortschritt in der Physik des Erdkörpers war erst durch die Entwicklung der Seismologie in dem Momente gegeben, als durch die seismometrischen Beobachtungen der unumstößliche Beweis dafür erbracht war, daß die Erdbebenwellen durch den Erdkörper bis zu den größten Entfernungen sich fortpflanzen, denn da man aus der Art der Ausbreitung der Erdbebenwellen über die Erdoberfläche den Weg bestimmen kann, welchen diese durch das Erdinnere nehmen, so war die Möglichkeit gegeben, das elastische Verhalten der Erdschichten von der Oberfläche bis zum Erdmittelpunkt unter den im Erdinnern herrschenden Drucken kennen zu lernen.

Ohne auf die Untersuchungen näher einzugehen, zu denen die zahlreichen seismologischen Beobachtungen der letzten Zeit Veranlassung gegeben haben und die dazu geführt haben, an Stelle der *einen* Unstetigkeit zwischen Metallkern und Steinmantel, welche E. Wiechert anfangs bestätigt zu finden glaubte, deren vier anzunehmen, und zwar in 1200, 1700, 2450 und 3300 km Tiefe, welche letztere als Grenze zwischen dem Kern und dem umhüllenden Mantel angesehen wird, wollen wir uns einer speziellen Frage zuwenden, welche sich uns gelegentlich der Konstruktion einer neuen Laufzeitkurve ergeben hat.

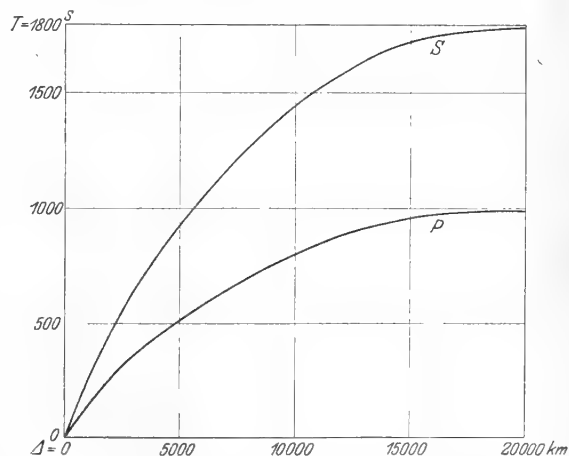


Fig. 1. Laufzeit der longitudinalen P- und der transversalen S-Wellen.

Aus Fig. 1, welche die Laufzeit der longitudinalen P-Wellen und der transversalen S-Wellen bis zu einer Entfernung $\Delta = 20\,000$ km darstellt, sind die Beziehungen zwischen Δ als Abszisse und den zugehörigen Zeiten T als Ordinaten er-

sichtlich. Sie ist auf Grund einer großen Anzahl von möglichst genauen Daten über die zeitliche Analyse zuverlässiger Seismogramme konstruiert worden und hat die Bedeutung einer mittleren Laufzeitkurve. Eine solche Laufzeitkurve oder Hodograph hat für die praktische Seismometrie mehrfachen Wert: man kann aus ihr z. B. die Epizentralentfernung einer Station entnehmen, wenn die zeitlichen Anfänge der beiden ersten Phasen eines Bebens bekannt sind; in gleicher Weise läßt sich mit ihrer Hilfe die Eintrittszeit des Bebens im Epizentrum ermitteln und die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der beiden Wellenarten in jedem beliebigen Epizentralabstand ableiten. Bei der Aufstellung von Laufzeitkurven ist man bisher stets von der Ansicht ausgegangen, daß es eine allgemeingültige Laufzeit gebe, welche auf alle Erdbeben Anwendung finde, gleichviel ob die Wellen aus geringer oder großer Tiefe stammen und ohne Rücksicht auf das Azimut, in welchem die Wellen eine Station erreichen. Allerdings ist schon vor längerer Zeit von W. Láska¹⁾ gegen diese Annahme die Behauptung aufgestellt worden, daß jedes Erdbeben seine eigene Laufzeit habe, wie eine quantitative Untersuchung der bestehenden Laufzeitkurven erwiesen habe. Wenn wir selber auch nicht soweit gehen wollen, so müssen wir doch darauf hinweisen, daß sich uns bei der Bearbeitung des kolumbianischen Bebens am 31. Januar 1906²⁾ bereits Bedenken über die Allgemeingültigkeit der Laufzeitkurven ergeben haben. Dieselben wurden besonders durch eine Untersuchung über die Eigentümlichkeiten der Laufzeitkurve hervorgerufen, welche uns auf folgende Alternative führte: „Kommt der Laufzeitkurve eine allgemeine Gültigkeit zu, so müßte das Minimum der Oberflächen-geschwindigkeit stets die gleiche Entfernung vom Epizentrum haben, das würde aber nichts anderes bedeuten, als daß die Herdtiefe für alle Beben die gleiche ist. Hat dagegen jedes Beben verschiedene Herdtiefe, so kann es keine allgemein gültige Laufzeitkurve geben, da in diesem Falle die Lage des Minimums ihre Stelle in der Laufzeitkurve ändern und somit die Herdtiefe einen Einfluß auf die Gestaltung der Laufzeitkurve ausüben müßte.“ Auch Fürst B. Galitzin³⁾ ist auf Grund seiner Untersuchungen über das süd-deutsche Beben vom 16. November 1911 zu der Annahme geführt, daß die Laufzeiten der einzelnen Beben eine verschiedene sei.

Wir sind nun der in Rede stehenden Frage von einer andern Seite näher getreten und haben

eine systematische Untersuchung über die Abweichungen angestellt, welche sich bei einem Vergleich unseres zahlreichen Beobachtungsmaterials mit den Laufzeiten der sog. Göttinger Laufzeitkurve ergeben haben. Aus der großen Zahl von Störungen, welche in den letzten Jahren auf den meisten Beobachtungsstationen zur Aufzeichnung gelangt sind, haben wir etwa 75 als die besten ausgewählt und hiervon nur diejenigen Zeitangaben verwertet, welche von den empfindlichsten Apparaten und den in bezug auf die Zeitangaben zuverlässigsten Stationen geliefert worden sind. Indem wir nun die resultierenden Laufzeitabweichungen tabellarisch nach den Epizentralentfernungen innerhalb $\Delta = 6000$ und $\Delta = 12000$ Kilometer für je 100 km Differenz zusammenstellten, zeigte sich zunächst die auf den ersten Blick auffallende Tatsache, daß die Abweichungen nicht in einer Richtung lagen, sondern sich in *positivem* und *negativem* Sinne bewegten. Wir nennen dabei *positiv* diejenigen Abweichungen, welche oberhalb der Vergleichskurve liegen, d. h. auf eine geringere Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen durch das Erdinnere hinweisen, und *negativ* diejenigen, welche unterhalb der Vergleichskurve liegen. Die graphische Darstellung der positiven und negativen Werte der Abweichung lieferte uns zwei Kurvenstücke, die im großen und ganzen für die angegebenen Epizentralentfernungen einen gleichen Verlauf erkennen lassen. Der Abstand, in welchem beide Kurven voneinander verlaufen, beträgt ca. 20 Sekunden. Wir unterlassen es an dieser Stelle, die absoluten Laufzeiten, wie sie sich aus den beiden Kurven ablesen lassen, aufzuführen und wollen nur darauf hinweisen, daß die angegebene Differenz von 20 Sekunden zu groß ist, als daß sie durch Annahme einer verschiedenen großen Herdtiefe für die verschiedenen Beben ihre zutreffende Erklärung finden könnte.

Der kausale Zusammenhang zwischen der Abweichung und physikalischen Faktoren ergab sich uns schließlich dadurch, daß wir eine geographische Arbeitsmethode auf das Problem anwandten, indem wir die Epizentren, von denen die Wellen in verschiedenen Azimuten ausstrahlten, nach geographischen Gesichtspunkten anordneten und hiermit die gefundenen Abweichungen in Verbindung brachten. Dabei stellte sich auf den ersten Blick ganz allgemein heraus, daß die positiven und negativen Abweichungen der Beben nicht etwa regellos durcheinander liefen, sondern daß eine gewisse gesetzmäßige Anordnung und Beziehung ersichtlich war, indem alle Erdbebenwellen, welche aus den nördlich und östlich von Europa gelegenen Epizentren zu uns kamen, eine negative Abweichung aufwiesen, diejenigen dagegen, welche von Westen und Südwesten her eintrafen, eine ebenso deutlich ausgeprägte positive Abweichung. Die Epizentren der ersteren Klasse gehören ohne Ausnahme den großen Erdbebengebieten an, welche sich von der Halbinsel Alaska

¹⁾ Über seismische Laufzeitkurven. Mitteilungen der Erdbebenkommission der K. Ak. d. Wiss. in Wien. Neue Folge Nr. XXXVIII. 1910.

²⁾ Gerlands Beiträge zur Geophysik Bd. XI, Heft 2/4. Leipzig 1912.

³⁾ Zur Frage der Bestimmung der Herdtiefe eines Bebens und der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der seismischen Wellen in den oberen Erdschichten. Mitteilungen der russischen seismischen Zentralkommission, St. Petersburg, Bd. V. Heft 3, 1913.

und den *Alëuten* an über ganz *Ost- und Südasiens* nebst den davor liegenden ozeanischen Gräben bis zu den Archipelen *Melanesiens* erstrecken, also bis zu den letzten Ausläufern der großen westpazifischen Inselwelt, den *Tonga-* und *Kermadec-*Inseln auf der einen Seite, und dem hinterindischen Archipel auf der andern Seite. Die Erdbebengebiete, welche an der Westseite des amerikanischen Doppelkontinents von Norden über *Mexiko* und *Mittelamerika* bis nach *Chile* sich hinziehen, bilden die zweite große Zone, von deren Epizentren Wellen der andern Kategorie ausgehen. Stellt man sich die Verteilung dieser beiden Zonen kartographisch dar, und verfolgt den Weg, welchen die Wellen aus jeder der beiden Zonen einschlagen, so gehen die aus der ersteren Zone stammenden Wellen unter dem inselreichen westlichen Teil des *Großen Ozeans* und dem asiatischen Kontinent bis nach *Europa* mit der größeren Geschwindigkeit; die von den *westamerikanischen* Epizentren ausstrahlenden Wellen legen dagegen den größten Teil ihres Weges mit der geringeren Geschwindigkeit unter dem Boden des *Atlantischen Ozeans* zurück, bevor sie die europäischen Stationen erreichen. Den schärfsten Ausdruck der Gesetzmäßigkeit dieser Erscheinung haben wir in der Tatsache, daß auch diejenigen Erdbebenwellen, welche von den Epizentren der östlichen großen Zone nach Osten hin ausstrahlen, also einen Weg zurücklegen, welcher fast ganz allein unter dem Boden des größeren, inselfreien östlichen Teiles des *Großen Ozeans* gelegen ist, eine geringere Geschwindigkeit besitzen. Daß es sich bei dieser Feststellung nicht etwa um eine Folgeerscheinung der instrumentellen Ausrüstung, der Stationen an der Westküste *Amerikas* handelt, geht daraus ganz unzweifelhaft hervor, daß auch in dem umgekehrten Falle, wenn nämlich Erdbebenwellen von Epizentren der zweiten großen Zone nach Westen ausgehen, die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine geringere ist, wie die Aufzeichnungen der Station *Apia* beweisen.

Wir haben im Vorstehenden absichtlich nur ganz allgemein von der östlichen und westlichen großen Erdbebenzone und ebenso von westlicher und östlicher Fortpflanzungsrichtung der Erdbebenwellen unter den Festländern und dem Meeresboden hindurch gesprochen. Der Grund dafür, daß wir die Wellen nicht auch in anderen Azimuten verfolgen können, ist in der eigentümlichen, unsystematischen Verteilung der Erdbebenstationen über die Erde hin, in ihrer Beschränkung auf die Hauptkulturländer und endlich in ihrer ganz verschiedenen instrumentellen Ausstattung zu sehen. Diese drei Gründe sind auch schuld daran, daß wir die Laufzeitkurven der positiven und negativen Abweichung erst von 9000 bzw. 8000 km ab zeichnen können, da für die geringeren Epizentralentfernungen uns die Zahl der zur Verfügung stehenden Stationen und der erforderlichen Daten sowie die Zuverlässigkeit derselben nicht genügend erschien, um eine

hinreichende Stütze für die Laufzeitkurven zu gewähren. Dieselben Gründe sind natürlich auch dafür entscheidend gewesen, daß wir die Kurven nur bis zu 12 000 km Epizentralentfernung haben ausziehen können.

Wenn wir uns nunmehr nach der Darlegung des Tatsachenmaterials der Erklärung der Erscheinung zuwenden, so wollen wir zunächst einen kurzen Überblick über den verschiedenen Bau der Erdkruste in ihren einzelnen Abschnitten geben und dann auf Grund der gewonnenen Vorstellungen die Beziehungen zwischen der Erdkruste und dem Erdinnern erörtern. Wir haben an anderer Stelle ¹⁾ bereits ausführlich auf die merkwürdige Tatsache hingewiesen, daß zwischen der Verbreitung der jungen tertiären Gebirge, der tätigen oder erst seit kurzem erloschenen Vulkane, der Verbreitung der beiden großen Magmatypen, nämlich des pazifischen und atlantischen Magmas auf der einen Seite, und der Verbreitung der Epizentren von Großbeben auf der anderen Seite innige Beziehungen geographischer Art bestehen, welche mit aller Sicherheit darauf schließen lassen, daß die genannten Erscheinungen auch in einem kausalen Zusammenhang miteinander stehen. Am augenfälligsten ist die Tatsache, daß die Gebiete der tätigen Vulkane und der Epizentren von Großbeben auf der ganzen Erde zusammenfallen. Das trifft nicht bloß für den großen Vulkankreis zu, welcher den Großen Ozean vom südlichsten Teile *Südamerikas* an die ganze Westküste entlang bis zu den Vulkanen *Alaskas* und der *Alëuten* und auf der asiatischen Seite von *Kamtschatka* über *Japan*, die *Philippinen* bis zu den *Neuen-Hebriden* umsäumt, sondern auch in gleicher Weise für die *Mittelmeere*, nämlich das amerikanische, das europäische und das asiatisch-australische, wenn auch in diesen letzteren die Beziehungen nicht so ausgesprochen sind, weil die Zahl der tätigen Vulkane eine kleinere und ihre Anordnung keinen solchen ununterbrochenen Zusammenhang erkennen läßt, wie in der großen zirkumpazifischen Vulkanzone. Aber auch außerhalb dieser pazifischen und mediterranen Zone gibt es vereinzelte Gebiete reger vulkanischer und seismischer Tätigkeit, welche keinen Zusammenhang mit jungen Gebirgen erkennen lassen. Wir meinen z. B. das ostafrikanische Vulkangebiet, welches gleichzeitig durch Großbeben ausgezeichnet ist. Damit soll natürlich nicht gesagt sein, daß alle andern Gebiete der Erde keine Erdbeben aufzuweisen hätten; im Gegenteil, es kommen hier ebenso schwere und ebenso verheerende Beben vor, wie in den genannten Zonen, der Unterschied in dem Auftreten der seismischen Erscheinungen beider Gebiete besteht jedoch darin, daß nur die der ersteren als Großbeben im eigentlichen Sinne zu bezeichnen sind, d. h. als Beben von großer mikroseismischer

¹⁾ Zur Erklärung der geographischen Verteilung der Großbeben. Petermanns Mitteilungen 1914, I, März-April.

Reichweite, während alle Beben außerhalb der beiden Zonen, mögen sie auch noch so verheerende Wirkungen haben, eine auffallend geringe mikro-seismische Ausbreitung auf und in der Erde besitzen.

Dieser durchgehende Unterschied in der Äußerung der seismischen Kraft ist, wie wir nachgewiesen haben¹⁾, auf die verschiedene Verbreitung des pazifischen und atlantischen Magmas zurückzuführen. Schon die Art des Auftretens und der Verbreitung der beiden Magmatypen läßt ebenso wie die Verteilung der Epizentren von Groß- und Kleinbeben einen durchgehenden Unterschied erkennen. Das atlantische Magma zeigt nämlich eine flächenhafte Ausbreitung und ist das eigentlich kontinentale Magmagestein, während das pazifische eine zonenförmige Anordnung aufweist und auf die Gebiete der Geosynklinalen beschränkt ist, aus denen in der Tertiärzeit unsere heutigen Hochgebirge hervorgegangen sind. Mit dieser verschiedenen Ausbreitung der beiden Magmaarten hängt es auch zusammen, daß die pazifische in einem fast ununterbrochenen Zusammenhange miteinander steht, die atlantische dagegen auf einzelne isolierte mehr oder minder ausgedehnte Gebiete des Festlandes und des Meeresbodens verteilt ist, von denen die ersten — und das ist eine Tatsache, auf welche wir ein besonderes Gewicht legen — seit langen geologischen Epochen keiner Gebirgsbildung mehr unterworfen waren. Um nur die wichtigsten dieser Gebiete mit atlantischem Magma anzuführen, nennen wir ganz *Afrika*, mit Ausnahme des *Atlas-Gebirges*, das alte *brasilische Gebirgsland* im Osten der gefalteten und vom pazifischen Magma unterlagerten *Kordillere der Anden*, den *kanadischen* und *baltischen Schild*, das *Angaraland* und die Reste des alten *Gondwana-Landes*, nämlich *Australien*, *Vorderindien* und *Madagaskar*. Hierzu gehören nun von den heute vom Meere bedeckten Teilen der Erdkruste auch der *Boden des Atlantischen Ozeans* südlich von *Island* bis zu dem Inselkranze, welcher die Verbindung zwischen der *Kordillere der Anden* und der *Westantarktika* darstellt, und der weite inselfreie östliche und südöstliche Teil des *Großen Ozeans*. Vom *Indischen Ozean* müssen wir vorläufig vollständig absehen, da die Verteilung der Erdbebenstationen in diesem Gebiet und ihre instrumentelle Ausstattung derart sind, daß wir über das seismische Verhalten dieses Ozeans noch nichts aussagen können. Die beiden eben genannten großen unterseeischen Erdkrustenteile sind nun aber gerade — und das ist eine weitere Tatsache von großer Bedeutung für unsere Frage — dieselben Gebiete, unter denen die Erdbebenwellen sich mit geringerer Geschwindigkeit fortpflanzen. Es liegt also nahe, anzunehmen, daß zwischen diesen beiden Erscheinungen irgendeine kausale

Beziehung besteht, von deren Art später die Rede sein wird.

Die dargelegte Verteilung der beiden Magma-provinzen gilt aber nur von der Tertiärzeit bis zur Gegenwart, wie *F. von Wolff*¹⁾ in seinem hochbedeutsamen Werke über den Vulkanismus des näheren begründet. Durch einen Vergleich der jetzigen Verhältnisse mit denjenigen, welche in betreff der geographischen Verteilung der beiden Magmatypen in früheren geologischen Epochen bestanden haben, kommt nun *v. Wolff* zu dem wichtigen Schluß, daß das pazifische Magma früher eine universale Verbreitung hatte, wie sie jetzt dem atlantischen zukommt, und daß das pazifische aus seiner herrschenden Stellung erst durch das atlantische bis auf seine gegenwärtige Zone beschränkt worden ist. Danach ist das pazifische Magma das ältere und das atlantische das jüngere, und in der eingetretenen Veränderung der Verbreitung der beiden Magmaarten sieht *von Wolff* eine naturgemäße Entwicklung der Magmaarten. Das ältere pazifische Magma nimmt wegen seines höheren Alters auch eine höhere Lage in der Erdkruste ein, und das jüngere atlantische Magma lagert in der Tiefe unter dem pazifischen. Wir können also annehmen, daß diejenigen Teile der Erdkruste, welchen das atlantische Magma unterlagert ist, eine größere Dicke und infolgedessen auch eine größere Starrheit besitzen. Diese Verhältnisse finden ihren Ausdruck vor allem darin, daß in diesen dickeren Erdkrustenteilen Gebirgsbildungen seit den älteren geologischen Epochen nicht mehr vorgekommen sind. Die verschiedenen Erdkrustenteile müssen also je nach der mineralogischen Zusammensetzung ihrer tieferen Teile eine sehr verschiedene Mächtigkeit besitzen, und diese Eigentümlichkeit nehmen wir auch für die beiden genannten großen untermeerischen Gebiete des Atlantischen und Pazifischen Ozeans an. Es ist gar nicht anders denkbar, als daß diese durchgehenden Verschiedenheiten im vertikalen Aufbau der vom pazifischen und atlantischen Magma unterlagerten Krustenteile auch in den tieferen Zonen des Erdinneren ihren Ausdruck finden.

Wenn wir nun den Versuch machen wollen, eine plausible Erklärung der von uns zuerst konstatierten Abweichungen von der sog. mittleren Laufzeit zu geben, so müssen wir uns die Verhältnisse vergegenwärtigen, welche eine Laufzeitkurve in bezug auf die Dichteverteilung im Erdinneren anzunehmen gestattet. Aus der Gestaltung der Laufzeitkurve, welche eine gegen die Abszisse konkave Form besitzt, kann man den unzweideutigen Schluß ziehen, daß die Dichte nach dem Erdmittelpunkt hin zunimmt, eine Tatsache, welche ja schon längst aus den Dichteverschiedenheiten der uns zugänglichen oberfläch-

¹⁾ Zur Erklärung der geographischen Verteilung der Großbeben. Petermanns Mitteilungen I, März-April 1914.

¹⁾ Der Vulkanismus, I, Allgemeiner Teil, I. Hälfte: Das Magma und sein geologischer Gestaltungsvorgang. Die vulkanischen Erscheinungen der Tiefe. Der submarine Vulkanismus. Stuttgart 1913.

lichen Gesteinsschichten und der mittleren Dichte der Erde erschlossen ist. Über die Art, wie die Dichte von der Oberfläche nach dem Erdmittelpunkt hin zunimmt, ob stetig oder sprungweise von Schicht zu Schicht, ist hiermit noch nichts ausgesagt, ebenso wenig kann man beweiskräftige physikalische Erscheinungen anführen, auf welche die Dichtezunahme zurückzuführen wäre, da ebensowohl der Druck der überlagernden Massen eine Kompression und damit verbundene größere Dichte der in der Tiefe liegenden Schichten herbeiführen könnte, wie eine Materialverschiedenheit in der Weise, daß tief im Innern der Erde schwere Metalle lagern. Ein sehr wichtiges Hilfsmittel zur Erforschung des Erdinnern hat nun aber erst in der letzten Zeit die Erdbebenforschung uns geliefert. Die Laufzeitkurve sagt uns nämlich, daß die Dichtezunahme in den oberen Teilen der Erde schneller erfolgt als in größeren Tiefen und gegen den Erdmittelpunkt hin sich noch mehr verlangsamt. Aber die Erdbebenforschung hat uns in dieser Hinsicht noch weitere Einzelheiten an die Hand gegeben und zeigt uns, wie die Dichtezunahme und damit die physikalischen Zustände sich ändern. Die verschiedenen für das Erdinnere nachgewiesenen Unstetigkeiten haben auf die Dichtezunahme insofern einen merklichen Einfluß, als eine Unstetigkeitsfläche eine schroffe und große Veränderung in der Dichtezunahme bedingt. Wir weichen von der hier dargelegten, weit verbreiteten Ansicht ab und haben in unserer Arbeit über das kolumbianische Beben am 31. Januar 1906 des näheren dargelegt, daß man nicht von Unstetigkeitsflächen in dem vorstehenden Sinne sprechen darf, sondern nur Unstetigkeitsschichten im Sinne von Übergangsschichten annehmen darf, in welchen die Dichtezunahme zwar rasch, aber nicht plötzlich vor sich geht.

Wir haben bisher die Dichteverteilung und die dadurch bedingte verschiedene physikalische Beschaffenheit in vertikaler Richtung betrachtet und müssen uns nun fragen, ob die Verhältnisse auf allen Radien die gleichen sind, oder sich Verschiedenheiten bemerkbar machen. Unter Berücksichtigung der vorstehenden Ausführungen würde die allgemein angenommene mittlere Laufzeitkurve zur Voraussetzung haben, daß sowohl die Oberflächengeschwindigkeit in allen Azimuten, wie auch die Geschwindigkeit in verschiedenen Tiefen der Erde auf allen durch den Erdmittelpunkt gehenden Achsen und dem zufolge die Dichteverteilung in allen Symmetrieachsen die gleiche ist. Zu dieser Schlußfolgerung stehen aber unsere eingangs mitgeteilten Ergebnisse über die Laufzeitabweichungen in offenbarem Widerspruch, so daß wir der mittleren Laufzeitkurve nicht die Bedeutung einer allgemein gültigen zusprechen können. Zur Erklärung der Verschiedenheit der Laufzeitkurven bzw. der ungleichen Verteilung der wahren Fortpflanzungsgeschwindigkeiten gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Der geometrische Mittelpunkt des im weiteren Sinne genommenen Erdkerns fällt nicht mit dem geometrischen Mittelpunkt des Erdkörpers zusammen und der Kern ist homogen gebaut.
2. Die Dichteverteilung in dem im weiteren Sinne genommenen und konzentrisch liegenden Erdkern ist nicht symmetrisch. In beiden Fällen würden wir es mit einer exzentrischen Lage des Kerns zu tun haben. Bei einiger Überlegung wird man zu der Überzeugung kommen, daß die zweite Möglichkeit die allein zutreffende Erklärung geben kann.

Wir haben oben bereits die Gründe auseinander gesetzt, weswegen unsere Kurve der negativen Abweichung erst bei 8000 km Epizentralentfernung und die der positiven erst bei 9000 Kilometer Epizentralentfernung anfängt und warum wir beide nur bis 12 000 km haben ausziehen können. Bei $\Delta = 8000$ km dringen die Erdbebenwellen bis zu einer Tiefe von etwa 2500 km in das Erdinnere ein, und ebenso bei $\Delta = 9000$ km bis zu ca. 2800 km und $\Delta = 12 000$ Kilometer entspricht einer Scheiteltiefe von 3800 km. Wir können also die Erdbebenwellen

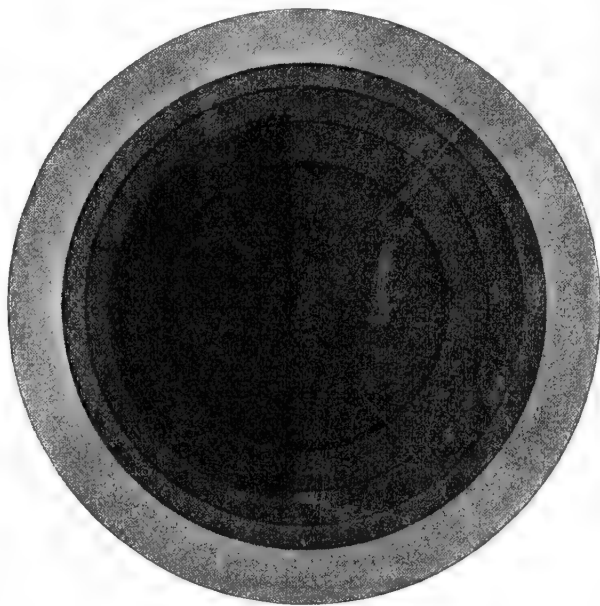


Fig. 2. Schematische Darstellung des Erdinnern.

nur auf ihrem Wege innerhalb der angegebenen Tiefengrenzen verfolgen und dementsprechend auch nur über die physikalische Beschaffenheit des Erdinnern innerhalb dieser Tiefengrenzen etwas aussagen. Jedenfalls kommen sowohl der Erdkern im weiteren Sinne, als auch Teile außerhalb dieses Kerns für unsere Frage in Betracht. Bei der Annahme der ersteren Möglichkeit müßten die Unstetigkeiten in verschiedenen Azimuten eine verschiedene Tiefenlage haben. Für die Fixierung der Unstetigkeiten ist allein die Stelle maßgebend, wo eine Änderung in den Laufzeiten, oder was gleichbedeutend ist, in den Geschwindigkeiten eintritt, also vollständig unab-

hängig von den absoluten Werten dieser beiden Größen. Da aber, wie wir gesehen haben, unsere beiden Laufzeitstücke den gleichen Verlauf nehmen, mithin die Änderungsstelle bei beiden die gleiche ist, so müßten wir annehmen, daß die Unstetigkeiten im Erdinnern überall dieselbe Tiefe haben. Das steht aber mit der ersten Annahme in Widerspruch, so daß nur die zweite Annahme übrig bleibt.

Wenden wir uns nun der zweiten Möglichkeit zu, so liegt es uns ob, nachzuweisen, welcher Art die Dichteverteilung (S. Fig. 2) im Erdinnern sein muß, damit sich die beobachteten Abweichungen von der mittleren Laufzeit erklären lassen. Wir wissen nun, daß unter dem *Atlantischen Ozean* und dem östlichen Teil des *Großen Ozeans* die Geschwindigkeiten einen geringeren Wert erreichen, als in dem westlichen, inselreichen Teile des *Großen Ozeans*. Da nun in der Geschwindigkeitsverteilung die Dichteverhältnisse des von den Erdbebenwellen durchlaufenen Materials zum Ausdruck kommen, so bleibt nur die Annahme übrig, daß der Erdkern heterogen gebaut ist, wobei die unsymmetrische Dichteverteilung in der Weise ausgeprägt ist, daß die dichteren Massen in denjenigen Teilen des Kerns angehäuft sind, welche unter dem westlichen Teile des *Großen Ozeans* gelagert sind, und die weniger dichten in demjenigen Teile, über welchem das östliche Becken des *Großen Ozeans* und der *Atlantische Ozean* gelegen sind. Nach diesen Feststellungen können wir jetzt sagen, worin die oben angedeuteten kausalen Beziehungen zwischen den Geschwindigkeitsverschiedenheiten einerseits und der geographischen Verteilung der beiden großen Magmaten andererseits zu sehen sind: Wir betrachten nämlich die beiden großen, vom atlantischen Magma unterlagerten Rindenstücke des *Atlantischen* und *Großen Ozeans*, welche durch größere Mächtigkeit und damit zugleich größere Starrheit ausgezeichnet sind, als die stereographische Projektion derjenigen Abschnitte des Erdkerns, welche aus weniger dichtem Material zusammengesetzt sind. Das legt aber die Vermutung nahe, daß hierin irgendeine Art von Kompensation ausgedrückt ist.

Zum Schluß wollen wir nicht unterlassen, noch einmal ausdrücklich zu betonen, daß das Beobachtungsmaterial, auf welches wir uns bei unseren Deduktionen allein stützen können, noch zu dürftig ist, um auf Einzelheiten eingehen zu können, wir sind aber der Überzeugung, daß künftige, weiter ausgedehnte Beobachtungen in der Hauptsache unser Ergebnis nur bestätigen werden. In Anbetracht der Wichtigkeit, welche unserer Frage für die Physik der Erde zukommt, wollen wir noch auf die Folgen aufmerksam machen, welche sich nach unserer Ansicht hieraus für eine andere erdphysikalische Frage, nämlich für die Theorie der isostatischen Massenordnung in der Erdkruste, welche zur Erklärung der Schwereanomalien und der Lotablenkungen dient, ergeben.

Bei allen Arbeiten über Isostasie der Erdkruste wird bekanntlich die Annahme gemacht, daß die Massenanhäufungen in den Kontinenten und die Massendefekte in den Ozeanen durch entsprechende negative bzw. positive Massen in der darunterliegenden Erdkruste kompensiert sind. Bei der Reduktion der Schwereanomalien wird ferner davon ausgegangen, 1. daß die Kompensation für jeden Teil der Erdoberfläche vollständig ist, 2. daß der kompensierende Defekt bzw. Exzeß gleichmäßig durch die Erdrinde verteilt ist, und 3. daß die Ausgleichtiefe von 122 km keiner Veränderung von Punkt zu Punkt unterliegt. Die mittlere Dichte der Massen wird von *John F. Hayford* und *W. Bowie*¹⁾ in den Kontinenten gleich 2,67 gesetzt, und da die Dichte des Meerwassers gleich 1,027 ist, so kann man sich die Ozeane im Verhältnis zu den Kontinenten als angefüllt mit negativen Massen von der Dichte — 1,643 vorstellen. Was den ersten Punkt betrifft, daß nämlich die Isostasie für jeden Teil der Erdoberfläche vollständig ist, so kann diese Annahme nur angenähert zutreffen, und *Hayford* und *Bowie* haben selber durch ihre Berechnungen gefunden, daß sich sogar innerhalb des Gebietes der Vereinigten Staaten von Nordamerika Abweichungen von dieser Annahme finden. Viel schwerer wiegend sind die Einwände, welche sich hiergegen aus den Berechnungen von *H. L. Chrosthwait*²⁾ erheben lassen. Ist nämlich die Isostasie vollständig, so müßten die Berechnungen stets dasselbe Resultat ergeben, wie auch immer die Erdrinde um eine Beobachtungsstation herum beschaffen ist. Im engsten Anschluß an die von *Hayford* aufgestellten Formeln hat *Chrosthwait* untersucht, wie weit das isostatische Gleichgewicht der Erdrinde in *Vorderindien* vorhanden ist, und hat gefunden, daß sich hier die isostatischen Verhältnisse noch lange nicht soweit entwickelt haben, wie in den von *Hayford* und *Bowie* untersuchten Gebieten *Nordamerikas*. Auch *S. G. Burrord*³⁾ betont in seinen Untersuchungen über die Entstehung des *Himalaya*, daß sich die Hypothese der Isostasie auf *Indien* nicht anwenden lasse, und *H. H. Hayden*⁴⁾ weist aus dem Ergebnis seiner Übersichtsrechnungen nach, daß es vielleicht eine für ganz *Vorderindien* einheitliche Ausgleichsfläche überhaupt nicht gibt, denn für den *Himalaya* und den Osten der *Dekhan-Halbinsel* würde sie in 330 km Tiefe liegen, für den *Süden* der Halbinsel und die *Indogangetische* Tiefebene im Norden in 0 km und endlich für den

1) The effect of topography and isostatic compensation upon the intensity of gravity. U. St. Coast and Geodetic Survey. Washington 1912. Special Publication Nr. 10 and 12.

2) Investigation of the theory of isostasy in India. Survey of India. Professional Paper Nr. 13. Dehra Dun 1912.

3) Ebenda Professional Paper Nr. 12.

4) Notes on the relationship of the Himalaya to the Indo-Gangetic Plain and the Indian Peninsula, Records of the Geol. Survey of India Bd. XLIII, 2 Th 1913.

Westen der Halbinsel in 600 km Tiefe. Wenn wir auch auf diese Größenwerte kein Gewicht legen wollen, so geht doch immerhin aus den beobachteten Lotablenkungen und Schwereanomalien unzweideutig hervor, daß die Ausgleichsfläche nicht überall die gleiche Tiefe hat, sondern wenigstens für Vorderindien in einer größeren Tiefe zu suchen ist.

Auch die Versuche, die Schwereanomalien durch die verschiedene geologische Beschaffenheit des Untergrundes zu erklären, müssen angesichts der geographischen Verteilung der Gebiete positiver und negativer Anomalien, wie sie *Hayford* und *Bowie* für die Vereinigten Staaten kartographisch dargestellt haben, als unzureichend bezeichnet werden. Nicht besser ist es mit dem Versuch ergangen, die positiven und negativen Anomalien mit den Gebieten von Sedimentablagerung einerseits und denjenigen der Denudation andererseits in Verbindung zu bringen. Gerade an diese letzteren Verhältnisse knüpft *Hayford*¹⁾ eine Erklärung der Wiederherstellung eines gestörten isostatischen Gleichgewichts an, indem er sich vorstellt, daß oberhalb der isostatischen Ausgleichsfläche eine Schicht besteht, deren Material eine gewisse Beweglichkeit besitzt, so daß ein Strömen in der Tiefe einen Ausgleich in den Dichteverhältnissen zweier benachbarten Gebiete herstellen kann, deren Massenverhältnisse durch Ablagerung und Abtragung von Sedimenten gestört worden sind oder durch tektonische Vorgänge in neuerer geologischer Zeit so starke Veränderungen erfahren haben, daß sie sich noch heute in einem Zustande der Verzerrung befinden. Dabei wird stillschweigend die Voraussetzung gemacht, daß unterhalb der Ausgleichsfläche die Massen sich im vollständigen Gleichgewicht befinden, welches dadurch bedingt wird, daß entweder das Material gleichmäßig homogen ist oder sich wenigstens aus konzentrischen Schichten von gleicher Dichte zusammensetzt. Eine solche Annahme steht aber im Widerspruch mit dem oben aus den seismischen Beobachtungen abgeleiteten Ergebnis hinsichtlich der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen. Wenn wir auch der Unterströmungshypothese nicht jegliche Bedeutung absprechen wollen, so meinen wir doch, daß sich tiefgehende Unterschiede in bezug auf die Lage der isostatischen Ausgleichsfläche dadurch nicht erklären lassen, sondern nur auf die von uns angenommene Heterogenität und unsymmetrische Dichteverteilung im Erdkern zurückgeführt werden können. Das ist um so berechtigter, als wir in den Grundlagen der Berechnungen von *Hayden* eine Bestätigung der von uns gefundenen Anordnung der unsymmetrischen Dichteverteilung erblicken können. Wir sehen also, daß sich sowohl aus den seismischen Beobachtungen, wie aus den geodätischen bestimmte Wechselbeziehungen ergeben, welche zwischen einzelnen Erdrindenteilen

und den darunter liegenden Abschnitten des Erdkerns bestehen. Dem vom atlantischen Magma unterlagerten und daher mächtigeren und starren Meeresboden des *Atlantischen* und östlichen *Großen Ozeans* muß ein weniger dichter Teil des Erdkerns entsprechen, wie aus den seismischen Beobachtungen folgt; umgekehrt liegen die Verhältnisse in *Ost- und Südasiens* sowie dem westlichen Teile des *Großen Ozeans*, wo sich in der Tiefe ein dichter Kernteil befindet, welchem nach den in *Indien* ausgeführten geodätischen Beobachtungen eine weniger dichte und weniger starre Erdkruste überlagert.

Besprechungen.

Gockel, A., Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. V, 108 S. und 10 Abbild. Preis M. 3,—.

Die vorliegende kurze aber inhaltreiche Monographie wird von vielen Seiten freudig begrüßt werden. Sie hilft einem lang gefühlten Bedürfnis ab. Das Interesse der ärztlichen Welt und das der gebildeten Kreise für den neuen Heilfaktor, den uns die Natur in den radioaktiven Quellen beschert hat, ist noch in ständiger Zunahme begriffen. Über die Verbreitung des Radiums in der Erdkruste und in der Atmosphäre herrschten bislang so viel irrige und übertriebene Anschauungen, daß eine Zusammenstellung von so kompetenter Seite von großem Wert ist. Die radioaktiven Meßmethoden sind jetzt endlich so weit durchgearbeitet, daß sich endgültige Leitsätze aufstellen lassen, sowohl für feste Körper, wie für Wasser, Gase und Emanationen. Seitdem man erkannt hat, welche wichtige Rolle das Radium im Haushalt der Natur spielt, wendet sich auch die Aufmerksamkeit des Meteorologen diesen Problemen zu. Es ist erstaunlich, welch großes Material der Verfasser in einer so kurzen und knappen Darstellung zu bringen weiß.

Die Darstellung geht aus von der Elster- und Geitel'schen Entdeckung der Radioaktivität der Bodluft. Luft, die längere Zeit eingeschlossen war, besonders in Kellern und Höhlen, zeigt ein erhöhtes Leitvermögen, das dem Emanationsgehalt oder der Ionisierung durch das umgebende Erdreich zu danken ist. Ein Draht, der negativ geladene längere Zeit in solcher Luft exponiert wird, nimmt die radioaktiven Zerfallsprodukte anreichert auf seiner Oberfläche auf. So läßt sich überall auf dem festen Lande und sogar auch auf dem Meere der Nachweis radioaktiver Substanzen erbringen. Wesentlich stärker aktiv als der gewöhnliche Erdboden sind die Gesteinsproben, die ihren Ursprung der Abscheidung aus Quellen danken, die aus der Tiefe hervordringen. An den Sedimenten der Badener und Nauheimer Therme beobachteten *Elster* und *Geitel* einen relativ hohen Gehalt an Radioaktivität; diese Untersuchungen sind von so großer Bedeutung, weil auf ihnen sich die ganze Meßtechnik für radioaktive Stoffe aufbaut. Mehr nach der quantitativen Seite haben dann vor allem die englischen Forscher die Untersuchungen ausgebaut. Wir heben die wichtigsten Resultate hervor:

1. Der Radiumgehalt von Gesteinen beträgt im Maximum einige milliontel Milligramm im Kilogramm

¹⁾ The relations of isostasy to geodesy, geophysics and geology. Science, N. S. 33. 1911.

Gestein. Der Thoriumgehalt ist dagegen im Durchschnitt 10 Millionen mal größer, auf ein Kilogramm Gestein kommen also einige Zentigramme Thorium. Da die Aktivität des Thoriums, d. h. die Intensität seiner Strahlung, in demselben Verhältnis kleiner ist als die des Radiums, so tragen die beiden Stoffe im Durchschnitt ungefähr gleich viel zur Aktivität der Gesteine bei.

2. Eruptivgesteine sind in der Regel aktiver als Sedimentärgesteine; bei letzteren, z. B. bei Wüstensand, aber auch bei manchen Kalken, kann die Aktivität unmerkbar klein werden.

3. Eruptivgesteine sind im allgemeinen um so aktiver, je saurer sie sind; sehr gering ist die Aktivität von Plagioklasgesteinen, Diabasen, Andesiten und Gabbros, ferner des größten Teils der kristallinen Schiefer.

4. Unter den Sedimentgesteinen sind in der Regel die aktivsten die stark tonhaltigen.

5. Die Aktivität aller Gesteine beruht auf ihren akzessorischen Beimengungen von gewissen radium- oder thoriumhaltigen Mineralien oder den Trümmern derselben.

6. Die Aktivität von Gesteinen derselben Art, ja sogar von Gesteinsproben von demselben Fundort, schwankt in ziemlich weiten Grenzen.

Das folgende Kapitel behandelt die im eigentlichen Sinne radioaktiven Mineralien. Drei Meßmethoden sind hier anwendbar; die Alpha-Strahlen-Methode erfordert eine besondere Technik im Gewinnen gleichmäßiger Schichten, da bekanntlich die Absorption schon in sehr dünnen Schichten einen sehr hohen Betrag annimmt. Die Bestimmung der Emanation ist mühsam. Am einfachsten ist die Gamma-Messung, die stets möglich ist, wenn die zu messenden Substanzen stark aktiv sind. Endlich ist es indirekt möglich, aus dem Urangehalt auf Grund des bekannten konstanten Verhältnisses den Radiumgehalt zu berechnen. Die Messungen von *Markwald* haben es jetzt zur Evidenz erwiesen, daß das Verhältnis konstant ist; die Abweichungen betragen nur 0,4 %.

Sehr interessant und aktuell ist die Tabelle, die alle radioaktiven Mineralien und den Ort ihres Vorkommens umfaßt. Wir sehen, wie immer dann, wenn ein Mineral zu größeren Teilen Uran enthält, sein Hauptfundort, wenn nicht der einzige der böhmische Radiummittelpunkt von Joachimsthal und Johann-Georgenstadt ist. Dadurch wird die Anschauung neu bestärkt, daß Mineralien, deren Abbau auf Radium sich rentiert, einstweilen nach wie vor dem Monopol der österreichischen Domäne unterstehen, und alle Zeitungsnachrichten von großen Radiumlagern mit sehr großer Vorsicht aufzunehmen sind. Damit ist gegen das Vorkommen radioaktiver Gesteine, selbst stärkerer, in anderen Weltteilen natürlich prinzipiell nichts gesagt. Bei der dringenden Nachfrage nach Radium wird man über kurz oder lang sogar auf andere Gebiete angewiesen sein. Der größere Herstellungspreis wird dann die Herkunft schon dokumentieren.

Das vierte Kapitel behandelt die Radioaktivität der Bodenluft. Das Austreten der Emanation aus dem Erdboden zeigt einen regelmäßigen täglichen Gang mit doppelter Periode. Besonders stark ist die radioaktive Bodenatmung bei Einsetzen eines Gewitters; eine Folge der starken Luftdruckänderung. Sind die Luftdruckschwankungen nicht von heftigem Wind begleitet, so ist der Effekt schwächer. Regen und Schnee verstopfen die Erdkapillaren.

Weiter wird die jetzt so viel umstrittene „durchdringende Strahlung“ in der Atmosphäre besprochen. Auch hier hat der Verfasser des Buches selber führend mitgewirkt und dazu bereits einmal im Jahrbuch der Radioaktivität einen kritischen Beitrag geliefert. Messungen im Ballon ergeben merkwürdigerweise in großer Höhe eine Zunahme der Strahlung, so daß man an ein kosmisches Phänomen denken muß, das neben der Bodenstrahlung auftritt. Die Diskussion über diese Frage ist wohl noch nicht geschlossen. Soweit dem Referenten bekannt, werden zurzeit darüber neue Messungen vom Freiballon aus angestellt. Diese Strahlung hat auch klimatisches Interesse.

Der zweite Teil des Buches handelt von der Radioaktivität der Thermal- und Mineralquellen. Von *Allen* und *Himstedt* gleichzeitig und unabhängig entdeckt, ist dieser neue Heilfaktor, der „Brunnengeist“ der Alten, für die medizinische Welt von besonderem Interesse, da sich jetzt zwanglos die Frage nach der Heilkraft chemisch völlig neutraler Quellen erklärt, wobei nur an Bad Gastein erinnert sei. Außer der Emanation enthalten die Quellen häufig Helium. Die Messung der Aktivität erfolgt meistens mit dem Fontaktoskop, einem Instrument, das von *Engler* und dem Referenten angegeben ist. Hier sei ein Wort pro domo gesprochen und darauf hingewiesen, daß man imstande ist, mit dem Fontaktoskop genau so exakt zu messen wie mit den anderen zu gleichem Behuf konstruierten Apparaten. Die einzige erforderliche Modifikation der alten Form ist ein kleiner Gummistopfen, der die Ionisationskammer hermetisch verschließt; die neue Form des Instruments, über die kürzlich ausführlich berichtet wurde, erlaubt, den Genauigkeitsgrad der Messung ebenso weit auszudehnen, wie die subtilsten Apparate, z. B. das Emanometer von *Becker*.

Eine Tabelle der bekanntesten Quellen, an deren Spitze Brambach im Erzgebirge steht, wird jeden interessieren. Als Einheit wird hier die Macheinheit angewandt, die jetzt mehr und mehr durch das „Curie“ verdrängt wird. Auch das Meerwasser enthält Emanation; doch ist der Emanationsgehalt durchweg sehr klein.

Von großer Bedeutung sind die radioaktiven Schätze für die Wärmebilanz der Erde. *Himstedt* hat zuerst darauf hingewiesen, daß das Radium zur Erklärung der Erdtemperatur hinzuzuziehen ist. Zur Beurteilung der quantitativen Seite der Frage muß die Theorie der Zersetzung der radioaktiven Elemente hinzugezogen werden. Das Radium wird aus dem Uran gebildet in einer sehr langen Zeit. Es zerfällt seinerseits wieder. Dadurch wird die Berechnung sehr verwickelt. Ob die Erdwärme noch zunimmt oder abnimmt, ist noch nicht erwiesen.

Wir haben hier nur einen kleinen Auszug aus dem reichen Inhalt des Büchleins gegeben; wir hoffen dadurch das Interesse für das lehrreiche Werk geweckt zu haben; jeder Leser wird bei der Lektüre einen hohen Genuß empfinden. Der Forscher aber wird die sorgfältigen Zusammenstellungen besonders wertvoll finden.

H. Sieveking, Karlsruhe i. B.

Berg, Leo, Das Problem der Klimaänderung in geschichtlicher Zeit. Geograph. Abh. Herausgegeben von A. Penck. Band X, Heft 2. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. 70 S. Preis M. 3,60.

Das Faktum, daß unsere Erde Epochen durchgemacht hat, in denen das Klima von dem heutigen wesentlich verschieden gewesen sein muß, legt uns immer wieder die Frage vor, ob auch in historischer Zeit eine

Veränderung der klimatischen Verhältnisse bereits konstatiert werden kann. Leider ist die Zeit der exakten, instrumentellen Beobachtung der Witterungsvorgänge noch zu kurz, um diese Frage ziffernmäßig beantworten zu können. Man muß sich daher mit dem Studium alter Aufzeichnungen befassen, in denen von trockenen und nassen Jahren, von Frost und Hitze usw. die Rede ist; insbesondere aber muß das Antlitz der Erde Auskunft über etwaige Klimaänderungen geben.

Auf Grund solcher Betrachtungen, die vor allem in dem Nachweise des früheren Vorhandenseins von Seen und Wäldern an Orten bestehen, an denen wir heute Steppen und Wüsten finden, hat man von einer „*fortschreitenden Austrocknung der Erde*“ gesprochen.

In der vorliegenden Studie untersucht *L. Berg* in ausführlicher Weise all das Für und Wider dieser Hypothese mit dem Endergebnis, daß wir *nicht berechtigt* sind, an die Austrocknung der Erde zu glauben. Unter seinen Gegenargumenten interessiert besonders ein psychologisches: Man schenkt den Volksüberlieferungen, die von einem goldenen Zeitalter sprechen, wo die Flüsse voll Wasser, die Steppen mit Wäldern bedeckt waren, viel zu viel Glauben. Der Mensch ist immer ein Laudator temporum actorum gewesen.

Das Buch zerfällt in zwei Teile, einen ersten allgemeinen, in welchem die Feuchtigkeitsverhältnisse der Atmosphäre und des Bodens, die Prozesse des Verschwindens von Seen, das Seichterwerden von Flüssen, die Verdunstung in Wüsten und ähnliche Fragen erörtert werden. Im zweiten Teile werden alle alten Kulturstätten der Menschheit daraufhin untersucht, ob sich eine Klimaänderung nachweisen lasse. Man hat z. B. den Niedergang der griechischen Kultur auf das Austrocknen des Bodens zurückführen wollen. *Berg* zeigt, daß, auch im alten Griechenland da und dort Wassermangel geherrscht habe, daß kein einziges der Flüßchen, welche nach den Beschreibungen der Alten beständig Wasser führten, bis zur Jetztzeit ausgetrocknet ist.

Die Arbeit enthält eine wertvolle Zusammenstellung wohl der meisten über die Frage der Klimaänderung in geschichtlicher Zeit erschienenen Veröffentlichungen, teils in den Fußnoten, teils in dem beigegebenen Literaturverzeichnis und fesselt durch die *logische* Beweisführung, mit welcher mangels *ziffernmäßiger* Grundlagen das interessante Problem behandelt wird.

A. Schmauß, München.

Stähler, A., Handbuch der Arbeitsmethoden in der anorganischen Chemie. Leipzig, Veit & Comp., 1913. Fünf Bände. Erster Band: Allgemeiner Teil. Das anorganisch-chemische Laboratorium und seine Ausstattung. — Mechanische Operationen. XII, 786 S. und 1064 Abbildungen. Preis geh. M. 25,—, geb. M. 28,—. Dritter Band: Allgemeiner Teil. Physikochemische Bestimmungen. Erste Hälfte. X, 692 S. und 354 Abbildungen. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 25,—.

Das Handbuch will, wie die Vorrede bemerkt, „seit *Berzelius'* Zeiten das erste groß angelegte Werk sein, welches die Gegenwart und Zukunft mit dem Stande unserer gesamten anorganisch-chemischen Experimentierkunst, unter Berücksichtigung aller uns jetzt zur Verfügung stehenden Energieformen, wie Wärme, Elektrizität usw. vertraut macht“. Für die Realisierung dieses weitreichenden Planes ist es dem Herausgeber gelungen, eine stattliche Zahl von Mitarbeitern zu finden, deren Namen fast durchgehend Bürgschaft

dafür bieten, daß die Ausführung nicht zu weit hinter der Absicht zurückstehen wird.

Das Bestreben unserer Tage, jede Arbeit mit einem Minimum von Zeit- und Energieaufwand zu leisten, hat dahin geführt, auf allen Gebieten das bereits Erreichte in möglichst bequem zugänglicher Form zur Verfügung zu stellen. So werden auf der einen Seite Tabellenwerke mit den Resultaten quantitativer Forschung in kondensiertester Gestalt geschaffen, auf der andern Seite werden die Mittel zur Erreichung dieser Resultate, die als zweckmäßig bewährten Arbeitsmethoden zusammengetragen. Und fast ist hier das Bedürfnis noch größer als dort. Denn während die schließlichen Resultate der Forschung dem Suchenden immerhin noch auffindbar sind, ist es ohne Studium der einzelnen Originalarbeiten selbst nahezu unmöglich, die reiche Gedankenarbeit, die in dem Ersinnen von Apparaturen und Methoden liegt, zumal diese ja meist nur als Mittel zum Zweck beschrieben wurden, der Weiterforschung nutzbar zu machen. Die physikalische Chemie, deren Aufblühen ja gerade durch eine treffliche Arbeitsorganisation gekennzeichnet war, hatte das zeitig erkannt und das kurze aber inhaltreiche Buch von *Ostwald-Luther* kam dem Bedürfnis entgegen. Auch die organische Chemie besitzt zusammenfassende Werke über ihre Arbeitsmethoden. In der anorganischen Chemie aber bestand hier eine Lücke, die jeder empfunden hat, der hier Apparaturen auszugestalten hatte und bei seiner Arbeit von dem Gedanken geplagt wurde, daß sicher irgendwo einmal zu ähnlichen Zwecken auch für ihn ganz oder teilweise Brauchbares geschaffen wurde. Hier wird es künftig eine Freude sein, sich aus dem Handbuch Rat zu holen.

Der vorliegende erste und die erste Hälfte des dritten Bandes lassen bereits die Art des Gesamtwerkes erkennen. Es ist da freilich dem Herausgeber gegangen, wie jedem Herausgeber, der sich bemüht hat, möglichst hervorragende Mitarbeiter zu finden: er muß sich darein ergeben, daß er ein Orchester von Solisten dirigiert; dem Werke mangelt die Einheitlichkeit, es entschädigt dafür aber durch andere Vorzüge. Die Bearbeiter haben ihre Aufgabe sehr verschieden aufgefaßt. Die einen beschränken sich auf die Beschreibung der „Arbeitsmethoden“, die anderen geben dazu eine zuweilen recht eingehende Ausführung der theoretischen Grundlagen, die allerdings in einer Reihe von Fällen so vortrefflich geraten ist, daß man es wohl verstehen kann, wenn der Herausgeber den Autor gewähren ließ.

Im ersten Bande behandelt *Stock* die baulichen Einrichtungen anorganisch-chemischer Institute. Da der Verfasser einen sehr wesentlichen Anteil an der Schaffung des jüngsten dieser Institute — an der Technischen Hochschule in Breslau — hat, so darf man sicher sein, hier die neuesten Erfahrungen zusammengetragen zu finden. Die Ausrüstungsgegenstände des Laboratoriums beschreibt der Herausgeber. *Groschuff* und *Bronn* behandeln Gefäße aus verschiedenen Materialien. In dem Artikel über Quarzglas hätte das Spektrogramm, welches die Lichtdurchlässigkeit verschiedener Glassorten und des Quarzes darstellt, auch die des Uviolglases enthalten sollen. Die elektrischen Einrichtungen werden von *Günther Schulze* behandelt. Der Abschnitt „Voltameter“ ist da auffallend kurz ausgefallen, das für das chemische Laboratorium so wichtige Knallgasvoltameter fehlt ganz; vermutlich sollen diese Dinge in einem späteren Abschnitt ausführlicher behandelt werden. Unter den Galvanometern hätten die

bequemen und wohlfeilen Formen, wie sie z. B. *Kayser* und *Schmidt* und *Edelmann* liefern, aufgeführt werden sollen. Beim Quadrantelektrometer fehlt die zur Aufladung auf bestimmtes Potential handlichste Vorrichtung, die *Krüger-Batterie*. Die chemischen Heizquellen werden von *Schirm* behandelt. Unter den physikalischen Heizquellen ist die von *Stähler* nach *Stock* und *Heynemann* beschriebene Heizung mittels der Sonnenwärme doch wohl noch nicht handbuchreif. Vortrefflich in Sachlichkeit und Kürze sind die Abschnitte über Heizung mit Kathodenstrahlen, elektrische Widerstandsheizung und über Thermostaten von *v. Wartenberg*. Über die mechanischen Operationen berichtet wieder *Stähler*. Erfreulich ist, daß hier ein Forscher wie *Richards* aus seinen reichen und wohlbewährten Erfahrungen einiges beige-steuert hat.

In der ersten Hälfte des dritten Bandes bespricht *Felgenträger* die Bestimmungen des Gewichts und Volumens, sodann die der Dichte fester und flüssiger Stoffe. An die Behandlung der Laboratoriumsmethoden zur Bestimmung der Dichte und des Molekulargewichtes von Gasen und Dämpfen durch *Eucken* reiht *Guye* einen sehr interessanten Abschnitt über die in den letzten Jahren so wichtig gewordenen entsprechenden Präzisionsmethoden, die in ihrer vervollkommenen Form zur Kontrolle der Atomgewichte nutzbar gemacht wurden und bei denen es sich darum handelt, mit größtmöglicher Genauigkeit das Gewicht eines Normalliters Gas und die Abweichung vom Avogadro'schen Gesetz zu bestimmen. *Eucken* gibt noch einige weitere Abschnitte in ausgezeichnete Darstellung: Bestimmung des osmotischen Druckes, der Viskosität, Diffusion, der Wärmeleitung und spezifischen Wärme. Etwas mehr Theorie, als an dieser Stelle unbedingt erforderlich, bringt *Klemensiewicz* im Abschnitt über kritische Größen, ebenso *Heuse* bei der Kompressibilität, während wieder musterhaft in Kürze und Präzision der Angaben der Bericht von *Richards* über die Bestimmung der Kompressibilität flüssiger und fester Substanzen ist. Ein vortreffliches kleines Lehrbuch der Metallographie bringt der Beitrag von *Goerens* und *Ruer*. Die Bestimmung der Oberflächenspannung behandelt *Freundlich*, Löslichkeit und Sorption *Thiel*, Löslichkeit von Gasen in Flüssigkeiten *Just*. Der Abschnitt Siede- und Sublimationsspannung von *Kraft* trägt vielleicht etwas zu ausgeprägt den besonderen Ansichten des Verfassers Rechnung. Die Kalorimetrie und die Messung von Wärmetönungen behandelt *v. Steinwehr*. Der Kundige ersieht aus der Zusammenstellung, daß nahezu alle Abschnitte von Verfassern behandelt worden sind, die sich auf dem betreffenden Gebiete nicht nur schriftstellerisch, sondern in eigener Forschungsarbeit betätigt haben. Wenn das Werk die Erwartungen erfüllt, die man nach dem Vorhandenen hegen darf, so wird es eine sehr wertvolle Bereicherung der Laboratoriumsbibliothek darstellen. Es wird nicht nur dem sich nützlich erweisen, der wohlherprobte Methoden bei seiner Arbeit verwenden will, sondern auch dem, der eigene Wege geht und im Überblick über früher Bewährtes sich neue Assoziationsmöglichkeiten schaffen will.

Alfred Coehn, Göttingen.

Kamerlingh Onnes, H., Vortrag bei Verleihung des Nobelpreises 11. Dezember 1913. Leiden, Communications Phys. Laborat. Supplement Nr. 35. 1914.

Im Dezember vorigen Jahres erhielt der bekannte holländische Physiker *Kamerlingh Onnes*, der das Gebiet der tiefen Temperaturen zu seinem speziellen Stu-

dium gemacht hat, den Nobelpreis. Bei dieser Gelegenheit gab er in einem Vortrag eine kurze Übersicht über die wesentlichsten Ergebnisse seiner Forschung, insbesondere über die Schritte, die ihn zur Verflüssigung des Heliums und einer Anzahl damit zusammenhängender Entdeckungen geführt haben. Die Verflüssigung dieses seltenen Gases ist für die Physik von sehr erheblicher Bedeutung. Sie gelang ihm im Sommer 1908.

Zwar gingen auch schon vorher aus seinem Laboratorium in Leiden eine Anzahl sorgfältiger Arbeiten hervor; keine bedeutete indessen einen besonders bemerkenswerten Fortschritt. Es schien, als wenn die Untersuchungen des Leidener Laboratoriums sich zu sehr in Einzelheiten verlören und als wenn sie trotz der sehr beträchtlichen experimentellen Hilfsmittel nicht direkt genug auf die wesentlichen Aufgaben abzielten. In der Tat wurde die Verflüssigung des Wasserstoffs zum ersten Male von *Dewar* durchgeführt bevor die weitläufigen zu diesem Zweck von *Kamerlingh Onnes* unternommenen Vorarbeiten beendet waren.

Die Früchte seiner langjährigen Arbeit hat *Onnes* erst mit der Verflüssigung des Heliums geerntet. Seit nunmehr 6 Jahren ist er der einzige Physiker, dem flüssiges Helium zur Verfügung steht. Er besitzt damit ein ganz einzigartiges Hilfsmittel zum Studium der tiefsten Temperaturen, das seinem Laboratorium eine erhabliche Überlegenheit über andere Forschungsinstitute sichert.

In einem Berichte (diese Zeitschrift 2, 453, 1914) über die Erzeugung und Messung sehr tiefer Temperaturen ist der Referent bereits mehrfach auf die Arbeiten von *Kamerlingh Onnes* und seiner Mitarbeiter eingegangen. Es mag darauf verwiesen werden und hier nur noch eine Stelle aus dem Vortrag, die sich auf die erste Verflüssigung des Heliums bezieht, mitgeteilt werden. *Onnes* selber schreibt: Als der Versuch des Morgens um $\frac{1}{2}6$ anfang, abends $\frac{1}{2}10$ geendet wurde, nachdem $\frac{1}{2}7$ das erste flüssige Helium gesehen war, hatte jeder geleistet, was mit Möglichkeit von ihm verlangt werden konnte. Es war ein wundervoller Anblick, als die fast unmateriell aussehende Flüssigkeit zum erstenmal sich zeigte. Beim Einfließen wurde sie nicht bemerkt. Ihre Anwesenheit konnte erst festgestellt werden, als sie das Glas schon füllte. Ihre Oberfläche stand scharf wie eine Messerkante gegen das Glas.

F. Henning, Lichterfelde.

Thomson, William, Über die dynamische Theorie der Wärme. Ins Deutsche übertragen und herausgegeben von Dr. *Walter Block*. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 193. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1914. 212 S. und 6 Figuren. Preis geb. M. 5,20.

Der berühmte englische Physiker Sir *William Thomson*, der spätere Lord *Kelvin*, gehört neben *Carnot*, *J. R. Meyer*, *Helmholtz*, *Clausius* und *Joule* zu den Begründern der Thermodynamik. Es ist freudig zu begrüßen, daß eine Reihe seiner wichtigsten in dies Gebiet gehörenden Arbeiten nunmehr in deutscher Sprache erschienen ist und in die Ostwaldsche Sammlung aufgenommen wurde, in der die übrigen klassischen Arbeiten der Wärmetheorie bereits enthalten sind.

Der Übersetzung liegen nicht die Originalarbeiten vom Jahre 1851 und 1852 zugrunde; sie ist nach einem Neudruck dieser Abhandlungen, der unter *Kelvins* eigener Redaktion in den ersten Band seiner gesammelten Abhandlungen aufgenommen ist, ausgeführt worden.

Es gewährt stets ein eigenartiges Vergnügen, die Gedanken eines großen Mannes bei der Entwicklung einer Wissenschaft zu verfolgen, die in unseren Tagen als unantastbares Fundament betrachtet wird. Im Vordergrund des physikalischen Interesses stand um die Mitte des vorigen Jahrhunderts die Frage, ob die Wärme, wie *Carnot* annahm, als Stoff zu betrachten sei, oder ob sie als eine Form der Energie anzusehen sei und also in andere Energieformen wie etwa mechanische Arbeit umgewandelt werden könne. *Thomson* stellte sich ursprünglich auf den Carnotschen Standpunkt, den er nur zögernd aufgab. Nachdem er dies aber einmal getan hatte, widmete er seine große Arbeitskraft ganz der neuen dynamischen Theorie, der zufolge die Wärme in der Bewegung der kleinsten Massenteilchen besteht.

In den vorliegenden Abhandlungen entwickelt *Thomson* mathematisch alle wichtigen Konsequenzen dieser Theorie, wobei er sehr ausführlich die dampf- und gasförmigen Stoffe behandelt. Eingehend diskutiert er die Methode zur Feststellung der Äquivalenz von Arbeit und Wärme. Den weitaus größten Teil des Bündchens nehmen die Untersuchungen über die Thermoelektrizität ein. Während *Thomson* für die übrigen hier zusammengestellten Arbeiten den Ruhm der Priorität an *Clausius* abtreten mußte, so war er auf dem Gebiet der Thermoelektrizität unbedingt der Führer. Er stellte die Beziehung zwischen Thermokraft und Peltiereffekt her und entdeckte die nach ihm benannten *Thomsonströme*, jene sehr wichtige Verschiebung des elektrischen Potentials in einem Temperaturgefälle.

Die Übersetzung hält sich sehr eng an das Original. Leider ist dadurch der Stil sehr schleppend geworden; einige Sätze sind völlig unverständlich.

F. Henning, Lichterfeldc.

Kleine Mitteilungen.

Die Wirkung des Klimas in tropischen und polaren Gegenden auf den ein mittleres Klima gewöhnten Menschen wird seltsamerweise meist als eine ähnliche geschildert; es zeigt sich nämlich bei den allermeisten Menschen ein Gefühl der Gleichgültigkeit gegen die Arbeit, welches äußerlich in einem Sichgehenlassen sich ausspricht. *Kurt Wegener* macht in der *Meteorologischen Zeitschrift* 1914, 3, 97 f., darauf aufmerksam, daß dieses Gefühl nicht auf das Klima selbst, sondern auf die Einsamkeit zurückzuführen ist, welcher der Mensch sowohl in den Tropen wie in Polargebieten größtenteils ausgesetzt ist. Es fehlt daher Lob und Tadel, auch der Zwang der Standesgenossen. Hierdurch wird allerdings zunächst ein Wachsen des Selbstgefühls, bald aber eine „Verschlumpung“ hervorgerufen, die aber psychologischen und nicht physiologischen Ursprungs ist. *Kurt Wegener*, der kurz hintereinander zwei ziemlich extreme Erdklimate kennen lernte, $2\frac{1}{2}$ Jahre das tropische der Insel Samoa und $1\frac{1}{4}$ Jahre das polare Spitzbergen, weist darauf hin, daß die Wirkung des Klimas oft mit der Wirkung der in diesem Klima für den Europäer ratsamen, an und für sich unrationell erscheinenden Verpflegung verwechselt wird. In polaren Gegenden fürchtet man den Skorbut und steigert infolgedessen den täglichen Proviant, der in mittleren Breiten etwa 1,5 kg ausmacht, auf 3 bis 4 kg! Die gefroren aufbewahrten Speisen büßen kaum etwas von ihrem Wohlgeschmack ein; für jemanden, der am Essen Geschmack findet, ist daher Spitzbergen ein wahres

Schlaraffenland! Anders in den Tropen, wo man auf Konserven angewiesen ist, die auf die Dauer nicht behagen. Die aus diesem Mißstand erwachsende schlechte Stimmung pflegt dann ebenfalls dem Klima zur Last geschrieben zu werden. Sieht man von allen solchen Nebensachen ab, so besteht die eigentliche Wirkung des Klimas im Polargebiet während der Winternacht bei allen Menschen in einer starken Entfettung, der während des Wintertages (auf Spitzbergen acht Monate) ein steigender Fettansatz gegenübersteht. Dasselbe Verhalten zeigen auch Seehunde und Rentiere. Der physiologische Grund dieser Erscheinung liegt im Versagen der Tätigkeit der Galle, welche die Fettverdauung besorgt, in der Winternacht. Zur Erhaltung der Körperbilanz muß im Polargebiet ein größerer Stoffumsatz stattfinden: 3 kg gegen 1 kg in mittleren Breiten nach Abzug der Kotproduktion, woraus hervorgeht, daß der oben mit 3 bis 4 kg angegebene tägliche Proviant eine weitergehende Bedeutung hat. Gegenteilige Erfahrungen macht man in den Tropen. Der Einwirkung der Lufttemperatur auf die Haut legt *Wegener* nur geringe Bedeutung bei. In den Tropen steigert sich zwar die Schweißaussonderung bei Überhitzung des Körpers, doch wächst die verdunstete Wassermenge nicht in gleichem Grade, da ja die Luft weniger aufnahmefähig ist für Wasserdampf, gleichen Sättigungsgrad wie in kühleren Breiten vorausgesetzt. Dagegen ist in der Lungentätigkeit einer der wichtigsten Gründe für die Schwankungen des Energieumsatzes in den verschiedenen Klimaten zu suchen. Die *Kurzatmigkeit*, welche sich in den Tropen geltend macht, steht im Gegensatz zu dem *freien und tiefen Atmen* in *Polar-gegenden*. Die *Ermüdung*, welche nun aber sowohl in den Tropen wie im Polargebiet sich als stets wiederkehrende Erscheinung zeigt, hat nur in jenen ihren Grund darin, daß man schwitzt und der Atem knapp wird, während im hohen Norden erst, wenn die Kontraktionsfähigkeit der Muskeln versagt, sich das Gefühl der Ermüdung Geltung verschafft. —z.

Untersuchung über die Einwirkung der Sonnenfinsternis auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. Bei der Sonnenfinsternis im Jahre 1912 hat sich bei Versuchen, die von privater Seite unternommen wurden, gezeigt, daß die auf einer Empfangsstation für drahtlose Telegraphie ankommenden Zeichen in ihrer Lautstärke stark von dem Grade der Verfinsterung abhängig waren, und zwar um so mehr, je weiter Send- und Empfangsstation voneinander entfernt lagen. Dieses Resultat gehört in eine Gruppe von Erscheinungen, die in der letzten Zeit in der wissenschaftlichen Erforschung der drahtlosen Telegraphie im Vordergrund des Interesses stehen. Man hat nämlich gefunden, daß die Empfangsstärke im Laufe der 24 Stunden eines Tages nicht konstant ist, daß sie vielmehr in der Nacht beträchtlich höhere Werte annimmt und zugleich sehr sprunghafte Veränderungen zeigt, während nur am Tage relativ konstante Verhältnisse herrschen. Die Abweichungen zwischen den Tages- und Nachtverhältnissen werden um so größer, je weiter die miteinander verkehrenden Stationen voneinander entfernt sind und sind bei großer Entfernung recht beträchtlich. So sind zum Teil nachts Intensitäten gemessen, die das 40fache der Tagesintensitäten betragen. Dieselbe Wirkung, wie der Wechsel von Tag und Nacht scheint auch die Sonnenfinsternis hervorzurufen, und man will daher die Sonnenfinsternis am 21. August dieses Jahres dazu benutzen, diese Erscheinungen in größtem Maßstabe zu untersuchen. Die Organi-

sation geht von zwei Kommissionen aus, die sich die Aufgabe gestellt haben, die ganze Erscheinungsgruppe zu erforschen. Dazu sollen am Tage der Sonnenfinsternis einige Großstationen zu verabredeten Zeiten Dauersignale geben, die dann von einer großen Anzahl von Empfangsstationen quantitativ aufgenommen werden sollen. Die Sendestationen und die Empfangsstationen werden so gelegen sein, daß die Wellen zum Teil nur den Halbschatten, zum Teil den Kernschatten oder auch nur Gebiete zu durchlaufen haben, die von der Finsternis ganz unberührt bleiben. Ein Vergleich des so gesammelten großen Materials wird wichtige Schlüsse auf die Art der Ausbreitung der Wellen und ihre Beeinflussung durch das Tageslicht ermöglichen. Es herrschen dabei scheinbar sehr komplizierte Verhältnisse. Das geht daraus hervor, daß der Übergang vom Tag zur Nacht insofern eine besondere Stellung einnimmt, als in dieser Zeit die Veränderungen der Empfangsintensitäten nach einem gewissen, stets wiederkehrenden Rhythmus erfolgen, der sich voraussichtlich auch bei der Sonnenfinsternis zeigen wird. Ferner hat man gefunden, daß auch die rein meteorologischen Verhältnisse von Einfluß sind, daß die drahtlose Übertragung besser gelingt, wenn der Himmel auf großen Strecken eine geschlossene Wolkendecke besitzt und anderes mehr. Jedenfalls wird die Praxis der drahtlosen Telegraphie aus diesen Versuchen nicht geringen Nutzen zu ziehen wissen. *P. Lg.*

In den Feuerungsrückständen der Fabriken finden sich je nach Art der Feuerung, der Anstrengung des Kessels oder anderen Umständen stets mehr oder weniger brennbare Teile. Wird deren Aussonderung unterlassen, so bedeutet dies einen Verlust. In den Gasanstalten wurden diese Brennstoffe bisher an manchen Orten durch Auslesen oder Auswaschen gewonnen, doch nur in geringem Maße mit Erfolg. Eine **vollständige Aussonderung von Koks und Kohle aus Feuerungsrückständen** gestattet ein Verfahren von *A. F. Müller* in Pankow-Berlin. Nach diesem werden die Feuerungsrückstände, nachdem aus ihnen Asche und Kohlenstaubteile durch Aussieben abgesondert sind, in einem Behälter mit einer Flüssigkeit gebracht, die erheblich schwerer als Wasser ist, so daß die leichten Koks- und Kohleteilchen darauf schwimmen, während die schwere Schlacke zu Boden fällt. Der Behälter ist trommelförmig und enthält ein Flügelrad mit Sieben und Bürsten, das sich dreht und dabei die Schlacke an einer Stelle, den aufgefischten Koks und die Kohle an einer anderen Stelle herauswirft. Das Verfahren ist einfach und nicht teuer, da sich als Trennungsfüssigkeit Abgänge aus anderen Industrien verwerten lassen. Salzlauge, z. B. Chlorkalziumlauge, Sulfidlauge, verdünnte Melasse und Kreidebrühe, je nachdem das eine oder andere Material an einem bestimmten Orte sich am billigsten stellt. Die abgesonderte Schlacke ist denn auch noch verwertbar, z. B. zur Herstellung von Schlackensteinen, von Rabitzwänden, von Beton, als Filtirmaterial für Wasserkläranlagen und für manche andere Zwecke. (*J. f. Gasbel.* 57, 502, 1914.) *Mk.*

Schutz der Seeschiffe gegen treibende Eisberge. Nach dem Untergang der *Titanic* wurde vielfach die Frage besprochen, ob es nicht möglich sei, durch geeignete Sicherheitsmaßregeln die Gefahren abzuwenden, die den Ozeandampfern durch treibende Eisberge drohen. Es fehlte nicht an Vorschlägen zu Vorrichtungen, die auf dem Schiff die Annäherung eines Eis-

berges anzeigen sollten. Unter ihnen schien einigermaßen aussichtsreich das Verfahren, aus Temperaturänderungen des Seewassers die Nähe des gefährlichen Eises zu erkennen; hatte doch Professor *Barnes* bei seinen Untersuchungen gefunden, daß allgemein beim Herannahen des Berges die Wassertemperatur steigt, um dann meist in dessen nächster Nähe wieder etwas zu fallen. Diese Erscheinung war als „charakteristischer Eisbergeffekt“ bezeichnet worden. Daß ein derartiger Effekt nicht durch gelegentliche Beobachtungen der Wassertemperatur mit genügender Sicherheit festgestellt werden konnte, war hinreichend klar, und deswegen unternahmen die Herren *Waidner*, *Dickinson* und *Crowe* vom Bureau of Standards im Sommer 1912 eine eingehende Prüfung der fraglichen Verhältnisse, über deren Ergebnisse sie im Bulletin of the Bureau of Standards, Band 10 einen schön ausgestatteten Bericht liefern.

Die Beobachtungen erfolgten an Bord der U. S. S. *Chester* und *Birmingham*, die zu diesem Zweck mit den erforderlichen feinen Instrumenten ausgestattet waren. In der Hauptsache wurden die Wassertemperaturen mit elektrischen Widerstandsthermometern gemessen, deren sehr genaue Angaben durch einen geeigneten Apparat dauernd registriert wurden, so daß sich keine Temperaturänderungen der Beobachtung entziehen konnten. Bei den Kreuzfahrten zwischen 37° und 43° 30' nördlicher Breite und 43° bis 53° westlicher Länge wurden während eines Monats in eisfreiem Wasser und in der Nähe von großen und kleinen Eisbergen die Messungen durchgeführt, von denen die charakteristischen Kurven dem Berichte beigelegt sind. Die genauere Betrachtung ergibt, daß *Barnes'* „charakteristischer Eisbergeffekt“ sich niemals zeigte, womit jedoch nicht gesagt ist, daß er unter anderen örtlichen Verhältnissen nicht vorhanden sein kann. Im allgemeinen erwiesen sich die Temperaturverhältnisse des Ozeans als sehr wechselnd; bald zeigte sich eine stundenlange Temperaturkonstanz, dann wieder traten — ganz außerhalb des Bereiches von Eisbergen — plötzliche recht erhebliche Schwankungen der Temperatur von mehreren Graden auf. Bei Annäherung an oder Entfernung von einem Eisberg zeigte sich bisweilen eine Steigerung der Temperatur, bisweilen eine Erniedrigung oder sie blieb auch unverändert. Ja sogar wenn man sich demselben Eisberge aus verschiedenen Richtungen näherte, war der Verlauf der Temperaturkurve vielfach gänzlich verschieden.

Als man die zahlreichen in der Nähe von Eisbergen aufgenommenen Kurven zu einer mittleren Kurve vereinigte, fand sich allerdings, daß die Temperatur in deren unmittelbarer Umgebung etwa 1° niedriger war als in 6—8 km Entfernung; das wäre also gerade das Gegenteil von *Barnes'* „Eisbergeffekt“. Berücksichtigt man nun aber, daß auch in eisfreiem Wasser erhebliche Temperaturänderungen ohne ersichtliche Ursache aufgefunden wurden, so ergeben diese Messungen, daß sich aus Temperaturregistrierungen keinerlei sichere Schlüsse über die Nähe von Eis gezogen werden können. Die Möglichkeit bleibt allerdings offen, daß für Gegenden mit ziemlich konstanter Wassertemperatur *Barnes'* Beobachtungen zu Recht bestehen; aber als allgemein anwendbare Sicherung gegen die Gefahr der Eisberge kann die fragliche Methode jedenfalls nicht mehr angesehen werden. Dagegen behält die Temperaturregistrierung ihren Wert als Mittel, die Annäherung an Küsten oder Untiefen zu erkennen. *Kpl.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY
RECEIVED
NOV 2 1914
.....
U. S. Department of Agriculture

Heft 38.

18. September 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Ein Dezennium moderner Silikaterforschung. Von | Besprechungen. S. 887.
Dr. H. S. v. Klooster, Groningen. S. 877.

Über die Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe | Kleine Mitteilungen. S. 891.
gegen die Fermente der Eiweißspaltung. Von
Dr. F. Langenskiöld, Helsingfors. S. 883.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Neue Auflage

Soeben erschienen:

Volkstümliche Namen der Arzneimittel, Drogen und Chemikalien

Eine Sammlung
der im Volksmunde gebräuchlichen Benennungen u. Handelsbezeichnungen

Zusammengestellt von

Dr. J. Holfert

Siebente, verbesserte und vermehrte Auflage

Bearbeitet von **G. Arends**

In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 20 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandeln der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Ein Dezennium moderner Silikaterforschung.

Von Dr. H. S. v. Klooster, Groningen.

Zehn Jahre sind verflossen, seitdem zwei bedeutungsvolle Werke erschienen sind, die sich mit der Frage nach der Erstarrung der Silikatschmelzen und Eruptivmagmen befaßten, und zwar das bekannte Roozeboomsche Lehrbuch „Die heterogenen Gleichgewichte“ (II, 1, S. 240 ff.) und die einschlägigen Studien des verdienstvollen norwegischen Mineralogen Vogt, die unter dem Titel „Die Silikatschmelzlösungen“ Ende 1903 herausgegeben wurden.

Bakhuis Roozeboom, der die Zulässigkeit der Anwendung der Phasenlehre auf die Erstarrung der Eruptivgesteine befürwortet, versäumt nicht, auf die großen Schwierigkeiten hinzuweisen, die der Anwendung der (auf metallographischem Gebiet so äußerst erfolgreichen) Phasenlehre auf das vorliegende Problem im Wege stehn. Zum Teil beruht dies darauf, daß die magmatischen Lösungen von phasentheoretischem Standpunkt betrachtet, Systeme aus mehreren Komponenten sind, wodurch die Verhältnisse äußerst kompliziert werden. Von den experimentellen Schwierigkeiten hebt er besonders die große Viskosität vieler Silikate, welche die genaue Bestimmung von Schmelz- und Erstarrungstemperaturen erschwert, hervor, dann auch die zu rasche Erstarrung bei Laboratoriumsversuchen, wodurch oft Unterkühlung eintreten kann und unter Umständen auch die Ausscheidungsfolge und die Art der sich auscheidenden Mineralien geändert wird.

Auf Grund seiner jahrelang fortgesetzten Schmelzversuche (1880—1903) an natürlichen Silikatgemischen und künstlichen Hochofenschlacken kommt Vogt zu dem Schluß, daß die physikalisch-chemischen Lösungsgesetze, wie sie von *Van't Hoff*, *Ostwald*, *Nernst* und *Roozeboom* entwickelt wurden, in vollem Umfang auf die Silikatschmelzen anwendbar sind. Trotzdem nun die Vogtschen Untersuchungen mit beschränkten Mitteln ausgeführt und mit methodischen Fehlern, welche die daraus gefolgerten Schlüsse manchmal fraglich erscheinen lassen, behaftet sind, sichert der klargefaßte Grundgedanke seiner Lebensarbeit — die Anwendung physikalisch-chemischer Gesetze auf petrogenetische Probleme — seinem Werke einen bleibenden Wert. Vogt ist sich der fragmentarischen Arbeit, die er geleistet, vollkommen bewußt gewesen; schließt er doch seine Betrachtungen mit den Worten: „In den letzten Jahren ist die Grundlage zu einem neuen, eingehenden Studium der Silikatschmelz-

lösungen und der in denselben stattfindenden Verfestigungsvorgänge gelegt. Noch befinden wir uns im Anfang des auf den physikalisch-chemischen Gesichtspunkten basierten Arbeitsweges; die vielen noch offenen Fragen werden sich unzweifelhaft durch fortgesetzte Studien lösen lassen, zur Förderung der Wissenschaft, wie auch der Technik.“

Wenden wir uns den Arbeiten zu, die im vergangenen Jahrzehnt auf dem Gebiet der Silikatschmelzen aufklärend gewirkt haben, so kommen beinahe ausschließlich die Arbeiten des aus den unerschöpflichen Mitteln *Andrew Carnegies* gegründeten geophysikalischen Institutes in Washington in Betracht. Die erste diesbezügliche Abhandlung erschien Anfang 1904 (*Science* 19, S. 739) und seitdem sind eine große Zahl von experimentellen Untersuchungen hervorragender Bedeutung aus dem erwähnten Institut hervorgegangen. Es erübrigt, die Wichtigkeit dieser Untersuchungen — im Gegensatz zu den Resultaten anderer Forscher, denen oft nur ein approximativer und orientierender Wert beigemessen werden kann — klar hervorzuheben. Zur Erreichung der erzielten Resultate haben nämlich nicht nur physikalisch geschulte Chemiker, zugleich erprobte Analytiker, sondern auch eine Anzahl erfahrener Physiker und geübter Kristallographen und Mineralogen gemeinsam gearbeitet.

Die Arbeit der Physiker (*Day*, *Clement*, *White*, *Sosman*, *Johnson*) hat darin bestanden, daß eine genaue Temperaturmessung mittels des Stickstoffthermometers bis 1550° durchgeführt wurde, eine Arbeit, die allein mehr als 5 Jahre in Anspruch nahm. Dabei wurden auch die Fehlerquellen aufgedeckt, die den Temperaturmessungen mittels Thermoelemente, deren Angaben auf die Stickstoffthermometerskala bezogen werden, anhaften und Mittel zur Verhütung dieser Fehler angegeben. Bekanntlich werden Temperaturen unterhalb 1600° — eine Temperaturgrenze, die für viele Silikatschmelzen ausreicht — mit dem von *Le Chatelier* angegebenen Platin-Platin-Rhodium-Thermoelement ausgeführt. Die Thermokraft dieses Elements wird nun durch infizierende Metaldämpfe bedeutend herabgesetzt; namentlich das Iridium, welches immer im Handelsplatin vorkommt, wirkt bei hohen Temperaturen verhängnisvoll. Bei allen exakten Untersuchungen über 800° ist es daher geboten, iridiumfreies Platin zu verwenden.

Die Tätigkeit der Chemiker hat sich in erster Linie auf die Darstellung von möglichst reinen Ausgangsmaterialien von genau bekannter Zusammensetzung gerichtet, was besonders bei Arbei-

ten im Gebiet hoher Temperaturen sehr ins Gewicht fällt, da Verunreinigungen von 0,1 % mitunter schon Fehler von 2° bei der Schmelzpunktbestimmung veranlassen können. Auch die Darstellung von Mischungen von genau bekannter Zusammensetzung ist keineswegs eine leichte Sache und erfordert sehr viel Zeit, was wohl hauptsächlich mit der großen Viskosität vieler Silikatschmelzen zusammenhängt. Beim Zusammenbringen der Ausgangsprodukte (als solche wurden bisher verwendet: SiO_2 , Al_2O_3 , CaO , MgO , Na_2CO_3 , Li_2CO_3 , K_2CO_3) in berechneten Quantitäten, läßt man erst bei etwa 900°—1000° die Gemische längere Zeit sintern, wobei schon eine teilweise Vereinigung stattfindet. Nach Pulver-

Die erhaltenen Schmelzprodukte müssen nach genauer thermischer Behandlung, zwecks Identifizierung der anwesenden Bestandteile (Phasen) einer eingehenden optischen und (wenn angängig) kristallographischen Untersuchung unterworfen werden. Auch in dieser Richtung haben die Arbeiten des Washingtoner Institutes Vorzügliches geleistet, dank der Mithilfe einer Reihe namhafter Forscher auf diesem Gebiet (*Iddings, Wright, Larsen, Fenner*).

Der Schwerpunkt der verrichteten Untersuchungen liegt in der Feststellung der *thermischen Existenzbedingungen* (der Einfluß des Druckes ist noch nicht eingehend untersucht worden und ist in vielen Fällen nur von sekundärer

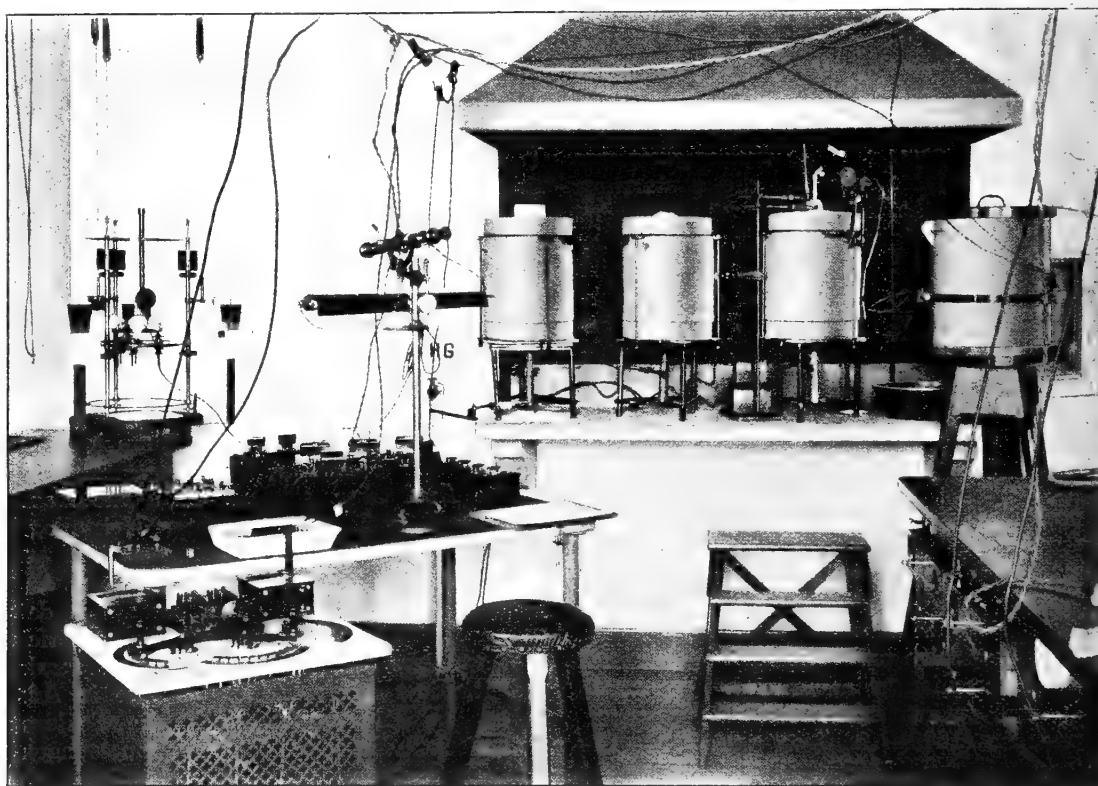


Fig. 1.

sierung des erhaltenen Kuchens wird dieser Prozeß ein- oder zweimal wiederholt. Darauf wird das Produkt geschmolzen und pulverisiert. In einigen Fällen war es nötig, das einmal geschmolzene Produkt nach wiederholtem Feinpulvern noch mindestens zweimal umzuschmelzen, bevor ein einheitliches Schmelzprodukt erhalten wurde, eine Folge der trägen Gleichgewichtseinstellung in den zähen Schmelzen. Die nachträgliche Analyse weicht zufolge der vielen Operationen manchmal nicht unerheblich von der Einwage ab. Das Aufbessern geschieht in derselben Weise (durchmischen, sintern, pulverisieren, umschmelzen usw.), was natürlich viel Zeit in Anspruch nimmt.

Bedeutung, insoweit nicht Wasser und Gase unter hohem Druck für die Darstellung notwendig sind — gemeint ist die sogenannte hydrothermale Synthese) der aus trockenem Schmelzfluß dargestellten Silikate. Die Darstellung selbst ist nämlich schon längst ausgeführt worden und bietet manchmal keine besonderen Schwierigkeiten. Namentlich sind es französische Forscher gewesen, die sich im vorigen Jahrhundert damit befaßt haben: *Fouqué, Michel-Levy, Friedel (Ch. und G.), Hautefeuille* u. a. Dagegen war bis vor etwa 10 Jahren über die Schmelzpunkte der Silikate, über die Temperaturgrenzen, innerhalb deren die verschiedenen Modifikationen eines und desselben Silikates als stabile oder instabile Formen auftreten, nichts

Sicheres bekannt. Es wurde sogar von einigen Forschern (*Doelter, Dittler, Leitmeyer* u. a.) der Standpunkt vertreten, daß die meisten Silikate, ihrer großen Viskosität wegen, keinen gut definierten Schmelzpunkt aufweisen, sondern nur Schmelzintervalle, die sich über Gebiete von 50° bis 100° oder mehr erstrecken. Daß solche Ansichten sich hartnäckig behaupten, liegt eben daran, daß es unmöglich ist, ohne die nötigen Hilfsmittel und die den schwierigen Verhältnissen angepaßten Methoden vollkommen objektive, eindeutige, reproduzierbare Resultate zu erzielen. Da nun Verfasser in dem neugebauten Laboratorium für physikalische Chemie der Groninger Universität, unter Leitung von Prof. *Jaeger*, Gelegenheit hatte, die amerikanische Arbeitsmethode auf ihre Wirksamkeit zu prüfen und zu verifizieren, scheint es angebracht, etwas näher auf die für Silikate geeigneten Untersuchungsmethoden einzugehen¹⁾.

Die dazu benutzte Apparatur ist in Fig. 1 wiedergegeben. Bei der genauen thermoelektrischen Temperaturmessung (wozu die üblichen von 10° zu 10° eingeteilten Zeigergalvanometer unbrauchbar sind) macht man ausschließlich Gebrauch von Kompensationsbänken nach *Wolff-Dieselhorst* (in der Figur sichtbar, in Verbindung mit den Hilfswiderstandsbänken und den benötigten Normalelementen, auf dem vorderen Tisch links), mittels deren die Thermokraft des Pt-PtRh-Elementes in gleichen Zeitintervallen ($60''$, $30''$, $15''$) bis auf 100 oder 200 Mikrovolt kompensiert wird. Der jeweilige Überrest wird gemessen mit Hilfe eines empfindlichen, aperiodischen Galvanometers (Ayrton-Mather-Typus nach *D'Arsonval*; auf der Figur ganz links in der erschütterungsfreien Aufhängungslage nach *Julius*). Die Empfindlichkeit wird durch einen Vorschaltwiderstand so reguliert, daß das Skalenbild, im Fernrohr abgelesen, sich um 1 mm verschiebt bei Änderung der Thermokraft von 1 Mikrovolt. Dies entspricht einer Genauigkeit in der Ablesung von rund $0,1^{\circ}$, während bei den Zeigergalvanometern die einzelnen Grade geschätzt werden müssen. In dem großen Eiskessel (auf dem Bild ganz rechts) wird die kalte Lötstelle der benutzten Thermoelemente dauernd (etwa 24 Stunden) auf 0° gehalten. Mittels eines Umschalters (auf dem Tisch links, in der mit Öl gefüllten Porzellanschale) können drei Thermoelemente (gewöhnlich genügen zwei) abwechselnd auf ihre Thermokraft untersucht werden. Auf der eingebauten steinernen Tischplatte erkennt man weiter drei vertikale Röhrenöfen, von denen die zwei linken mit Wickelungen von Nichromdraht (für Temperaturen unterhalb 1200°), der dritte mit Platindrahtwickelungen von 2 mm Stärke versehen ist. Die Wickelungen sind auf der Innenseite eines starken Magnesitzylinders an-

gebracht. Letzterer ist von einem schweren Schamottemantel umgeben, wobei der Zwischenraum mit gebrannter Magnesia angefüllt wird. Der benutzte Platindraht, der aus oben erwähnten Gründen iridiumfrei sein muß, hat ein Gewicht von etwa 200 g. Der Platinofen repräsentiert somit den respektablen Wert von ca. 1400 M. Die Öfen werden geheizt mit Gleichstrom von 110 Volt Spannung, und die genaue Temperaturregulierung wird besorgt von einem $11,1 \Omega$ Ruhstratschen Vorschaltwiderstandstisch für Starkstrom (bis 40 Ampère). (Auf dem Bild ganz vorne, links ersichtlich.)

Was läßt sich nun mit der beschriebenen Apparatur erreichen? Die bekannte Abkühlungsmethode, wobei die Wärmeeffekte, welche bei der Abkühlung einer geschmolzenen Masse auftreten, von dem Thermoelement angezeigt werden, liefert für Silikate wegen der großen Neigung zur Unterkühlung *völlig willkürliche* Schmelz- (eigentlich Erstarrungs-) Punkte. So liegen z. B. die in der Literatur für Natriummetasilikat (Na_2SiO_3), ein niedrig schmelzendes, leicht flüssiges Silikat, angegebenen Schmelzpunkte nicht weniger als 50° auseinander. Deshalb wurde im Washingtoner Institut von Anfang an nur nach der Erhitzungsmethode gearbeitet und die Temperaturen bestimmt, bei denen Wärme von der Substanz gebunden wird. Dafür ist aber die Anwendung eines zweiten Thermoelementes notwendig, das in jedem Augenblick die Temperatur des Ofens anzeigt und uns instand setzt eine gleichmäßige Erhitzungsgeschwindigkeit zu erzielen. Es lassen sich leicht Geschwindigkeiten von 2° bis 8° pro Minute realisieren, in den meisten Fällen genügt eine Geschwindigkeit von 4° bis 5° in der Minute.

Zur Erreichung reproduzierbarer Werte ist weiter unbedingt notwendig die Ermittlung des sog. Gebietes der Temperaturkonstanz. Es läßt sich für jeden Ofen (natürlich oben und unten möglichst vollständig mit Porzellan- und Asbestscheiben abgedeckt) ein Gebiet ausfindig machen, innerhalb dessen in einem bestimmten Moment die Temperatur nahezu gleich ist. Dieses Gebiet (in der Fig. 2 schraffiert angegeben), das sich mit der Temperatur ein wenig verschiebt, läßt sich ermitteln, indem man das Ofenelement, durch eine Porzellanhülse geführt, ungeschützt bis ungefähr in die Mitte des Ofens bringt und den Heizstrom so lange reguliert, bis bei unveränderter Netzspannung die Temperatur konstant bleibt, dann verschiebt man die Lötstelle jedesmal um 1 cm in die Höhe und zurück und notiert die Temperaturen (siehe Fig. 2). Verschiebung in horizontaler Richtung, ausgenommen in unmittelbarer Nähe der Drahtwickelungen, zeigt keine merklichen Temperaturänderungen an. Auf diese Weise ließ sich bei den im Groninger Institut benutzten Öfen das Gebiet in einer Länge von ca. 4 cm feststellen. Durch Einbringen von Unterlagen für die Tiegel ändert sich das Gebiet ein wenig, man

¹⁾ Ausführlicher in *F. M. Jaeger*, Eine Anleitung zur Ausführung exakter Messungen usw. Groningen, J. B. Wolters, 1913.

muß also dafür sorgen, daß diese möglichst wenig Wärme abführen. Verwendung von Diaphragmen in verschiedener Höhe vergrößert natürlich das Gebiet¹⁾. In diesen Raum werden nun die zu untersuchenden Substanzen hineingebracht.

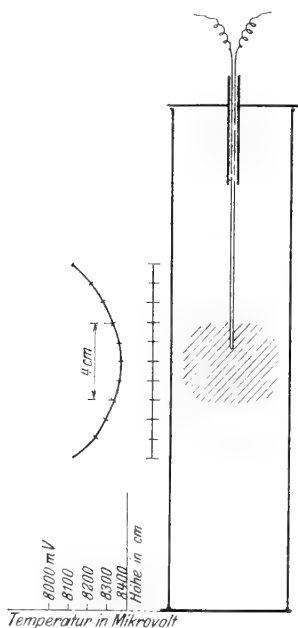


Fig. 2.

Als ein weiteres Ergebnis der amerikanischen Untersuchungen muß hier angeführt werden die Verwendung von kleinen 1—1,5 cm fassenden Schmelztiegeln aus reinem Platin (siehe Fig. 3), hauptsächlich wegen der geringen Schmelzwärme

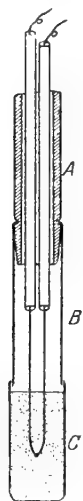
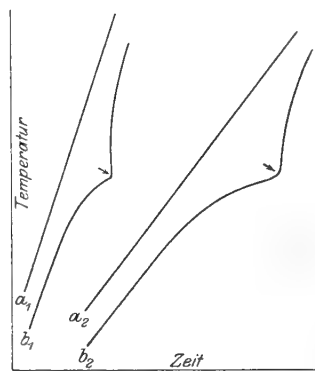


Fig. 3.



a_1 und a_2 Ofenkurven.
 b_1 und b_2 zugehörige
 Massenkurven.

Fig. 4.

¹⁾ Es ist besonders wichtig, daß die Wicklungen gleichmäßig angebracht sind und sich beim Gebrauch des Ofens in richtiger Lage erhalten; andernfalls treten bedeutende Unregelmäßigkeiten in der Temperaturverteilung im Innern des Ofens ein, wodurch die Resultate leicht um einige Grade gefälscht werden können.

und des schlechten Wärmeleitvermögens der Silikate. Die Tiegelchen (C) werden an eine Platinhülse befestigt (B), die ihrerseits mit dem Schutzrohr des Thermoelements (A) verbunden ist. Bei Temperaturmessungen oberhalb 1200° muß die Platinhülse durch einen starken Platindraht leitend mit den Wänden des Arbeitszimmers verbunden werden, um die sonst eintretenden Störungen in den Galvanometerablesungen (verursacht durch die Elektrizitätsübertragung von den Platinwicklungen auf das Thermoelement durch die ionisierte Luft) zu beseitigen.

Untersucht man nun ein gut schmelzendes leichtflüssiges Silikat in der angegebenen Weise, indem man den Versuchstiegel an das eben erwähnte Gebiet des Ofens bringt und bei gleichmäßig zugeführter Wärme abwechselnd jede halbe Minute die Temperatur des Ofens und der Substanz abliest, so zeigen die Temperatur-Zeit-Kurven den in Fig. 4 dargestellten Verlauf.

Wo die Massenkurve wieder rasch in die Höhe schnell, liegt der Schmelzpunkt (\rightarrow). Die Richtigkeit dieser Annahme geht daraus hervor, daß bei verschiedener Erhitzungsgeschwindigkeit dieser Punkt bis auf $\pm 1^\circ$ wiedergefunden wird. Die Bedeutung des Gebietes ohne merklichen Temperaturgradienten erhellt daraus, daß man durch zu hohe oder zu niedrige Einstellung des Tiegels in den Ofen bei übrigens gleicher Erhitzungsgeschwindigkeit Werte für den Schmelzpunkt bekommt, die entweder einige Grade höher oder ein paar Grade tiefer liegen.

Auf die hier beschriebene Weise sind von einer großen Anzahl Silikate die Schmelzpunkte mit einer absoluten Genauigkeit von ca. 1° bestimmt worden.

Als Beispiele seien hier angeführt:

Anorthit	1551°
α -Calciummetasilikat	1540°
α -Magnesiummetasilikat	1554°
Diopsid	1391°
Lithiummetasilikat	1201°
Natriummetasilikat	1088°

Es gibt aber noch eine zweite Methode, die nicht auf gleichmäßige Erhitzung des Ofens, sondern auf Konstanterhaltung der Temperatur im Innern des Ofens, d. h. auf die Benutzung desselben als *Thermostaten*, basiert ist, und die uns befähigt, die nach der Erhitzungsmethode erhaltenen Schmelzpunkte zu verifizieren. Zu dem Zweck wird der Ofen folgendermaßen in einen sogen. Abschreckungs-Ofen umgeändert.

Die obere Öffnung wird von einer dreifach durchbohrten Schamottescheibe abgedeckt; durch die Mitte führt das Schutzrohr des Thermoelements, dessen Lötstelle nackt¹⁾ in die Mitte des Ofens eingestellt wird. Gleichweit von der Mitte sind zwei starke Platindrähte

¹⁾ Oberhalb ca. 1200° geschützt (durch einen mit den Wänden des Arbeitszimmers verbundenen Platindraht).

angebracht, die am unteren Ende hakenförmig umgebogen sind. Daran hängt ein dünnes Platindrähtchen, das ein Porzellanringelchen trägt, an welches wiederum ein dünnes Platinblech, zu einem Päckchen umgeformt und mit der Substanz gefüllt, angehängt wird. Nachdem man bei genau konstant gehaltener Temperatur (für kurze Zeit bis auf $0,3^\circ$, manchmal, bei längerem Exponieren, abhängig von kleinen Schwankungen der Netzspannung der städtischen Zentrale, bis auf 1° — $1,5^\circ$) die zu untersuchende Substanz exponiert hat, wird rasch der untere Verschuß des Ofens entfernt und ein starker Strom durch die

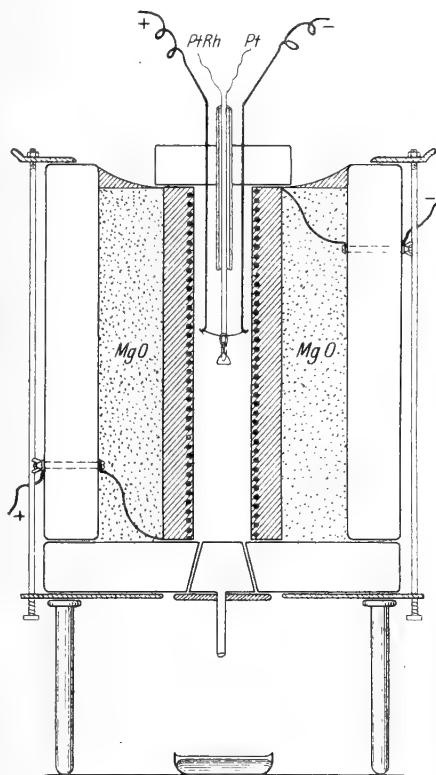


Fig. 5.

Drähte geschickt, worauf das Ringelchen (das ein Ankleben des Päckchens an den Aufhängungsdrähten verhindert) mitsamt dem Päckchen momentan in einem Quecksilberbad, mit einer dünnen Wasserschicht bedeckt, abgeschreckt wird. Die ganze Operation erfordert kaum 5 Sekunden. Man nimmt zweckmäßig nur sehr wenig Substanz, etwa 0,05 bis 0,1 g, denn nur so gelingt es z. B., das leicht kristallisierbare Lithiummetasilikat glasig zu bekommen. Das Verfahren zur Schmelzpunktbestimmung besteht nun darin, daß man die Substanz bei immer höheren Temperaturen exponiert (meistens genügt eine halbe Stunde vollkommen), abschreckt und unter dem Mikroskop feststellt, ob das abgeschreckte Produkt kristallisiert oder glasig ist. So fand z. B. in jüngster Zeit Bowen für den reinen Anorthit, von dem behauptet wird, daß er ein Schmelzintervall von

etwa 30° oder sogar noch mehr besitze, nach halbstündigem Exponieren im abgeschreckten Produkt:

bei 1551° Kristalle und Glas,

bei 1549° nur Kristalle,

bei 1553° nur Glas.

Ganz ähnliche Resultate wurden im hiesigen Laboratorium beim Lithiummetasilikat, Diopsid und Spodumen erzielt. Man kann auf diese Weise, wie gesagt, die Schmelzpunkte bis auf ± 1 — 2° genau festlegen.

Diese sozusagen statische Methode (im Gegensatz zu der zuerst erwähnten Methode, die wir als dynamische bezeichnen können) ist die einzig richtige, im Falle, daß es sich um Stoffe handelt, bei denen die Gleichgewichtseinstellung sehr träge verläuft, wo also die Gefahr einer Überhitzung besteht, wie es z. B. der Fall ist bei der Erhitzung von Albit. Für möglichst reinen Albit (von Amelia Cy, $\text{Ab}_{95}\text{An}_5$) konnten Day und Allen (Carnegie Publ. 31, 1905) nur annähernd feststellen, daß der Schmelzpunkt unterhalb 1200° liegt, während Bowen (1913), nach der statischen Methode arbeitend, für dasselbe Präparat einen Schmelzpunkt von ca. 1100° bestimmen konnte. Auch in bezug auf träge verlaufende Umwandlungen in festem Zustande ist es wiederum die statische Methode, die eindeutige, einwandfreie Resultate liefert. So konnte im hiesigen Institut, nach unveröffentlichten Untersuchungen von Jaeger und Šimek festgestellt werden, daß der Spodumen (und zwar reiner Kunzit von Madagaskar) kein Umwandlungsintervall besitzt, wie von einigen Autoren (Endell und Rieke; Dittler und Balló) angenommen wurde, sondern einen gut definierten Umwandlungspunkt bei 969° . Es ergab z. B. dreistündige Erhitzung einer Beschickung von ca. 0,1 g bei 968° keine sichtbare Umwandlung, dagegen nach gleich langer Erhitzung bei 970° eine nachweisbare Umwandlung. Vollständige Umwandlung wurde erst erreicht bei einer Temperatur von 975° nach etwa 15stündigem Erhitzen. Es ist ohne weiteres klar, daß die Zeit, die zu der vollständigen Umwandlung nötig ist, um so länger ist, je dichter man bei der Umwandlungstemperatur ist. Es genügt aber in den meisten Fällen die Feststellung der Temperatur, bei welcher die Substanz anfängt, sich umzuwandeln; dazu ist in der Regel 1—2stündiges Erhitzen ausreichend.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die statische Methode allgemein anwendbar ist, während die dynamische nur bei relativ schneller Gleichgewichtseinstellung in Frage kommt. Bei der zweiten spielt noch der Zeitfaktor eine Rolle, bei der ersteren kann dieser praktisch (d. h. nach Laboratoriumsarbeitsstunden bemessen) ausgeschaltet werden. In einigen Fällen haben z. B. Shepherd und Rankin sich nicht gescheut, eine bestimmte Beschickung 21 Tage ununterbrochen bei 1400° zu exponieren!

Übersehen wir jetzt im Fluge die in zehn Jah-

ren erreichten Resultate⁴⁾, so läßt sich schon jetzt eine große Reihe interessanter Tatsachen feststellen. Planmäßig haben die amerikanischen Forscher mit zäher Ausdauer und voller Hingebung zuerst die reinen Komponenten: SiO_2 , CaO , MgO , Al_2O_3 eingehend untersucht, darauf einige binäre Systeme: $\text{CaO}-\text{SiO}_2$, $\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$, $\text{CaSiO}_3-\text{MgSiO}_3$, Anorthit-Albit und schließlich noch das ternäre System $\text{CaO}-\text{SiO}_2-\text{Al}_2\text{O}_3$ (teilweise). Chronologisch sollte zuerst die Pionierarbeit von *Day* und *Allen* über den Isomorphismus der Plagioklasfeldspate angeführt werden; diese brennende Frage hat aber erst neulich (1913) durch die schöne Untersuchung von *Bowen* ihre anscheinend endgültige Lösung gefunden. Ebenso sind erst in jüngster Zeit (siehe Z. f. anorg. Chem. 85, 133 [1914]) die Untersuchungen über die Kieselsäure zu einem gewissen Abschluß gekommen.

Anfangend mit dieser Ursubstanz der ganzen Silikatchemie, deren Vielgestaltigkeit den Forschern überaus große Schwierigkeiten bereitet hat, sind die Stabilitätsbeziehungen zwischen den einzelnen Formen, die mineralogisch als Quarz, Tridymit und Cristobalit (über Chalcodon liegen noch keine sichergestellten Daten vor) unterschieden werden, von *Fenner* in der oben zitierten Arbeit definitiv klargelegt. Diese Mineralien sind enantiotrop ineinander unwandelbar, und zwar liegen die Umwandlungspunkte bei Atmosphärendruck für Quarz \longleftrightarrow Tridymit bei $870^\circ \pm 10^\circ$ und für Tridymit \longleftrightarrow Cristobalit bei $1470^\circ \pm 10^\circ$.

Jede dieser Formen zeigt noch wieder thermisch nachweisbare Umwandlungen ohne tiefgreifende Änderung in den kristallographischen und optischen Eigenschaften. Für Quarz liegt die Umwandlungstemperatur bei der Erhitzung: $\beta\text{-Quarz} \longrightarrow \alpha\text{-Quarz}$ bei 575° , bei der Abkühlung: $\alpha\text{-Quarz} \longrightarrow \beta\text{-Quarz}$ bei 570° .

Wright und *Larsen* haben Mittel an die Hand gegeben, an natürlichem Material zu entscheiden, ob die Bildung des Quarzes oberhalb oder unterhalb der Umwandlungstemperatur vor sich gegangen ist. Da nun der Quarz ein wichtiger Bestandteil vieler Eruptivgesteine ist, lassen sich daraus über deren Erstarrungsgeschichte interessante Schlüsse ableiten. Die genannten Autoren machen deshalb den beachtenswerten Vorschlag, Quarz als eine Art „geologisches Thermometer“ zu verwenden. Sollte es mit der Zeit gelingen, noch andere „Fixpunkte“ für diesen Zweck aufzufinden, so hätte man darin, ähnlich wie die Leitfossilien für das Alter der sedimentären Schichten der festen Erdkruste bestimmend

sind, eine Skala für die Festlegung der Temperaturgrenzen, innerhalb deren die verschiedenen Silikate sich aus dem flüssigen Magma abgeschieden haben.

Der Tridymit kommt in drei Formen vor, die als α -, β_1 - und β_2 -Tridymit unterschieden werden. Absolut stabil ist der Tridymit nur von 870° — 1470° als α -Modifikation. Die anderen Formen sind sämtlich metastabil (unterhalb 870° ist nur Quarz unbegrenzt stabil), aber trotzdem im metastabilen Gebiet enantiotrop umwandelbar. Nach *Fenner* liegen die Umwandlungstemperaturen wie folgt:

$\beta_2\text{-Tridymit} \longrightarrow \alpha\text{-Tridymit } 163^\circ$

$\beta_1\text{-Tridymit} \longrightarrow \beta_1\text{-Tridymit } 117^\circ$,

(die Umkehrung bei der Abkühlung ist unscharf).

Cristobalit endlich ist stabil nur in der α -Form von 1470° — 1625° . Wo bisher in der Literatur der Schmelzpunkt von Quarz angegeben war, ist der Schmelzpunkt von Cristobalit (1625°) gemeint. Bei Temperaturen von $274,6^\circ$ — $219,7^\circ$ verwandelt sich die β -Form in die α -Form (im metastabilen Existenzgebiet, denn Cristobalit ist unterhalb 1470° sowohl in bezug auf Tridymit als auf Quarz instabil). Die umgekehrte Umwandlung vollzieht sich ebenfalls in einem Intervall, von $240,5^\circ$ — $198,1^\circ$. Wahrscheinlich liegt hier ein Fall von dynamischer Polymorphie vor.

Von den benutzten Oxyden schmilzt das Calciumoxyd bei 2570° , das Magnesiumoxyd bei 2500° und das Aluminiumoxyd (kristallisiert: Korund) bei 2050° , welche Temperaturen alle außerhalb des Meßbereichs des Pt-Rh-Thermoelements liegen und mittels optischer Pyrometer bestimmt sind. Unter den dargestellten Metasilikaten, deren Schmelzpunkte oben angegeben sind, zeigt das Calciummetasilikat eine Umwandlung bei 1190° , wo die α -Form (vom Schmelzpunkt 1540° bis 1190° beständig) sich in die β -Form umwandelt, welche als Mineral unter dem Namen Wollastonit vorkommt. Die Umwandlung ist enantiotrop, trotzdem bei der Abkühlung ohne Hilfe von Mineralisatoren immer nur die oberhalb 1190° stabile α -Form entsteht.

Das Magnesiummetasilikat ist nichts weniger als pentamorph, d. h. es bildet 5 Formen, von denen die α -Form, vom Schmelzpunkt: 1540° bis 1375° beständig ist. Bei letztgenannter Temperatur wandelt diese sich in die β -Form um, nach *W. Wahl* mit dem Namen Klinoenstatit unterschieden. Diese Form ist die am meisten stabile unterhalb 1375° , die weiteren Modifikationen, die durch die griechischen Buchstaben γ , δ und ϵ unterschieden und in der Natur vertreten werden durch die Mineralien Enstatit, Kupfferit und orthorhombischen Amphibol, stellen wahrscheinlich metastabile (monotrope) Formen dar. Sie gehen sämtlich bei Temperaturen zwischen 1150° und 1300° in die β -Form über.

⁴⁾ Ein ausführliches Referat über die bis zum Jahre 1911 erschienenen Arbeiten aus dem Washingtoner Institut gab *Marc* (Z. f. Electrochemie 18, 2, 1912). Seitdem sind als wichtige Ergänzungen, wodurch die früheren Arbeiten in einigen Punkten eine bessere Deutung erhielten, die Arbeiten von *Bowen* und *Fenner* erschienen.

Im binären System CaO-SiO_2 wurde neben dem Metasilikat das Orthosilikat aufgefunden, eine trimorphe, enantiotrope Verbindung. Die Existenzgebiete liegen wie folgt:

α -Form $2130^\circ - 1413^\circ$.

β -Form $1413^\circ - 700^\circ$.

γ -Form unterhalb 700° .

Die β - γ -Umwandlung ist von starker Volumenvergrößerung, die das „Zerrieseln“ des Orthosilikats veranlaßt, begleitet. Da die Schmelztemperaturen in diesem System sehr hoch liegen, kamen hier als Versuchs- und Meßapparate hauptsächlich Iridiumöfen und -tiegel sowie optische Pyrometer zur Verwendung. Merkwürdigerweise wurde das sog. Tricalciumsilikat (Analogon des Äkermannits) nicht aufgefunden; diese Verbindung trat erst ans Licht, als das ternäre System $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ zur Untersuchung gelangte. Dieselbe zerfällt unter Bildung zweier Phasen bei ca. 1900° .

Für die thermische Untersuchung des Systems $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ mußte gleichfalls das optische Pyrometer herangezogen werden. Es gelang hier nur eine Verbindung zu entdecken, nämlich das Al_2SiO_5 , identisch mit dem natürlichen Sillimannit. Alle Bestrebungen, die gleichfalls in der Natur vorkommenden Mineralien Disthen und Andalusit, welche dieselbe empirische Zusammensetzung besitzen, darzustellen und ihre Existenzbedingungen zu ermitteln, blieben erfolglos. Nur soviel ist sicher, daß diese Mineralien durch Erhitzung in Sillimannit übergehen.

Bei der Untersuchung des binären Systems $\text{CaSiO}_3\text{-MgSiO}_3$ wurde die alte Frage nach den Beziehungen des Diopsids zu den Einzelkomponenten endgültig im Sinne *Retgers'* dahin entschieden, daß das $\text{CaMg}(\text{SiO}_3)_2$ eine chemische Verbindung und keine isomorphe Mischung repräsentiert.

Die Frage nach dem Isomorphismus der triklinen Feldspate, schon 1853 von *v. Waltershausen* aufgeworfen, dann von *Tschermak* (1864) und *Schuster* (1881) neu belebt, wurde im Jahre 1905 von *Day* und *Allen* dahin entschieden, daß Kontinuität der thermischen Eigenschaften vorliegt. Eine Verschiedenheit in Zusammensetzung der koexistierenden Phasen, wie es die Theorie *Roozebooms* für lückenlose Mischkristallbildung verlangt, konnte nicht aufgefunden werden. Erst *Bowen* gelang es, mittels der statischen Methode die Zusammensetzung der bei einer bestimmten Temperatur koexistierenden Mischkristall- und Flüssigkeitsphase festzulegen, und zwar zeigen die Liquidus- und Soliduskurve eine überraschende Übereinstimmung mit den nach den theoretischen Erörterungen von *Laars* berechneten Kurven. Auch die für Anorthit berechnete mittlere molare Schmelzwärme von $104,2 \text{ cal/g}$ stimmt mit der von *Äkermann* und *Vogt* direkt gefundenen (105 cal/g) sehr gut überein.

Das ternäre System $\text{CaO-SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ ist

mineralogisch von großer Bedeutung. Gibt es doch eine Reihe von Mineralien, die sich aus diesen drei Komponenten zusammensetzen. Auch in technischer Hinsicht ist dieses System wichtig, da diese drei Ausgangsstoffe den Portlandzement bilden. Seit einiger Zeit haben nun *Shepherd* und *Rankin* ihre Aufmerksamkeit auf den kleinen Teil des Dreistoffsystems gerichtet, der für die Ermittlung der Konstitution der Portlandzementklinker von Interesse ist. Die bis jetzt publizierten Daten tragen noch einen vorläufigen Charakter. Mit dem Hinweis auf diese Untersuchungen (siehe *Z. f. anorg. Chemie* Bd. 71, S. 19—64) sei diese Übersicht geschlossen¹⁾. Die besprochenen Arbeiten umfassen nur einen Teil der im Washingtoner Institut ausgeführten Untersuchungen, nämlich soweit es sich handelt um auf trockenem Wege, ohne Mitwirkung von Wasser und eventuelle Anwendung von hohem Druck dargestellte Silikatschmelzen. Die schon jetzt veröffentlichten Resultate berechtigen uns zu der Hoffnung, daß auch das jetzt begonnene zweite Jahrzehnt moderner Silikatiforschung uns aus der Washingtoner Schule eine reiche Ernte von wichtigen Ergebnissen bringen wird. Hoffentlich wird dann auch am Ende dieser Frist das Groninger Institut wertvolle Beiträge zur Vermehrung unserer Kenntnisse auf diesem so überaus interessanten Gebiet menschlichen Wissens zu verzeichnen haben.

Über die Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe gegen die Fermente der Eiweißspaltung.

Von Dr. F. Langenskiöld, Helsingfors.

Die Frage, weshalb der Magen sich nicht selbst verdaut, hat von jeher die Phantasie der Forscher beschäftigt. Es muß auch als eine sehr auffallende Tatsache bezeichnet werden, daß die Verdauungssäfte, welche das bei manchen Tieren aus noch lebend verschlungenen Tieren bestehende Futter vollständig auflösen, dabei die Wand des Digestionskanals nicht angreifen. Diese Tatsache hat aber zwei Ausnahmen, welche der theoretischen Frage ein praktisches Interesse verleihen.

Die eine Ausnahme ist die sogenannte Magen-erweichung oder Gastromolacie, welche bisweilen bei Leuten und Tieren, die einige Stunden nach einer Mahlzeit plötzlich sterben, gefunden wird. Man findet hierbei oft die Wände des Magens

¹⁾ Die Bedeutung der im obigen kurz referierten neueren Silikatiforschungen für das Studium geologischer Probleme, die nur beiläufig gestreift wurde, ist von berufener Seite schon mehrfach gewürdigt worden. Es sei von den neueren Veröffentlichungen besonders hingewiesen auf die „Vorlesungen über die chemische Gleichgewichtslehre“ von *R. Marc* sowie auf einige interessante Artikel von *Marc* und *Rinne* in den „Fort-schritten der Mineralogie etc.“ vom Jahre 1911.

vollständig aufgelöst, bisweilen erstreckt sich die Verdauung sogar auf die Leber und andere anliegende Organe.

Die zweite Ausnahme ist das Magengeschwür, das *Ulcus ventriculi pepticum seu rotundum*.

Die eigentliche Ursache des Magengeschwürs ist noch vollständig in Dunkel gehüllt, trotz der äußerst eifrigen Arbeit, die auf diese Frage verwandt worden ist. Das Problem vom Entstehen des Magengeschwürs kann nicht für sich gelöst werden, sondern nur im Zusammenhang mit der theoretischen Frage von der Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe gegen eiweißspaltende Enzyme im allgemeinen. Deshalb ist auch jede Theorie über die letzterwähnte Frage zugleich eine Theorie über die Ursache des Magengeschwürs. Solcher Theorien gibt es unzählig viele und dieselben stehen immer mit der zur Zeit ihrer Entstehung herrschenden naturwissenschaftlichen und medizinischen Betrachtungsweise im Zusammenhang.

Die älteste Theorie rührt vom englischen Forscher *Hunter* her. Nach ihm schütze die „Lebenskraft“, welche von ihm als Ursache aller Lebenserscheinungen angenommen wurde, die Wand des Digestionskanals vor Verdauung. Er hatte Fälle von Magenerweichung beobachtet und sah in denselben eine Stütze für seine Theorie. Da aber die Hypothese von einer besonderen „Lebenskraft“ sich als nicht stichhaltig erwies und die Forscher im Gegenteil alle Erscheinungen im lebenden Tier- und Menschenkörper aus denselben Kräften ableiten zu müssen glaubten, die in der leblosen Welt tätig waren, mußten andere Erklärungen gesucht werden.

Claude Bernard nahm an, daß das Epithel der Magenschleimhaut den Schutz ausübe. Damit ein Eiweißkörper von dem Magensaft angegriffen werde, müsse er einen gewissen Bau haben, dieser Bau fehle der Magenschleimhaut und diese sei deshalb vom Magensaft ebensowenig angreifbar wie eine Schale aus Porzellan.

Von *Claude Bernard* rührt auch das erste Tierexperiment über diese Frage her. Er führte die Beine eines Frosches durch eine Fistel in den Magen eines Hundes ein. Der Frosch blieb am Leben, die Beine wurden aber verdaut, obwohl sie lebend und vom Blut durchströmt waren.

Daraus schloß *Claude Bernard*, daß lebende Gewebe im allgemeinen von dem Magensaft verdaut werden, nur die Magenschleimhaut sei dagegen durch den besonderen Bau ihres Epithels geschützt.

Die Theorie *Claude Bernards* wurde vielfach angefochten, zuerst von *Pavy*. Er zeigte, daß nicht nur die Schleimhaut des Magens, sondern auch die tieferen Schichten der Wand desselben gegen den Magensaft resistent waren. Den Schutz des Gewebes dachte er sich durch das dasselbe durchströmende alkalische Blut ausgeübt, indem er annahm, daß dieses immer die Salzsäure des resorbierten Magensaftes neutralisiere und dadurch eine Verdauung verhindere. Durch die Abson-

derung der Salzsäure entstehe im Blute der Magengewand ein Alkaliüberschuß. Hierdurch bekomme die Magenwand eine größere Resistenz gegen den Magensaft als andere Organe.

Diese Annahme suchte *Pavy* auch durch eine bekannte Modifikation des *Claude Bernardschen* Versuches zu beweisen. Er führte nämlich das Ohr eines lebenden Kaninchens in den Hundemagen ein. Das Ohr wurde, gleichwie die Froschbeine, verdaut. *Pavy* betrachtete aber diesen Versuch als beweisender als den *Claude Bernardschen*, weil der Frosch als Kaltblüter sich im Hundemagen unter zu abnormen Verhältnissen befände.

Pavy teilte also *Claude Bernards* Ansicht, daß lebende Gewebe im allgemeinen gegen eiweißspaltende Enzyme nicht resistent seien, führte aber die höhere Widerstandsfähigkeit des Magens auf andere Ursachen zurück.

Die von *Pavy* angenommene höhere Alkalenz des die Magenwand durchströmenden Blutes haben direkte Untersuchungen nicht bestätigen können.

Der Theorie *Pavys* schloß sich *Virchow* an. Das Entstehen des Magengeschwürs führte er, nach seiner allgemeinen Betrachtungsweise, auf Zustopfung von Gefäßen der Magenwand zurück.

Diese Auffassung *Virchows* hat große Verbreitung gefunden, allerdings in etwas veränderter Form. Auf einige von *Matthes* ausgeführte Versuche gestützt, nehmen nämlich spätere Verfasser an, daß alle lebenden Gewebe in gleichem Grade gegen den Magensaft resistent seien. Das Magengeschwür sei eine ischämische Nekrose, der Magensaft habe bei der Entstehung des Magengeschwürs nur insofern eine Bedeutung, als durch seine Einwirkung das schon abgestorbene Gewebe schnell aufgelöst und vielleicht die Heilung des Defektes verhindert werde.

Die Versuche *Matthes* waren in folgender Weise angeordnet. Er spülte den Dünndarm lebender narkotisierter Hunde mit in verschiedener Weise hergestellten künstlichen Magensäften von verschiedenem Salzsäuregehalt und fand dabei, daß die stärker sauren Säfte die Schleimhaut zerstörten, während die schwächeren dieselbe unberührt ließen. Salzsäure ohne Pepsinzusatz, aber von derselben Stärke wie die künstlichen Magensäfte, brachte etwa ebenso starke Veränderungen hervor wie diese.

Die geringfügigsten Veränderungen beobachtete *Matthes* nach Anwendung eines durch Selbstdigestion von Schweinemagen hergestellten Magensaftes, welcher viel Peptone enthielt. Aus diesen Versuchen schloß *Matthes*, daß lebende Gewebe nicht von den eiweißspaltenden Fermenten angegriffen werden. Die Veränderungen, welche er in einigen von seinen Versuchen gesehen hatte, führte er auf Einwirkung der Salzsäure zurück. Er glaubte auch eine höhere Widerstandsfähigkeit gegen die Salzsäure bei den höher gelegenen Darmteilen gefunden zu haben und nahm an, daß

diese, welche oft mit dem salzsauren Magensaft in Berührung kommen, sich an die Salzsäure gewöhnt haben und ihr deshalb widerstehen.

Als Ursache des Magengeschwürs nahm auch *Matthes* Zirkulationsstörungen an. Diese Ansicht ist — wie schon gesagt — sehr verbreitet und kehrt in allen Lehr- und Handbüchern wieder. Und doch sind die tatsächlichen Gründe dieser Theorie recht mangelhaft. Das Magengeschwür kommt häufig bei jungen Leuten vor, bei denen Gefäßveränderungen selten sind, außerdem hat man nur selten in Fällen von Magengeschwür Veränderungen in den Magen Gefäßen gefunden.

Auch die Experimente, welche darauf ausgehen, künstlich durch Zerstörung der Gefäße Magengeschwüre hervorzubringen, haben wenig Tatsächliches ergeben. *Litthauer* konnte ein Drittel der Gefäße des Magens unterbinden, ohne daß daraus bleibender Schaden entstand. Erst neulich ist es *Payr* gelungen, durch ausgedehnte Zerstörung der feinsten Gefäße der Magenwand, durch Injektion verschiedener reizender Stoffe, wirkliche chronische Magengeschwüre hervorzubringen.

Im Anschluß an die Fortschritte auf dem Gebiete der Serologie und der Kenntnis von dem Vorkommen von Antitoxinen und anderen Antikörpern im Blute, entstand auch eine neue Theorie über die Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe gegen die Verdauungssäfte. *Weinland* zeigte nämlich, daß Preßsäfte von Eingeweidewürmern, welche ja immer von Verdauungssäften umspült sind, ohne von diesen verdaut zu werden, wenn sie Verdauungsflüssigkeiten zugemischt werden, die Wirkung derselben abschwächen bzw. aufheben. Diese Wirkung der Preßsäfte glaubte *Weinland* nicht anders erklären zu können, als durch die Annahme einer in den Preßsäften befindlichen spezifischen, verdauungshemmenden Substanz. Später zeigte er, daß Preßsäfte von Darmschleimhaut eine hemmende Wirkung auf das Trypsin, solche von Magenschleimhaut auf das Pepsin ausübten und konnte sogar solche hemmende Stoffe aus den Preßsäften durch fraktionierte Fällung mit Alkohol isolieren. Die Stoffe nannte er Antipepsin und Antitrypsin. Der Gedanke *Weinlands*, daß der Schutz der lebenden Gewebe gegen die Verdauungsfermente durch das Vorhandensein spezifischer, auf diese Fermente eingestellter Antikörper bedingt sei, ist von vielen Forschern aufgenommen worden.

Nach der von *Schütz* aufgestellten und bis zur jüngsten Zeit allgemein als richtig betrachteten Regel steht die Verdauungskraft einer Pepsinlösung in geradem Verhältnis zu der Quadratwurzel der vorhandenen Pepsinmenge. Nun zeigten aber *Blum* und *Fuld*, daß die Verdauungskraft von Magensaft von Menschen (durch Aufhebung mit Magenschlauch gewonnen), wenn der Magensaft mit Beibehaltung desselben Säuregrades verdünnt wird, nicht nach dem Schütz'schen Gesetz abnimmt, sondern viel langsamer.

Dieses erklärten *Blum* und *Fuld* so, daß im menschlichen Magensaft ein spezifischer Stoff, ein Antipepsin vorhanden sei, dessen Wirkung aber bei Verdünnung schneller abnehme als die Verdauungskraft des Pepsins. Dadurch werde die Wirkung der stärkeren Konzentrationen herabgedrückt und somit die Abweichung vom Schütz'schen Gesetz zustandegebracht.

Katzenstein schloß sich auch der Weinland'schen Auffassung an und suchte die Richtigkeit derselben durch verschiedenartige Versuche zu beweisen. Er operierte Hunde in der Weise, daß er durch eine Öffnung in der Magenwand Darmschlingen in den Magen einführte und dann die Öffnung um diese Schlingen dicht zunähte. Die Schlingen blieben mit dem Gekröse in Zusammenhang, kamen aber in das Innere des Magens zu liegen. Er fand nun, daß in dieser Weise eingenähte Dünndarmschlingen verdaut wurden, der Zwölffingerdarm und Zipfel der Magenwand, in den Magen eingenäht, dagegen nicht. Diese Befunde führten ihn zu der Annahme, daß das hypothetische Antipepsin nur im Magen und Zwölffingerdarm zu finden sei, im übrigen Darm aber nicht.

Merkwürdigerweise nimmt *Katzenstein* an, daß das Antipepsin nur in alkalischer Lösung wirksam sei, obwohl es hier ganz zwecklos erscheinen muß, da bekanntlich das Pepsin nur in saurer Lösung wirksam ist und in alkalischer Lösung schnell zerstört wird, auch ohne die Einwirkung spezifischer Stoffe. Zur Stütze dieser Ansicht führt *Katzenstein* eine Menge von Versuchen an. Er spritzte schwache Säuren in die Magenwand und sah danach Geschwüre entstehen, seiner Ansicht nach deshalb, weil die Säure das hier vorhandene Antipepsin zerstörte und das nun gegen den Magensaft schutzlose Gewebe von demselben verdaut wurde.

Katzensteins erstgenannte Versuche sind vielfach mit wechselndem Resultat wiederholt worden. *Hotz* und *Marie* und *Villandre* erklären dieselben als durchaus nicht beweisend.

In einem Aufsatz im *Skandinavischen Archiv für Physiologie* Bd. 31 (1914) habe ich eine Reihe von Versuchen über diese Fragen mitgeteilt.

Es standen zurzeit folgende Ansichten gegenüber: einerseits die landläufige Auffassung, daß lebendes Gewebe im allgemeinen von Verdauungsflüssigkeiten nicht angegriffen werde, andererseits, daß nur gewisse Organe gegen die Einwirkung derselben geschützt sind, und daß der Schutz durch spezifische Antikörper entfaltet wird.

Ich stellte mir deshalb folgende Fragen zur Beantwortung auf:

1. Sind alle Organe in gleichem Maße gegen die Verdauungssäfte widerstandsfähig, im besonderen, gibt es in dieser Hinsicht einen Unterschied zwischen dem Magen und dem Darm oder zwischen verschiedenen Teilen des letzteren?

2. Beruht die eventuell zu konstatierende Widerstandsfähigkeit auf der Anwesenheit eines spezifischen Stoffes, der den Namen Antikörper verdienen könnte?

Zur Beantwortung der ersten Frage stellte ich folgende Versuche an: Erstens wurde die Harnblase eines Hundes mit natürlichem Pankreassaft gespült, welcher durch den einen Harnleiter eingeleitet wurde und durch einen durch die Harnröhre eingeführten Katheter ausfloß. Als der Versuch nach einer Stunde abgebrochen wurde, war die Flüssigkeit stark blutig verfärbt. In der Harnblasenschleimhaut wurden mehrere tiefe Geschwüre gefunden. Jene hatte also der verdauenden Kraft des Pankreassaftes nicht zu widerstehen vermocht.

Ein gleicher Versuch, mit natürlichem Magensaft ausgeführt, gab dasselbe Resultat, doch bestanden nicht mehr Geschwüre in der Schleimhaut, sondern dieselbe war vielmehr vollständig zerstört.

Diese Versuche zeigen unzweideutig, daß die Harnblasenschleimhaut des Hundes den Verdauungssäften, und zwar derselben Tierart, nicht widersteht.

Weiter führte ich gleichartige Versuche mit dem oberen Teil des Dünndarms aus. Es wurde ein gefensterter Gummischlauch durch ein Loch in der Magenwand in den Magen und durch den Pylorus in den Zwölffingerdarm geführt.

Durch diesen Schlauch wurde natürlicher Magensaft eingeleitet, welcher durch eine weiter unten in den Dünndarm eingebundene Kanüle ausfloß.

In dieser Weise führte ich sechs Versuche aus. In allen diesen wurden in der Darmschleimhaut pathologische Veränderungen gefunden, welche in dem Versuch, wo die Spülung am längsten (3 Stunden) fortgesetzt wurde, aus einer wirklichen, tiefgreifenden Digestion der Schleimhaut bestanden.

In einem siebenten Versuche, wo anstatt Magensaft Salzsäure von derselben Stärke angewandt wurde, entstanden auch Veränderungen, welche aber weit oberflächlicher waren.

Ein achter gleichartiger Versuch brachte ein auffallendes Resultat. Das Tier hatte kurz vor dem Versuch etwas Fleisch gefressen. In dem Darm, welcher vier Stunden lang mit Magensaft gespült wurde, wurden nur oberflächliche Veränderungen gefunden. Da ich diesen Befund nur auf die vorangegangene Fleischmahlzeit zurückführen konnte, führte ich zwei Versuche aus, in welchen ich zuerst den Darm mit einer konzentrierten Peptonlösung, dann mit physiologischer Kochsalzlösung spülte, bis die Spülflüssigkeit keine Buietreaction mehr gab und also keine Peptone mehr enthielt. Dann wurde mit natürlichem Magensaft gespült. In beiden Fällen entstanden nur ganz oberflächliche Veränderungen in der Schleimhaut.

Diese oben beschriebenen Versuche scheinen

mir ganz eindeutig zu beweisen, daß der vielverfochtene Satz, alle lebenden Gewebe seien gegen die eiweißspaltenden Fermente widerstandsfähig, nicht stichhaltig ist. Vielmehr scheint es sicher zu sein, daß die Harnblasenschleimhaut niemals weder gegen Pankreassaft noch gegen Magensaft widerstandsfähig ist, die Darmschleimhaut auch nicht, wenn nicht kurz bevor eine Fleischmahlzeit (oder eine damit vergleichbare Spülung mit Peptonlösung) stattgefunden hat. Dagegen scheint im letzteren Falle die Darmschleimhaut viel resistenter zu sein als sonst. In diesem Moment haben wir vielleicht die Erklärung zu den sehr variierenden Befunden der Forscher auf diesem Gebiete zu suchen.

In einigen von meinen Versuchen war zwar die Zerstörung der Schleimhaut weniger stark nahe am Pylorus als weiter unten, ich konnte aber zeigen, daß dieses auf mechanischen Umständen beruhte und nicht auf einer stärkeren Widerstandsfähigkeit der oberen Darmteile gegen den Magensaft.

Ich stellte weiter noch eine Anzahl von Versuchen nach *Katzenstein* an, in welchen die Tiere längere Zeit nach der Operation am Leben blieben, und welche bezweckten, Teile des Darmes der Einwirkung des Magensaftes auszusetzen. Sie führten zu keinem positiven Resultat, führten aber zu der Annahme, daß nach verschiedenen Eingriffen, wie Unterbindung der Gallen- und Pankreasgänge, Gastroenterostomie usw. eine Herabsetzung der Magensaftabsonderung entstehen kann. Deshalb ist eine Menge von neuerdings mitgeteilten Versuchen, in welchen der Darm in den Magen eingenäht, zwischen die Hälfte eines resezierten Magens eingeschaltet wurde usw., die Magensaftsekretion aber nicht kontrolliert wurde, als durchaus nicht beweisend zu bezeichnen.

Was meine Versuche über die sogenannten Antipepsine betrifft, so muß ich mich bei denselben etwas länger aufhalten.

Erstens die Annahme von *Blum* und *Fuld*, daß menschlicher Magensaft ein Antipepsin enthalte: Diese Annahme gründet sich, wie schon gesagt, auf die Tatsache, daß die verdauende Kraft des Magensaftes bei Verdünnung nicht nach der Schützschens Regel abnimmt.

Schon früher hat *Grützner* gezeigt, daß sich bei jedem Verdauungsvorgang sehr schnell hemmende Einflüsse geltend machen und daß diese bei der Pepsinverdauung von den dabei gebildeten Produkten, den Peptonen, herrühren. Die von den Peptonen ausgeübte Hemmung steigt mit der Konzentration derselben, und zwar sehr schnell; in einer doppelt stärkeren Peptonlösung ist die Hemmung viel mehr als doppelt stärker. Richtet man einen Verdauungsversuch so ein, daß sich die gebildeten Peptone nicht um den zu verdauenden Eiweißkörper anhäufen, indem man z. B. kleine mit Eiweiß gefüllte Glashütchen mit der offenen Fläche nach unten in den oberen Teil eines mit Magensaft gefüllten, ziemlich großen Gefäßes auf-

hängt, so verläuft die Verdauung nach einem sehr einfachen Gesetz. Es ist nämlich die Verdauungsgeschwindigkeit den wirksamen Pepsinmengen direkt proportional. Wenn die Angriffsfläche des Eiweißstückes, wie im oben beschriebenen Falle, konstant bleibt, wird die Verdauungsgeschwindigkeit durch eine Zahl ausgedrückt, welche die Kubikwurzel aus dem Quadrat der Pepsinkonzentration darstellt. Diese Zahl drückt sogleich die Zahl der auf die Einheit der Innenfläche des Gefäßes, also auch der Verdauungsfläche, kommenden Pepsinmoleküle, wenn man sich dieselben gleichmäßig in der Flüssigkeit verteilt denkt, aus.

Ich konnte nun zeigen, daß der natürliche Magensaft des Hundes dasselbe Verhalten zeigte, wie *Blum* und *Fuld* bei dem menschlichen fanden und auf die Anwesenheit eines Antipepsins zurückführten, namentlich wenn ich die Versuche nach der von ihnen benutzten Mettschen Methode ausführte. Der Hundemagensaft mußte also, wenn die Annahme von *Blum* und *Fuld* richtig war, auch ein Antipepsin enthalten. Führte ich aber die Versuche nach den von *Grützner* angegebenen, oben geschilderten Maßregeln aus, so folgte die Verdauung annähernd der von *Grützner* gefundenen Regel, d. h. die Abweichung von der Schützschenschen Regel war der von *Blum* und *Fuld* gefundenen entgegengerichtet.

Daraus habe ich geschlossen, daß die von *Blum* und *Fuld* hervorgehobenen Tatsachen nicht auf die Anwesenheit eines Antipepsins im menschlichen Magensaft zurückzuführen, sondern durch die Mangelhaftigkeit der Mettschen Methode und der Ungenauigkeit der Schützschenschen Regel zu erklären sind.

Die Weinlandschen Versuche habe ich in der Weise kontrolliert, daß ich Darm- und Magenschleimhaut von Hunden in der von *Weinland* angegebenen Weise präparierte und die erhaltenen Substanzen miteinander verglich.

Es stellte sich heraus, daß sowohl aus der Darm- wie der Magenschleimhaut digestionshemmende Stoffe zu erhalten waren. Ihre Wirkung war ziemlich konstant, indem gleiche Mengen der Substanzen immer etwa gleich starke Hemmung verursachten. Es zeigte sich aber, daß diese Stoffe Spaltungsprodukte von Eiweiß enthielten und daß ihre hemmende Wirkung nicht stärker war, als durch deren Anwesenheit erklärt werden konnte.

Es besteht also kein Grund anzunehmen, daß die Substanzen spezifische Stoffe, Antipepsine, enthalten, wir können vielmehr vermuten, daß ihre hemmende Wirkung auf die Anwesenheit von Spaltungsprodukten von Eiweiß beruht. Angesichts der Tatsache, daß ich sowohl aus dem Darm wie dem Magen viel größere Mengen der Substanzen erhielt, wenn die Tiere kurz vor dem Tode gefüttert worden waren, als wenn sie einige Zeit gehungert hatten, scheint es wahrscheinlich, daß die wirksamen Stoffe wenigstens teilweise dem Futter entstammen.

Aus dem Magen konnte ich jedesmal etwas

mehr von dem Stoffe erhalten als aus gleichen Gewichtsmengen des Darms. Die Differenzen sind doch zu klein, um eine Erklärung der viel größeren Widerstandsfähigkeit des Magens gegen den Magensaft durch die Anwesenheit jener Stoffe zuzulassen.

Ich wage deshalb zu behaupten, daß die Theorien, welche die Widerstandsfähigkeit des Magens gegen den Magensaft durch die Anwesenheit digestionshemmender Stoffe, Antipepsine, erklären wollen, einer genauen Kritik nicht standhalten.

Wir sind also der Lösung der Frage von der Widerstandsfähigkeit lebender Gewebe gegen die Fermente der Eiweißspaltung seit *Claude Bernards* Zeiten nicht viel näher gekommen. Mit ihm müssen wir annehmen, daß nicht alle Gewebe eine solche Widerstandsfähigkeit besitzen, sondern daß nur gewisse Organe mit einem spezifischen Schutz ausgerüstet sind. Worin dieser besteht, wissen wir aber nicht. Man kann sich ihn vorstellen als eine Steigerung der allen lebenden Zellen zukommenden Eigenschaft, sich bis zu einem gewissen Grade gegen äußere Schädlichkeiten schützen zu können.

Man kann sich aber ebensogut ganz besondere Schutzmechanismen denken. Alle bisher aufgestellten diesbezüglichen Theorien sind aber aller Wahrscheinlichkeit nach als unrichtig zu verwerfen.

Vielleicht bildet die schon von *Matthes* beobachtete und von mir bestätigte Tatsache, daß die Anwesenheit von Peptonen in der Darmschleimhaut deren Widerstandsfähigkeit gegen den Magensaft wesentlich erhöht, einen Weg zur Lösung dieser Frage.

Es liegt viel Verlockendes in der Idee, daß dieselben Stoffe, welche durch die Einwirkung der Enzyme auf Eiweiß entstehen, von der Schleimhaut resorbiert, diese gegen die Enzyme schützen sollten. Wie dieser Schutz entfaltet wird, ist aber den bisherigen Versuchen gar nicht zu entnehmen und die Erklärung dieser Erscheinung muß deshalb künftigen Forschungen vorbehalten werden.

Besprechungen.

Sieveking, H., Moderne Probleme der Physik. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. VII, 146 S. und 21 Abbild. Preis geh. M. 4,50, geb. M. 5,50.

Bei der schnellen Entwicklung der Physik in den letzten Jahrzehnten ist es stets mit Freude zu begrüßen, wenn die wichtigsten Errungenschaften und Probleme dieser Wissenschaft von Zeit zu Zeit in leichtfaßlicher Form zusammengestellt und einem größeren Leserkreis zugänglich gemacht werden. Dieses Ziel verfolgt das vorliegende Buch, das in einem Zyklus von fünf Vorträgen eine Übersicht über das große Gebiet der modernen Elektrizitätslehre und der Strahlungstheorie zu geben sucht. Von längeren mathematischen Entwicklungen hat sich der Verfasser dabei tunlichst fern gehalten, um die Lektüre zu erleichtern.

Das Buch beginnt mit einer Darstellung der

Lorentz'schen Elektronentheorie und ihrer großen Erfolge in der Elektrodynamik und Optik. Eine bedeutende Erweiterung unserer Kenntnis von den Elektronen, vom Bau der Atome und vom Wesen der Materie überhaupt brachte die Entdeckung der Radioaktivität, deren Haupterscheinungen der Verfasser im zweiten Vortrage behandelt. Es sei erwähnt, daß hier schon eine der jüngsten Entdeckungen, die Einordnung der radioaktiven Stoffe in das periodische System der Elemente durch *K. Fajans*, dargestellt ist. Ein interessanter, kleiner Abschnitt ist ferner der Radioaktivität der Quellwässer gewidmet.

Im engen Zusammenhange mit der Bewegung der Elektronen steht die im dritten Vortrag dargestellte Theorie der Röntgenstrahlen, die bekanntlich der Bremsung schnell bewegter Elektronen ihre Entstehung verdanken. Von den neueren Fortschritten ist hier vor allem die Entdeckung von *Laue* zu nennen, der die Röntgenstrahlen mit Hilfe des natürlichen Molekülgitters der Kristalle zur Interferenz brachte und dadurch ihre Wellennatur nachwies.

Das folgende Kapitel beschäftigt sich mit der neueren Elektrodynamik bewegter Körper und dem Relativitätsprinzip. Die Schwierigkeiten, die die Deutung des Fizeauschen Versuchs (Lichtgeschwindigkeit in strömendem Wasser) und anderer der Hertz'schen Elektrodynamik bereiteten, wurden durch die Lorentz'sche Theorie des absolut ruhenden Äthers beseitigt. Das Ausbleiben eines Effekts (zweiter Ordnung) der Erdbewegung auf die Lichtausbreitung (Michelson-Morley'scher Versuch) dagegen vermochte auch die Lorentz'sche Theorie nicht zu erklären. Hier greift die Einsteinsche Relativitätstheorie ein, die für alle gleichförmig gegeneinander bewegten Systeme die Identität aller Naturerscheinungen fordert. Von dem seit seiner Grundsteinlegung stark angewachsenen Bau des Relativitätsprinzips konnten im Rahmen der vorliegenden Schrift natürlich nur die Grundzüge dargestellt werden.

Der Schlußvortrag ist demjenigen Gebiet gewidmet, das man als die Quantentheorie zu bezeichnen pflegt, und das seinen Ursprung der Planckschen Strahlungslehre verdankt. Es ist bekannt, daß *Planck* sich zur Einführung der Energiequanten gedrängt sah, um theoretisch zu einer Strahlungsformel des schwarzen Körpers zu gelangen, die mit den experimentellen Befunden von *Lummer* und *Pringsheim* harmonierte. Diese erste Theorie, nach der die Emission und Absorption der elementaren Oszillatoren sprunghaft, quantenförmig verläuft, hat *Planck* selbst später modifiziert, indem er in seiner zweiten Theorie die Absorption als durchaus stetig annimmt und das quantenartige Element der Emission allein zuerteilt. Die Quantentheorie ist dann, vor allem von *Stark* und *Einstein*, zur Deutung verschiedener Erscheinungen mit Erfolg angewandt worden (lichtelektrischer Effekt, Stokessche Regel usw.). Es bedeutete eine der größten Errungenschaften auf diesem Gebiet, als *Einstein* die Quantenlehre auf die Berechnung der Atomwärmen fester Körper übertrug und so den von *Nernst* und seinen Schülern experimentell gefundenen Abfall der Atomwärmen mit sinkender Temperatur auch theoretisch zu erklären vermochte. Von den Verbesserungen der Einsteinschen Formel für die Atomwärmen fester Körper nennt der Verfasser die Nernst-Lindemannsche und die auf der Raumgittertheorie fußende Formel von *Born* und *Kármán*, ohne sonderbarerweise die Theorie von *Debye* mit einem Wort zu erwähnen.

F. Reiche, Berlin.

Vorträge über die kinetische Theorie der Materie und der Elektrizität. Gehalten in Göttingen auf Einladung der Kommission der Wolfskehl-Stiftung. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. IV, 196 S. und 7 Figuren. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Die vorliegenden Vorträge, die im April 1913 in Göttingen zum Wolfskehl-Kongreß gehalten wurden, bilden in ihrer Gesamtheit ein wertvolles Dokument für die neusten Versuche der theoretischen Forschung, in das Neuland der Quantentheorie vorzudringen.

Den reichen Stoff in allen Einzelheiten darzustellen, ist hier nicht möglich; daher sei nur der wesentliche Inhalt der fünf Hauptvorträge angegeben.

I. Der erste Vortrag von *Max Planck* behandelt „die gegenwärtige Bedeutung der Quanten-Hypothese für die kinetische Gastheorie“. *Planck* betrachtet den Fall, daß ein ideales, einatomiges Gas bei tiefer Temperatur verdampft und leitet auf zwei verschiedene Arten das Emissionsgesetz der Verdampfung ab, das heißt, er bestimmt die Zahl der Atome, die die verdampfende Substanz pro Sekunde mit bestimmter Geschwindigkeit durch ein Element der Trennungsfläche schießt. Der erste Weg, diese Zahl zu berechnen, beruht auf der Tatsache, daß die Verdampfung einen dynamischen Gleichgewichtszustand darstellt, bei dem pro Sekunde ebenso viel Atome aus der festen (oder flüssigen) Phase in die dampfförmige übergehen, wie umgekehrt aus der dampfförmigen in die kondensierte Phase. Diese letztere Zahl ist aber berechenbar, da für jede Temperatur die Dichte des Dampfes (aus dem Sättigungsdruck) und die Geschwindigkeitsverteilung der Atome bekannt sind. Während also der erste Weg, die Zahl der verdampfenden Atome zu bestimmen, von der Betrachtung des Dampfes ausgeht, nimmt der zweite Weg der Berechnung seinen Ausgang von der kondensierten Phase selbst, durch ein näheres Eingehen auf die Vorgänge im festen oder flüssigen Körper. *Planck's* Vorstellung, deren rechnerische Durchführung er nur skizziert, ist hier die folgende: Die Wärmebewegung des festen, raumgitterartigen Körpers besteht in Atom-schwingungen, und zwar nach *Debye* und *Born-Kármán* in elastischen Wellen, die im Körper hin und her laufen. In unmittelbarem Anschluß an seine zweite Wärmestrahlungstheorie stellt nun *Planck* die Hypothese auf, daß jedesmal, wenn die Energie eines mit der Frequenz ν schwingenden Atoms ein ganzes Vielfaches des entsprechenden Energiequantums $h\nu$ geworden ist, dieses Atom mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit aus dem Verbands des Raumgitters herausgeschleudert wird, wobei seine ganze Schwingungsenergie in Translationsenergie übergeht.

Auf diesem Wege gelangt *Planck* zu einem Ausdruck für die Zahl der verdampfenden Atome, der in seiner Abhängigkeit von der Temperatur und der Geschwindigkeit der Atome mit dem auf dem ersten Wege berechneten übereinstimmt. Die Übereinstimmung auch des Proportionalitätsfaktors glaubt *Planck* erst durch eine genauere Rechnung erzielen zu können.

II. Der zweite von *P. Debye* herrührende Vortrag behandelt das Thema: „Zustandsgleichung und Quantenhypothese, mit einem Anhang über Wärmeleitung“.

Eine der Grunderscheinungen auf dem Gebiete der Wärmelehre ist die Tatsache, daß jeder feste Körper bei Erhöhung seiner Wärmeenergie sein Volumen vergrößert, das heißt, einen endlichen Ausdehnungskoeffizienten besitzt. Dieser Tatsache wird der idealisierte, feste Körper von *Debye*, *Born-Kármán* nicht gerecht. Denn da in ihm die Atome Schwingungen

vollführen, die, wie groß auch die Schwingungsamplitude werden mag, stets zur Ruhelage symmetrisch sind, so ist der Mittelwert des Körpervolumens im Laufe der Zeit unabhängig von der Schwingungsamplitude, das heißt von der Wärmeenergie. Um dieser Schwierigkeit zu entgehen, nimmt *Debye* an, daß die Atome asymmetrisch um ihre Ruhelage schwingen in der Weise, daß es zu einer gegenseitigen Annäherung eines größeren Energieaufwandes bedarf als zu einer gleichgroßen Entfernung. Mit anderen Worten, der Körper zeigt Abweichungen vom Hookeschen Gesetz. Von diesem Gesichtspunkt ausgehend, entwickelt *Debye* zuerst die Theorie derartiger asymmetrisch schwingender Oszillatoren und zeigt, daß man die Plancksche Quantenstatistik in erster Näherung auch auf den asymmetrischen Oszillator übertragen kann, wenn man nur die Schwingungszahl des Oszillators nicht mehr als konstant betrachtet, sondern als abhängig ansieht von der mittleren Verschiebung aus der Ruhelage (die ja beim asymmetrischen Oszillator von Null verschieden ist). So kann man auch den wirklichen festen Körper ganz analog behandeln wie den idealisierten, nur muß man alle Eigenschwingungszahlen als abhängig betrachten von der Dehnung des Körpers. In dieser Weise leitet *Debye* aus dem Ausdruck der freien Energie die Zustandsgleichung des festen Körpers ab und findet für tiefe Temperatur den Grüneisenschen Satz von der Proportionalität des Ausdehnungskoeffizienten mit der spezifischen Wärme.

In unmittelbarem Zusammenhange mit diesen Betrachtungen stehen *Debyes* Ausführungen über die Wärmeleitung des festen Körpers. *Debye* zeigt, daß der idealisierte Körper, in dem sich alle elastischen Wellen ungeschwächt und ohne sich gegenseitig zu stören, auf beliebige Abstände fortpflanzen, eine unendlich große Wärmeleitfähigkeit besitzt. Im wirklichen festen Körper aber ist, infolge der Abweichungen vom Hookeschen Gesetz, die Linearität der Bewegungsgleichungen und damit die ungestörte Überlagerung der elastischen Wellen aufgehoben; es tritt daher eine Dämpfung und Zerstreuung der Wellen auf, die um so stärker ist, je größer die Wärmeenergie ist. So ergibt sich für Kristalle eine Wärmeleitfähigkeit, die, wie es *Eucken* experimentell gefunden hat, der absoluten Temperatur umgekehrt proportional ist. Auch der Größenordnung nach stimmt die Debyesche Formel mit *Euckens* Resultat überein.

III. Der dritte Vortrag von *W. Nernst* behandelt die „kinetische Theorie fester Körper“ und gibt im wesentlichen einen Überblick über die moderne Theorie von den spezifischen Wärmen ein- und mehratomiger Stoffe. Besonders zu erwähnen ist hier eine neue, von *Nernst* herrührende Formel für den Energieinhalt einatomiger Kristalle, die aus der folgenden Vorstellung von der Wärmebewegung des Kristalls abgeleitet ist: Die einfachste Bewegung (bei tiefen Temperaturen) besteht darin, daß ein geringer Bruchteil aller Atome mit einem Energiequantum schwingt, ein anderer Bruchteil mit zwei Energiequanten usw., während der größte Teil der Atome ruht. Dann können auch zwei oder mehrere Atome, starr verbunden, miteinander schwingen.

Die spezifische Wärme mehratomiger Substanzen läßt sich nach *Nernst* durch Überlagerung der Debyeschen und der Einsteinschen Formeln darstellen. Durch die erste werden die Schwingungen der Moleküle im Raumgitter, durch die letztere die Schwingungen der einzelnen Atome im Molekül berücksichtigt.

IV. In zwei getrennte Teile gliedert sich der Vortrag von *A. Sommerfeld*. Der erste Teil ist das Referat einer von *W. Lenz* herrührenden Arbeit: „Behandlung der einatomigen Gase nach der Quantentheorie.“ Nach der Methode von *Rayleigh-Jeans* wird hier die Bewegung eines einatomigen Gases in ein Spektrum von Eigenschwingungen zerlegt, und die Energie nach dem Vorgang *Debyes* quantenartig auf die Eigenschwingungen verteilt. So ergibt sich die Energie und vor allem die Zustandsgleichung des einatomigen Gases bei beliebiger Temperatur. Die sich in dieser Weise ergebenden Abweichungen der Gasgesetze von der üblichen Form stimmen mit der Erfahrung nicht gut überein, was durch verschiedene Zusätze (Nullpunktsenergie, Dispersion der Schallgeschwindigkeit) verbessert wird.

Der zweite Teil des Sommerfeldschen Vortrages: „Methodisches über die Einführung und Benutzung der freien Weglänge in der Gastheorie“ behandelt Probleme der klassischen Gastheorie, die mit den Quantenvorstellungen nicht zusammenhängen. Hier wird zuerst der Begriff der freien Weglänge durch eine Art Absorptionsgesetz definiert, und im Anschluß daran werden die bekannten Probleme der Reibung und Wärmeleitung in idealen Gasen einer erneuten Betrachtung unterzogen.

V. Ebenso wie dieser zweite Teil des Sommerfeldschen Vortrages stehen auch die beiden Vorträge von *H. A. Lorentz* und von *M. v. Smoluchowski* in keinem direkten Zusammenhange mit der Quantentheorie.

Während *Lorentz* in allgemeiner, zum Teil nur phänomenologischer Weise die Elektronenbewegung in Metallen auf Grund der klassischen Statistik behandelt, betreffen die interessanten Ausführungen *Smoluchowskis* die „Gültigkeitsgrenzen des zweiten Hauptsatzes der Wärmetheorie“. Hier werden diejenigen von der klassischen Statistik geforderten Zustände mechanischer Systeme eingehend betrachtet, die gegen die übliche Fassung des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik verstoßen. Die Schwankungen um den Normalzustand, die maximalen Abweichungen und die Wiederkehrzeit anomaler Zustände — Erscheinungen also, die zur Entropieabnahme Anlaß geben — werden an einem der Brownschen Bewegung analogen speziellen Beispiel anschaulich diskutiert. So kommt *Smoluchowski* zu dem Schluß, „daß die Irreversibilität ein subjektiver Begriff des Beobachters ist, und daß solche Vorgänge uns irreversibel zu sein scheinen, deren Ausgangspunkt weit außerhalb des mittleren Schwankungsbereiches liegt, und welche nur während eines im Vergleich zur Wiederkehrzeit kurzen Zeitintervalls beobachtet werden“. *F. Reiche, Berlin*.

Scheid, K., Die Metalle. (Aus Natur und Geisteswelt, 29. Bd.) Dritte, neubearbeitete Auflage. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. VI, 111 S. und 11 Abbildungen. Preis geh. M. 1,—, in Leinw. geb. M. 1,25.

Durch eine Anzahl größerer und kleinerer Schriften über Gestaltung und Umgestaltung des chemischen Unterrichtes an Mittelschulen hat Herr *Scheid* sich bekannt gemacht. Seine Neigung gilt also der Methodik, und das macht sich angenehm bemerkbar bei der gemeinverständlichen Schilderung der Metalle, wo es vielfach darauf ankommt, nicht ganz einfache geologische und chemische Erscheinungen einem Leserkreis ohne fachliche Vorbildung klarzulegen.

Nach einem einleitenden Kapitel über die Entwicklung unserer Kenntnisse von den Metallen sowie

einige chemische Grundbegriffe werden die für die Technik wichtigsten dieser Elemente einzeln beschrieben, wobei geschichtliche Bemerkungen über ihre Entdeckung und Benutzung, das Vorkommen, die geologischen Verhältnisse und die Gewinnung der Erze sowie schließlich deren hüttenmännische Verarbeitung stark in den Vordergrund treten. Berücksichtigung findet auch die wirtschaftliche Bedeutung der Metalle; dagegen sind die Metallverbindungen, dem Thema entsprechend, fortgelassen. Ein Kapitel über „chemische Vorgänge“, Brennstoffe und Heizung gibt gewissermaßen theoretische Erläuterungen zu den vorher im einzelnen beschriebenen Hüttenbetrieben und ein weiterer Abschnitt „Die Verarbeitung der Metalle“ enthält Angaben über Herstellung und Verwendung von Metallpräparaten (meist Farbstoffen) sowie über die Umwandlung der Rohmetalle auf mechanischem Wege in gebrauchsfähige Erzeugnisse durch Gießen, Schmieden, Walzen, Pressen, Löten, Schweißen usw. Die schnelle Folge der Auflagen beweist, daß das Werkchen einem Bedürfnis entspricht, und diesem günstigen Urteil der Praxis wird man sich gern anschließen. Für eine kommende Auflage sei mir jedoch die Bemerkung gestattet, daß der Herr Verfasser für die angegebenen Schmelzpunkte offenbar eine unzulängliche Quelle benutzt hat; diese Zahlen sind durchweg mehr oder weniger unrichtig; auch sollte nicht wieder gedruckt werden (S. 56), daß die Pflanze ihren *grünen* Farbstoff mit Hilfe des Eisens aufbaut. J. Koppel, Berlin.

Riemann, C., Die deutschen Salzlagerstätten, ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft. (Aus Natur und Geisteswelt, Bd. 407.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. 97 S. und 29 Abbild. Preis geh. M. 1,— in Leinw. geb. M. 1,25.

Der Kreis derer, die durch ihren Beruf direkt oder indirekt mit der Salzindustrie in Berührung kommen, ist recht umfangreich. Geologen, Mineralogen, Chemiker, Botaniker, Landwirte, Nationalökonomien, Börsenleute interessieren sich für „Kali“, wenn auch aus recht verschiedenen Gründen, und viele von ihnen werden häufig Neigung verspürt haben, sich auch über die Seiten dieses wichtigen Handelsartikels zu unterrichten, die sie beruflich nicht kennen lernen. Hierzu ist nun die knappe Darstellung von C. Riemann recht geeignet, die den Gegenstand von allen wichtigen Gesichtspunkten aus behandelt. Da bisher abbauwürdige Kalisalzlager nur in Deutschland — hier aber auch in weitem Umfange — gefunden wurden, so sind im wesentlichen die deutschen Verhältnisse berücksichtigt. Die Entstehung der Salzlagerstätten, ihr Aufbau und ihre Umbildung sind in dem umfangreichen ersten Kapitel geschildert; dann folgen Abschnitte über die bergmännische Gewinnung der Salze, die Verarbeitung der Kalisalze und des Steinsalzes in den chemischen Fabriken, die geschichtliche Entwicklung des Salzbergbaues (mit statistischen Angaben), das Vorkommen der Salze in Deutschland, die einzelnen Mineralien der Salzlagerstätten sowie über die Verwendung der Kalisalze, besonders in der Landwirtschaft und über die Ergebnisse von Düngungsversuchen mit Kali. — Eine besondere Besprechung ist der Frage gewidmet, warum Deutschland allein sich des Besitzes der abbauwürdigen Kalisalzlager erfreut; der Verfasser findet die Erklärung dafür in der *Pendulationstheorie* von Reibisch, die eine langsame Schwingung der Erde (in geologischen Zeiträumen) annimmt; die Achse dieser Drehbewegung liegt in

der Äquatorebene und zwar so, daß der zu ihr senkrechte „Schwingungskreis“, auf dem die größten Ausschläge in der Nord-Südrichtung erfolgen, mitten durch Deutschland geht: Daraus lassen sich die wechselnden geologischen Verhältnisse ableiten, die zur Bildung der einzigartigen Salzlager führen konnten. Ob die Fachkritik diese Deutung billigt, vermag ich nicht zu sagen, anziehend ist sie in jedem Fall.

Es ist dem Verfasser gelungen, auf einem kleinen Raum viel Wissenswertes zusammenzutragen; seine Darstellung wird unterstützt durch eine größere Anzahl von Abbildungen, von denen einige allerdings infolge der Reproduktionstechnik künstlerische Ansprüche nicht befriedigen können.

J. Koppel, Berlin.

Kauffmann, Hugo, Allgemeine und physikalische Chemie. (Sammlung Götschen, Bd. 71 und 698.) Berlin, Leipzig, G. J. Götschen, 1913. 149 und 142 S. Preis M. 1,80.

Bei der Besprechung des Küster-Thielschen Lehrbuches der allgemeinen Chemie in dieser Zeitschrift (2, 498) wurde von anderer Seite darauf hingewiesen, daß das Eindringen der physikalisch-chemischen Lehren in die reine Chemie vielfach durch unzureichende mathematische Kenntnisse der Studierenden verhindert werde, und daß deswegen vorläufig noch Lehrbücher dieser Disziplin erforderlich seien, die nur ganz elementare mathematische Hilfsmittel benutzen. Zu dieser Gattung gehören auch — den Grundsätzen der Sammlung Götschen entsprechend — die beiden von Kauffmann bearbeiteten Bändchen.

Der Verfasser hat sich in der Anordnung des Stoffes meist an die bewährten Vorbilder angeschlossen; seine Darstellung ist einfach, zuverlässig und leicht verständlich; da der gegebene beschränkte Raum vielfach keine ausführlichen Beweise der mitgeteilten Sätze zuließ, so erhält sie allerdings stellenweise etwas dogmatischen Charakter. Sehr erfreulich ist es, daß Herr Kauffmann sich nicht damit begnügt hat, den gesicherten Bestand der allgemeinen und physikalischen Chemie wiederzugeben, daß er vielmehr auch die jüngsten Entdeckungen und Theorien wenigstens andeutungsweise behandelt und zu zeigen versucht, wohin sie führen. — Man kann dies kurze Lehrbuch rückhaltlos empfehlen, nicht allein zur ersten Einführung, sondern auch in den zahlreichen Fällen, wo das Grenzgebiet zwischen Physik und Chemie als Hilfswissenschaft in Betracht kommt.

J. Koppel, Berlin.

McKeady, Kelvin, Sternbuch für Anfänger. Eine Anleitung zum Auffinden der Sterne und zum astronomischen Gebrauch des Opernglases, des Feldstechers und des Teleskopes. Übersetzt von Dr. Max Iklé. Leipzig, J. A. Barth, 1913. IX, 150 S., 77 Abbildungen und 2 Tafeln. Preis geb. M. 12,—.

Die Absicht, die der Verfasser mit dem Buch verfolgt, geht am besten aus seiner Bemerkung hervor, daß er ihm erst den Titel geben wollte: „Die Sterne — ohne alle Astronomie“. Er wollte ein Werk liefern, das zum genußreichen Betrachten der Sterne anleiten sollte, ohne mathematische Auseinandersetzungen zu bringen. — Was zunächst auffällt, wenn man das Werk in die Hand nimmt, sind die gute Ausstattung und die ausgezeichneten Abbildungen. Die besten photographischen Aufnahmen, welche wir von Kometen, Sternhaufen und Nebeln haben, sind hier wiedergegeben.

Ausführlich wird dem Leser gezeigt, wie er zur Kenntnis der Sternbilder gelangen kann, eine genaue

Beschreibung dieser selbst erfolgt an der Hand von 24 Sternkärtchen, — 12 „Nachtarten“, welche die Sterne als weiße Punkte auf schwarzem Hintergrund zeigen, und 12 „Ergänzungskarten“, auf welchen die Sterne mit Bezeichnungen versehen und nach ihrer Zugehörigkeit zu einem Sternbild durch Linien miteinander verbunden sind. Auf weiteren 17 Seiten wird der Leser noch mit besonders interessanten Objekten am Fixsternhimmel bekannt gemacht. Ein anderer Abschnitt handelt von der Entfernung der Fixsterne, von ihrer Eigenbewegung senkrecht zur Gesichtslinie und in derselben, von ihrer Helligkeit, von der bei vielen Sternen vorkommenden Helligkeitsänderung, von den verschiedenen Sternfarben, von den Doppelsternen, Sternhaufen und Nebeln.

Während das Werk zur Hälfte seines Umfanges der Betrachtung des Fixsternhimmels gewidmet ist, befaßt sich ein Abschnitt von 35 Seiten mit den zu unserm Sonnensystem gehörigen Körpern einschließlich der Kometen. Für Venus, Mars, Jupiter und Saturn ist in je einer Tabelle für die einzelnen Monate der Jahre 1911 bis 1931 das Sternbild angegeben, in welchem sich der Planet befindet.

Der Unterweisung in der Handhabung des Fernrohrs dient ein Abschnitt von 20 Seiten. Zum Schluß des Werkes wird der Liebhaber der Astronomie auf verschiedene Gebiete, in denen er wissenschaftlich wertvolle Beobachtungen anstellen kann, und noch auf einige populäre astronomische Bücher hingewiesen.

Otto Knopf, Jena.

Kleine Mitteilungen.

Schmieröl mit Graphitzusatz. Ein gutes Schmieröl soll die unmittelbare Berührung der Reibungsflächen verhüten, indem es dauernd in einer ausreichend starken und schlüpfrigen Schicht zwischen den aufeinander arbeitenden Reibungsflächen verharret. Nach den sehr eingehenden Versuchen, z. B. von Professor L. Ubbelohde (Karlsruhe), ist es weniger die sogenannte Flüssigkeitsreibung, als hauptsächlich die trockene Reibung, welche den Gesamtreibungswiderstand von aufeinander arbeitenden Flächen stark erhöhen kann, besonders bei verhältnismäßig kleinen Geschwindigkeiten oder hohen Drücken. Der Reibungskoeffizient ist auch nicht allein bedingt durch die Wahl eines besonders schlüpfrigen und mithin auch meistens teureren Schmiermittels, sondern in allererster Linie durch die Beschaffenheit der betreffenden Gleitflächen. Erfahrungsgemäß kann bei einem gut geschmierten Zapfenlager mit einem Reibungskoeffizienten von 0,04 bis 0,06 gerechnet werden, vorausgesetzt, daß die vollkommen ebenen und glatt bearbeiteten Gleitflächen aus einem Material bestehen, welches an und für sich bereits einen geringen Reibungskoeffizienten besitzt, wie z. B. Gußeisen, Stahl, Bronze. Am geringsten sind die Kraftverluste bei gehärteten und geschliffenen Stahlzapfen, welche in geschliffenen Hartbronzelagern laufen bzw. Flächen, welche einerseits aus gehärtetem und sauber geschliffenem Stahl und andererseits aus geschliffener Hartbronze bestehen. Man soll daher stets bestrebt sein, den aufeinander arbeitenden Gleitflächen ihre Glätte und Ebenheit zu erhalten bzw. möglichst noch zu verbessern, da nachweislich selbst bei den best geschliffenen Gleitflächen auf diesen, dem unbewaffneten Auge nicht sichtbar, Unebenheiten bestehen, welche bei dem Aufeinandergleiten der betreffenden Flächen zahnradartig ineinandergreifen und Reibung

verursachen. Durch diese wird nun nicht nur die bewegende Kraft in Wärme umgewandelt, sondern es findet, abgesehen von der rein mechanischen Abnutzung der Flächen, oft auch eine solche infolge der Erhitzung statt.

Um die trockene Reibung so viel wie möglich zu vermindern bzw. die oben erwähnten kleinen Unebenheiten zu verringern und somit die Ebenheit der Gleitflächen zu vergrößern, bedient man sich in neuerer Zeit vielfach des Zusatzes von Graphit zum Schmiermaterial. Die Zuführung von Graphit bewirkt aber nicht nur ein Ausfüllen der winzigen Poren auf den Gleitflächen, sondern stellt zugleich eine selbst von hohen Temperaturen nicht zu beeinflussende Substanz dar und eignet sich mithin auch aus diesem Grunde besonders als Schmiermittel. Zur Zeit des ersten Auftretens der Graphitschmierung setzte man dem Schmieröl einen bestimmten Prozentsatz von natürlichem Graphit zu, stieß aber damit auf Schwierigkeiten, weil der spezifisch schwerere Graphit sich sehr leicht im Öl absetzte und dadurch vielfach die Schmierrohre, Schmierkanäle, Schmierapparate usw. verstopfte und somit nur Betriebsstörungen schwerster Art herbeiführte. Auch die zum Teil recht komplizierte Konstruktion der Schmierapparate, die eine fortgesetzte Mischung des Schmieröls mit Graphit herbeiführte, brachte keinen durchgreifenden Erfolg. Der Grund dafür lag indessen weniger an der Konstruktion der Schmierapparate als an der ungeeigneten Beschaffenheit des rohen oder nur unvollkommen aufbereiteten Graphits. Die Schwierigkeit lag in der Beschaffung eines vollkommen reinen, nicht mit erdigen Bestandteilen durchsetzten Graphits von gleichmäßiger und weichster sowie feinsten Körnung. Diese hauptsächlich aus Glimmer, Ton und Kieselerde bestehenden Unreinigkeiten betragen oft bis zu 50 % und sind weder auf mechanischem noch chemischem Wege hinreichend zu beseitigen. Wenn Graphit die dem unbewaffneten Auge unsichtbaren Vertiefungen auf den Gleitflächen ausfüllen soll, so muß er von feinsten Körnung sein. Um dieser Voraussetzung zu genügen, verwendete man auch Graphit in besser aufbereitetem Zustande und zwar in zweierlei Form:

1. in kristallinischer Form, als *Schuppen oder Flockengraphit*,
2. in fein pulverisierter, dem unbewaffneten Auge völlig strukturlos erscheinender Form, den *Pudergraphit*, der von der gleichen chemischen Beschaffenheit wie der Flockengraphit ist.

Die Resultate mit dieser Graphitschmierung sind zweifellos bereits wesentlich bessere, und der Schmierölverbrauch konnte schon hierbei nicht unbedeutend ermäßigt werden.

Die größten Erfolge wurden aber erst erzielt, als es gelang, den Graphit auf künstlichem Wege und von größter Reinheit zu erzeugen und dieses auf das allerfeinste zerkleinerte Material mit Schmieröl zu einer *Graphit-Schmieröl-Emulsion* zu verbinden. Der nach dem Achesonschen Verfahren hergestellte, künstliche Graphit von nahezu chemisch reiner Beschaffenheit wird aus Anthrazit erhalten, der in elektrisch geheizten Öfen einer Temperatur von ungefähr 4000 °C. ausgesetzt wird. Bei dieser Temperatur gehen alle Verunreinigungen in Dampf bzw. Gasform über und werden aus dem Rohstoff ausgetrieben. Der zurückbleibende, künstlich erzeugte Graphit besitzt einen Kohlenstoffgehalt von über 99,8 %, er wird mit besonderen Maschinen auf eine Feinheit gebracht, die ungefähr 1000 mal größer ist als die des

Flockengraphits. Die Körnung ist so fein, daß die einzelnen Teilchen, unter dem Mikroskop betrachtet, die Brownschen Molekularbewegungen zeigen. Der künstlich erzeugte Graphit sieht matt aus, im Gegensatz zu Flockengraphit, der stark glänzt. Der Hauptwert der Achesonschen Graphit-Öl-Emulsion besteht darin, daß man mit ihm tatsächlich eine Emulsion erzielt, die sich nicht entmischt. Wenn man feingepulverten natürlichen Graphit lediglich in Wasser oder Öl einschlemmt, so erhält man nur eine scheinbare, d. h. vorübergehende Emulsion, aus der sich der Graphit aber ohne große Mühe abfiltrieren läßt. Das Acheson-Verfahren beruht dagegen im wesentlichen auf einer Behandlung des künstlichen Graphits von feinsten Körnung mit Tannin, wodurch eine Emulsion von höchster Beständigkeit erzeugt wird. Eine solche Öl-Emulsion läuft, ohne entmischt zu werden, durch das feinste Filter hindurch, ein Beweis für die feinste Beschaffenheit der in der Emulsion enthaltenen Graphitmengen.

Der nach dem Acheson-Verfahren erzeugte Graphit kommt als Paste in dreierlei Form in den Handel und zwar als: „Aquadag“, ein Graphit-Wasser-Präparat, „Gredag“, ein Graphit-Staufferfett-Präparat, „Oildag“, ein Graphit-Schmieröl-Präparat, das erste dient zur Herstellung wässriger Emulsionen, als Schmier- und Kühlmittel bei der Metallbearbeitung in Maschinenfabriken zum Kühlen und zugleich Schmieren der Bohr-, Dreh- und Fräswerkzeuge, Hobelmesser usw., an Stelle des sonst auch verwendeten Seifenwassers. Das zweite Präparat stellt ein mit Graphit versetztes konsistentes Fett (Staufferfett) dar, das sich besonders zum Schmieren von Zahnradgetrieben bzw. zum Füllen von Staufferbüchsen eignet. Das dritte Präparat dient zur Herstellung von Schmierölemulsionen und besteht aus dem sehr fein gepulverten Graphit in Verbindung mit einem besonders fetten Öl.

Die Vorteile der Graphitschmierung bestehen nicht nur in der Ersparnis an Schmieröl (bis zu 50 %), sondern vor allem in der Verbesserung der Gleitflächen und Verringerung der Reibungswiderstände. Nach den Versuchen von Professor C. H. Benjamin von der Purdue-Universität (siehe auch *Zeitschrift des Bayerischen Revisionsvereins* 1908, Seite 5—7) verringerte sich der Reibungswiderstand bei einem Lagerdruck von 8,7 kg und 500 Umdrehungen pro Minute, bereits eine Minute nach der Zumischung von $\frac{1}{2}$ % Graphit-Ölpaste um 40 %, nach einer Stunde bereits um 50 % vom ursprünglichen Wert ohne Zusatz des Präparats, wo nur mit reinem Schmieröl ohne Graphitzusatz geschmiert wurde. Die Gleitflächen einer Maschine werden bei Anwendung der Graphit-Schmieröl-Emulsion mit einem glänzenden, schwarzen, sehr glatten Überzuge versehen, sämtliche noch vorhandenen geringen Unebenheiten werden von der Emulsion ausgefüllt und dadurch die Reibungswiderstände erheblich verringert. Auch für die Dampfzylinderschmierung, selbst bei Anwendung in Heißdampfmaschinen mit Dampftemperaturen von dauernd 350 Grad hat sich der Zusatz von Graphit in der oben beschriebenen Herstellungsart und in dem gleichen Mischungsverhältnis bewährt. Es ist dies ohne weiteres einleuchtend, da der Graphit durch die für ihn verhältnismäßig geringe Temperatur des Dampfes nicht angegriffen werden kann. Aus dem gleichen Grunde kann man daher auch Graphit-Öl-Emulsionen als Kühlöl für besonders warm laufende und sonstwie hochbeanspruchte

Lager und andere Gleitflächen verwenden, wenn man es nicht vorzieht, ständig mit diesen Emulsionen zu schmieren.

H. W.

Über Benzolbakterien. Es finden sich in der Literatur bisher nur vereinzelt Angaben über die Zersetzung von Benzolderivaten durch Mikroorganismen. Die früheren Beobachtungen beziehen sich ausschließlich auf Phenol; systematische Versuche wurden 1911 von Fowler, Andern und Lockett angestellt. Es wurde nun gefunden, daß es Bakterien gibt, welche sowohl Benzol wie Phenol und Brenzkatechin verhältnismäßig leicht, Phloroglucin etwas schwieriger abzubauen vermögen. (R. Wagner, Über Benzolbakterien, *Zeitschrift für Gärungsphysiologie* Bd. IV, H. 4, S. 289—319, 1914.) Im ganzen konnten 7 verschiedene Spezies aus Material mannigfachster Herkunft isoliert werden. Die spezifischen Benzolbakterien sind charakterisiert durch die vielfältigen Formen — geknickt, gerade, gebogen —, zum Teil bilden sie verzweigte, an Streptothrix erinnernde Fäden. Die Phenol und Phloroglucin zersetzenden Bakterien weisen hauptsächlich gerade Kursstäbchen auf, während die Brenzkatechinbakterien in ihrem Aussehen eher an Micrococcusformen erinnern. Auffallend ist, daß die Benzolbakterien sogar auf Kohlenwasserstoffen der aliphatischen Reihe, wie Benzin, Petrol und Petrolbenzin wachsen können.

Von Benzol verarbeitete eine Kultur innerhalb 34 Tagen 8 g, von Phenol als einziger Kohlenstoffquelle eine andere Kultur in 54 Tagen 17 g. Die höchste Konzentration von Phenol in reiner mineralischer Nährlösung, bei der noch Wachstum beobachtet wurde, betrug 0,06 %. Für Benzol und Brenzkatechin betragen die entsprechenden Werte ca. 0,3 bzw. 0,075 %, für Phloroglucin 0,04 %. Von den Benzolhomologen wurde auch Toluol und Xylol angegriffen, kompliziertere Ringe erwiesen sich als resistent. Unter den Terpenen zeigte nur Menthol bakteriellen Abbau. Versuche, mit anderen, bekannten Bakterien Benzol, Phenol usw. zu zersetzen, verliefen negativ.

Es zeigte sich, daß diese verschiedenen Spezies von Mikroorganismen, welche instande sind, chemisch so widerstandsfähige Körper wie Benzol und Phenol zu verarbeiten, in der Natur äußerst verbreitet sind. Vielleicht ist die Rolle, die sie im Haushalt der Natur spielen, bisher nicht genügend beachtet worden.

Autoreferat.

Auf der diesjährigen Festsitzung der Royal Society führte F. W. Aston die Wage vor, mit deren Hilfe er gemeinsam mit J. J. Thomson die beiden Gase bestimmt hat, aus denen das früher als einheitlich angenommene Gas Neon besteht. Diese Wage ist ganz aus geschmolzenem Quarz hergestellt. Sie bildet einen Kasten, dessen Wände Quarzplatten sind, die mit Siegellack zusammengeklebt wurden. In dem $7\frac{1}{2}$ cm langen Kasten befindet sich auf einer Messerscheide als Wagebalken ein Quarzfaden, der auf einer Seite in einer Kugel von 4 mm Durchmesser endet, und auf der anderen Seite ausbalanciert ist. Dieser Wagebalken wird bereits durch ein Gewicht von $\frac{1}{1.000.000}$ mg zur Drehung gebracht. Man füllt nun den Wagekasten mit dem zu untersuchenden Gase und beobachtet den Druck, bei welchem die Wage im Gleichgewicht ist. Geschieht dann dasselbe mit einem bekannten Gase, etwa Sauerstoff, so verhalten sich die Dichten der beiden Gase umgekehrt wie die beobachteten Drucke. (*Engineering* 97, 676, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

LIBRARY

RECEIVED

NOV 2 1914

U. S. Department of Agriculture

Heft 39.

25. September 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Das Protoplasma als physikalisches System von
Ludwig Rhumbler. Von *Geheimrat Prof. Dr.
V. Hensen, Kiel*. S. 893.

Ideale und reale photochemische Prozesse. Von
Prof. Dr. Fritz Weigert, Leipzig. S. 898.

Besprechungen. S. 905.

Physikalische und chemische Mitteilungen. S. 907.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Arbeiterkost

nach Untersuchungen über die Ernährung Basler
Arbeiter bei freigewählter Kost

Von

Dr. Alfred Gigon

Privatdozent für innere Medizin an der Universität Basel

Preis M. 1,80

(Heft 3 der Neuen Folge der „Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene“,
herausgegeben vom Institut für Gewerbehygiene, Frankfurt a. M.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24,— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Betriebsbuchführung einer Werkzeugmaschinen-Fabrik

Probleme und Lösungen

Von

Dr.-Ing. Manfred Seng

Mit 3 Figuren und 41 Formularen — In Leinwand gebunden Preis M. 5,—

Soeben erschien:

Die wirtschaftlich günstigste Spannung für Fernübertragungen mittelst Freileitungen

mit besonderer Berücksichtigung der Glimmverluste

von

Dr. Helmuth Eimer

Diplom-Ingenieur

Mit 47 Textfiguren — Preis M. 3,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

25. September 1914.

Heft 39.

Das Protoplasma als physikalisches System von Ludwig Rhumbler¹⁾.

Von Geheimrat Prof. Dr. V. Hensen, Kiel.

In den Zellen, also den Bausteinen aller belebten Körper, ist das *Protoplasma*, zu deutsch der Urbildungsstoff, als *einer der Träger ihres Lebens* aufzufassen. Darin liegt ein Gegensatz zum Zellsaft, zu Fetttropfen, zu Stärkekörnern und zu anderem Zellinhalt, dem man nur chemische Besonderheiten, aber nicht die Fähigkeit sich selbst zu gestalten und zu erhalten zuschreiben kann. Allerdings teilt das Protoplasma die Trägerschaft des Lebens mit dem Zellkern und bei vielen Zellen noch mit dem Chlorophyll. Es wird aber bezweifelt, ob die Zellen von Oscillarien und von Bakterien einen Kern haben, in welchem Fall dort *ausschließlich das Protoplasma*, vielleicht daneben noch einige stark färbbare Körner und Stäbchen Lebensträger sein werden.

Die histologische Literatur ist erfüllt mit Studien über das Protoplasma, gerade weil es Lebensträger ist. *Rhumbler*, der sich mit 24 Arbeiten an diesen Studien beteiligt hat, gibt uns eine Übersicht über *die bisherigen Ergebnisse, soweit sie das physikalische Verhalten betreffen*. Aus dem Rahmen seiner Darstellung scheiden die chemischen Bestandteile und Vorgänge im Protoplasma fast völlig aus. Daß diese Trennung sich durchführen läßt, ist erwünscht, denn der Chemismus des Protoplasmas ist verwickelt und wenig geklärt.

Zunächst ist die, wie sich zeigen wird, für die formative Tätigkeit der Zellen recht wichtige Frage zu lösen, *welcher Aggregatzustand dem Protoplasma zukommt*. Für die Beantwortung dieser Frage finden sich folgende Schwierigkeiten: 1. daß die Physiker flüssig und fest nicht übereinstimmend abgrenzen; 2. daß bei Kolloidlösungen, zu denen das Protoplasma zu rechnen sei, alle Übergänge zwischen flüssig und fest gefunden werden; 3. daß sich das lebende Protoplasma nicht immer ohne weiteres von sonstigem Inhalt und von Produkten der Zellen unterscheiden läßt; 4. daß das Protoplasma als eine Mischung aus verschiedenen Substanzen angesehen werden muß, Substanzen, die ineinander nicht löslich sind, sich also mit Grenzflächen voneinander absetzen. Es können also unter besonderen Bedingungen im Inneren der Mischung Grenzflächenspannungen erzeugt werden, die einer einheitlichen Substanz vollkommen fehlen.

¹⁾ Ergebnisse der Physiologie von *Asher* und *Spiro*. XIV. Jahrgang, S. 474—617.

Für die Diagnose „Flüssigkeit“ verlangt *Rhumbler*, daß die Substanz ohne innere, meßbare Elastizität, ohne merkbare Kompressibilität und daß sie den Kapillaritätsgesetzen unterworfen sei.

Der ersten Bedingung entsprechend ergibt sich, daß bei dem Zentrifugieren von Amphibien-eiern, deren Dotterplättchen, ohne die nächsten Entwicklungsstadien zu stören, durch die Plasmamasse *hindurch wandern* können.

In vielen Pflanzenzellen, so z. B. in solchen der Charaarten, sieht man eine unter dem Mikroskop rasch erscheinende Strömung des den Zellsaft umhüllenden Protoplasmas. In diesem finden sich allerlei Einschlüsse. Diese Plasmaströmungen wurden von einigen Seiten als Zusammenziehungen gedeutet und jedenfalls will *Rhumbler* entscheiden, ob das Plasma die Eigenschaften einer Flüssigkeit zeigt. Dazu wurde eine Charazelle (Fig. 1) über einen Glasfaden *Gl* gebrückt

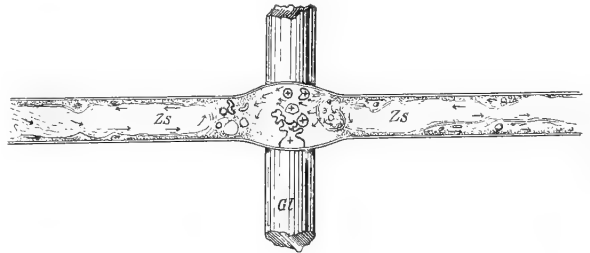


Fig. 1. Stück einer auf einen kreuzenden Glasfaden (*Gl*) durch den Deckglasdruck aufgepreßten Charazelle. Nach *Rhumbler*. An der verbreiterten Quetschstelle hat das zähflüssige Protoplasma Halt gemacht (vgl. die eingezeichneten Kreuze), während das dünnflüssige Plasma (vgl. die Pfeile) noch über die Quetschbrücke hinüberrieselt. Der Zellsaft (*Zs*) hat sich von der Klemmstelle vollständig zurückgezogen. Vergr. $33\frac{1}{3} : 1$.

und dann durch ein aufgelegtes Deckglas allmählich auf dem Faden plattgedrückt. Es blieben dann die größeren und später auch die kleineren Einschlüsse in dem so geschaffenen Engpaß liegen, aber das Protoplasma strömte *mit unverminderter Geschwindigkeit* an den fixierten Massen vorbei. Daraus zieht *Rhumbler* den Schluß, daß die Plasmateile nicht gegenseitig elastisch verknüpft sein können, sondern, entsprechend der von ihm angenommenen Definition, einer *Flüssigkeit* angehören müßten.

Daß das Protoplasma nicht kompressibel sei, wird dadurch nachgewiesen, daß die Charafäden mit einem Deckglas belastet werden, auf das durch einen Stab ein Druck meßbarer und wechselnder Größe ausgeübt wird. Dabei erleidet die Geschwindigkeit der Strömung, solange der Druck nicht die Höhe von 4,6 Atmosphären, der zerstö-

rend wirkte, überstieg, *durchaus keine Veränderung*. Ein komprimierbarer, fester Körper hätte nach *Rhumbler's* Ansicht bei solchem Druck seine Bewegungen verändern müssen, daher gibt auch dieser Versuch einen Beweis für die Flüssigkeit des Protoplasmas dieser Zellen.

Wenn von dem protoplasmatischen Weichkörper einer vielkammerigen Foraminifere die Schale höchst vorsichtig abgenommen wird, behält der Weichkörper nicht mehr seine oft sehr besondere Gestalt, sondern rundet sich kugelig ab, also wie es eine Flüssigkeit tun muß.

Da der Komplex, den wir Protoplasma nennen, in den verschiedenen Zellen recht verschieden ist, wurden noch die für die Flüssigkeiten gefundenen *Kapillargesetze* bezüglich ihrer Gültigkeit für einige Plasmaarten geprüft.

Nach dem ersten Kapillargesetz findet sich auf jeder Oberfläche einer Flüssigkeit eine kontraktive Spannung, die eine Grenzschicht bewirkt. Sie wird als Oberflächenspannung, auch wohl als Kohäsionsdruck oder als Grenzflächenspannung bezeichnet. Der Kohäsionsdruck bewirkt, *daß die Flüssigkeitsoberfläche stets so klein ist*, wie sie es unter den obwaltenden Umständen, also unter Gegenwirkung der Schwere und anderer Kräfte

sein kann. Wenn an einem nur von der Grenzschicht überzogenen Tropfen, z. B. an einem mit etwas Karmin verriebenen Ricinusöltropfen in Alkohol ein Flüssigkeitsstrahl vorbei geht, so zeigen die Karminkörner im Öl eine konforme Bewegung an (Fig. 2 A). Lebende, nur mit Grenzschicht umkleidete Amöben oder junge Zellen früher Entwicklungsstadien aus Amphibieneiern, die fast ganz aus Protoplasma bestehen, *zeigen nicht solches Verhalten, erst wenn sie abgestorben sind, tritt die Rotation der Körnchen ein*.

Die Fig. 2 B soll dies Verhalten darstellen. Die mit *lw* und *ls* bezeichneten Zellen charakterisieren sich als *noch lebend*, indem sie Fortsätze aussenden, die allerdings wegen der zu schwachen Vergrößerung nicht überall gesehen werden. In ihnen *kreist der Inhalt nicht*. In den mit *ts* und *tw* bezeichneten Zellen *kreist der Inhalt*, aber sie erweisen sich *als bereits abgestorben*.

Werden solche Zellen aus den Eiern in ein mit geeigneter Flüssigkeit gefülltes Uhrglas entleert, so haften sie mit ihrer „zähflüssigen“ Oberflächenschicht am Boden des Schälchens fest. Wird dann die Schale bewegt, *so schaukeln die mittlerweile abgestorbenen Zellen hin und her*, wie etwa eine angeklebte, mit Flüssigkeit erfüllte, dünnwandige Blase. Dagegen *stehen die lebenden Zellen dabei so fest*, wie es etwa aufgeklebte, weiche Tonkügelchen tun würden. Es zeigt sich also auch bei dieser Prüfung der *sehr beachtenswerte Unterschied im Verhalten des lebenden gegenüber dem abgestorbenen Protoplasma*.

Zufolge des zweiten Kapillargesetzes wird die Oberfläche dort, wo infolge von Berührung der Flüssigkeit mit einem anderen Körper diese Adhäsionskraft einen anderen Wert angenommen hat, eine Veränderung erfahren. Daraus hat die Physik abgeleitet, daß erstens eine *homogene Flüssigkeit eine Oberfläche bestimmter Art stets mit einem bestimmten, den gegebenen beiden Substanzen angehörigen Randwinkel überfließt*. Zweitens, daß sich bei Berührung zweier Flüssigkeiten diejenige dieser Flüssigkeiten *in der Oberflächenschicht der anderen ausbreitet*, die die geringere Oberflächenspannung zu dem angrenzenden (dritten) Medium hat. Es breitet sich also Terpentinöl auf reiner Wasseroberfläche aus, weil es gegen Luft einen geringeren Normaldruck hat, als Wasser gegen Luft. *Rhumbler* findet, daß die überfließenden Pseudopodien der nackten Amöbe: *Pelomyxa penardi* Rhumb., konstant den in der Fig. 3 durch die geraden Linien bezeichneten Randwinkel von etwa 70° bildet, daß deren Plasma also flüssig ist.

Das gleiche zeigt sich bei den vielkammerigen Foraminiferen, bei denen sich der Aufbau des Gehäuses nach dem Winkel richtet, mit dem sich das wachsende und daher ausfließende Protoplasma über die Wandung hinaus ergießt. In der Fig. 4, einer Pulvinulina nach *Rhumbler*, ist, wie man sieht, der Winkel bei den ++ immer etwa 60°, dagegen ist er bei den Punkten gegen 90°.

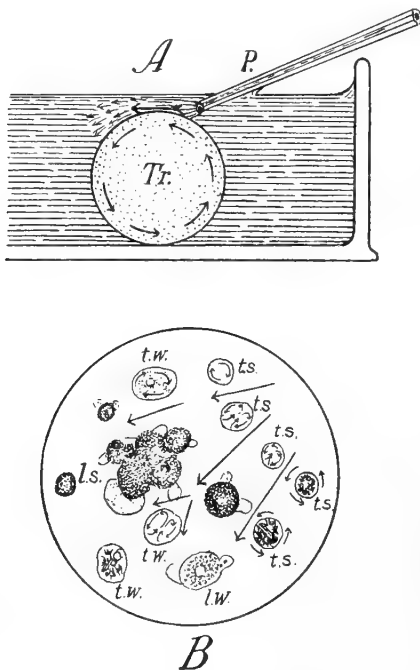


Fig. 2. Nach *Rhumbler*. A. Durch einen aus der Pipette (P.) ausgepreßten Flüssigkeitsstrom wird die Flüssigkeit in dem, in andere Flüssigkeit eingebetteten Tropfen (Tr.), in konforme Rotation versetzt. B. Isolierte Blastomeren der Eier von Triton taeniatum. Gegen die im umgebenden Medium erzeugten Strömungen verhalten sich die Zellen verschieden, je nachdem sie noch leben oder abgestorben sind. Die lebenden schwarzen mit *ls* oder weißen mit *lw* bezeichneten Zellen senden z. Tl. Fortsätze aus, aber zeigen keine Mitbewegung. Die abgestorbenen *ts*- und *tw*-Zellen zeigen die konforme Rotation, wie sie durch die kleinen Pfeile angedeutet wird. Vergr. 50:1.

Rhumbler nimmt hier eine Heteromorphie des Protoplasmas an und zeichnet entsprechend den distalen Teil des Leibes mit Kreuzen, den axialen mit Strichen gefüllt. Ref. möchte fragen, ob nicht auch eine Verschiedenheit der axialen und distalen Wand Einfluß auf den Randwinkel hat?

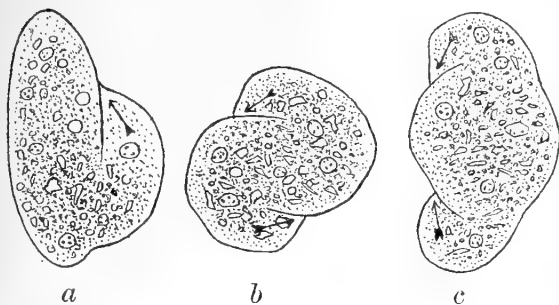


Fig. 3. Randwinkel bei der eruptiven Pseudopodienbildung von Pelomyxa, durch die Pfeile gekennzeichnet. Vergr. 200:1. Nach Rhumbler.

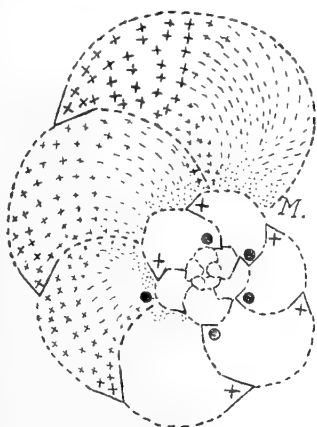


Fig. 4. Schema einer Pulvinulina nach Rhumbler. Eine Heteromorphie der Sarkode, die zu den Winkelreihen von einerseits 60° und andererseits 90° führt, ist durch die verschiedene Musterung angedeutet. Vergr. 63:1.

Daß sich das lebende Protoplasma stark an der Oberfläche des Wassers ausbreitet, also Flüssigkeit ist, wird dadurch nachgewiesen, daß gewisse hüllenlose Amöben, Pelomyxa und Amöba limicola, zerplatzen und sich an der Wasseroberfläche ausbreiten, sobald sie mit dieser in Berührung gebracht werden. Aus Amphibieneiern auf die Wasseroberfläche entleerte Zellen früher Entwicklungsstadien zerplatzen und bilden einen Schleier auf der Oberfläche, während sie sich, sofort untergetaucht, noch teilen, also einige Zeit noch leben können.

Das 3. Kapillargesetz sagt aus, daß sich das Niveau einer Flüssigkeit in einem Kapillarrohr je nach den Adhäsionen an der Wandung und ihrer Kohäsion verändert. In dieser Richtung ergaben Versuche mit einer Art Lohblüte zwar ein positives Resultat, aber in dem Rohr zerfiel die aufgesogene Masse rasch in ein Maschenwerk und reine Flüssigkeit. Es konnten daher ein-

gehendere Untersuchungen in dieser Richtung nicht angestellt werden.

Die so stark hervortretenden Verschiedenheiten in dem physikalischen Verhalten der untersuchten Protoplasamassen werden nach Rhumbler dadurch erklärlich, daß das Protoplasma ein „heteromorphes Spumoid“ sei. Es sei „aus zwei Flüssigkeitskategorien, Hyaloplasma und Enchylema (Bütschli) schaumartig zu einem Spumoid zusammengemengt, dessen Eigenbestandteile in jeder Kategorie, also ebensowohl in dem zähflüssigeren, die Schaumwände formierenden Hyaloplasma, als auch in dem den Schaumkammercheninhalt darstellenden Enchylema chemisch-physikalisch verschieden sein können. Man muß diesen Feststellungen zufolge das Protoplasma mechanisch-physikalisch als ein „heteromorphes Spumoid“ bezeichnen“ (S. 616).

Eine Ergänzung hierzu gibt die folgende Bemerkung, S. 524: „Der Bau des Protoplasmas aus mikroskopisch noch erkennbaren Schaumkammerchen ist keine dem Protoplasma an sich inhärente Elementarstruktur, sondern nur der gewöhnliche Zustand des Protoplasmas.“ Es könne übrigens sehr wohl Spumoidbau vorhanden sein, ohne daß er, sei es wegen zu großer Kleinheit der Kammerchen oder wegen zu großer Durchsichtigkeit ihrer Wände, gesehen werden kann.

In Anlehnung an die Schäume wird der Name „Spumoid“ von Rhumbler für folgende Art von Bildung gegeben. Wenn eine Gummilösung mit Öl geschüttelt wird, so wirbelt sie, angeblasen, so lange nach Art jeder anderen Flüssigkeit, wie noch die Öltropfen einzeln schwimmen. Werden ihrer aber so viele, daß sie sich gegenseitig pressen, sich abplatteln und die Form etwa von Pentagondodekaedern gewinnen, so wirbelt die Masse nicht mehr beim Anblasen, sondern verhält sich wie ein Schaum. Es tritt eine Schaumspannung ein, weil die sich aneinander legenden Kammerchenwände bestrebt sind, kleinste Flächen zu gewinnen. Die Emulsion ist zum Spumoid geworden. Das kann auch auf dem umgekehrten Wege geschehen, z. B. bilden sich in einem von Pankreassaft umflossenen Öltropfen zuerst grobe Polyeder und erst zuletzt, unter Vermehrung der aus Seifenlösung gebildeten Grenzschichten, einzeln schwimmende Fettkügelchen. Wie eigentlich der Spumoidbau entsteht, ist noch nicht klargelegt worden.

Wenn Referent recht versteht, sagt Rhumbler aus, daß zwar das Plasmaspumoid, wie gezeigt, nicht alle für eine Flüssigkeit verlangten Reaktionen gibt, aber als Spumoid dennoch aus Flüssigkeit aufgebaut sei. Darin hat er recht, aber um die Wichtigkeit solchen Baues für die Funktionen der Zellen nachzuweisen, hätte er, wie Referent nachweisen möchte, weiter gehen sollen.

Seifenschaum oder ein Spumoid aus 40 Volumen Quecksilber und 60 Volumen Ricinusöl ist schneidbar, zerreißbar und formbar, ganz wie

festen Substanz, unterscheidet sich aber von dieser dadurch, daß ein sie berührender Körper benetzt wird. Bei Seifenschaum kann diese Nässe nur von dem Hyaloplasma herkommen, das zwischen den Kammerwänden kapillar gebunden liegt. Die Schaumwände dürften wohl eine Legierung von Hyaloplasma und Enchylemagas, wohl auch besonders ionisiert sein, aber da sie nach Plateau und G. Quinke¹⁾ nahe 0,0001 mm dick sind, die etwa aneinander liegenden Wände der Kämmerchen 0,0002 mm, also mikroskopisch schwer sichtbare Dicke haben, ist es klar, daß die Schaumwände, wie wir sie sehen, wesentlich kapillar an den Wänden gehaltenes Hyaloplasma sind. Daß in der festen grauen Salbe die 60 Volumen Ricinusöl nicht als Wandsubstanz für die Quecksilbertropfen verbraucht werden können, ist unzweifelhaft. Es möge daher die Wandsubstanz als ein besonderes Drittes, etwa als Diaphragmin, vom Hyaloplasma getrennt werden. Die zwischen liegende Hyaloplasma-Masse wird sich, so eng auch die Spalten zwischen den Kämmerchen sein mögen, darin doch hin und her schieben können.

Die von mir nachgezeichnete photographische Reproduktion Rhumblers (Fig. 5) spricht für die Verteilung des Hyaloplasmas in der Aderung.

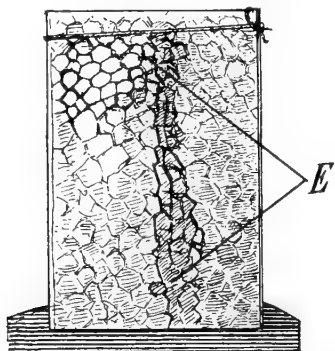


Fig. 5. In Seifenschaum sinkt das schwarze Eisenfeilicht *E*. innerhalb der Kammergrenzen abwärts, ohne daß die Lagerung der Schaumkammern in irgendwelcher Weise gestört oder geändert wird.

Da benetztes Eisenfeilicht, den Wandungsgrenzen folgend, abwärts sinkt, zeigt sich, daß diese Grenzen einen Widerstand zu leisten vermögen, während das zwischen ihnen liegende Enchylema leicht verschiebbar ist und ausweicht. Um die kleineren Kammern ist das Hyaloplasma in dickerer Schicht gelagert als um die größeren, doch ist die Wiedergabe nicht ganz naturgetreu. Übrigens liegt ja auch zwischen den beiden Wänden einer kleinen, gewöhnlichen Blase aus Seifenwasser viel Flüssigkeit, die in das Diaphragmin aufgenommen wird, wenn eine solche Blase stärker aufgeblasen wird.

Über die Beweglichkeit dieses Hyaloplasmas berichtet folgender Versuch von Rhumbler

¹⁾ G. Quinke, Über die Entfernungen, in welchen d. Molekularkräfte d. Kapillarität noch wirksam sind. Annalen d. Physik u. Chemie Bd. 137 (1869).

(S. 611). Er fand, daß in mit einem Deckglas bedecktem Seifenschaum „kleine Körperchen mit verblüffender Geschwindigkeit in dem Wandsystem . . . die Zickzackbahn des Schaumgefüges durchlaufend, nach dem Deckglas hin eilen“. Es ist übrigens durch Beobachtungen von Bütschli, Crato, M. Heidenhain u. a. bekannt, daß sich Körnchen innerhalb der Kämmerchenwände des Protoplasmas gleitend bewegen können, was auf Strömungen im Hyaloplasma hinweist.

Rhumbler betont stark, daß die Fähigkeit, das Protoplasma durch Spumoidbau zu festigen, für die Zellfunktionen großen Vorteil gewähre. Ref. möchte dies bezüglich der formativen Tätigkeit der Zelle etwas näher nachweisen. Das Spumoid ergibt je nach Kleinheit der Kämmerchen und Dünne des umlagernden Hyaloplasmas mehr oder weniger feste und formbare Massen. Solche festen Massen sind von einem Netzwerk beweglichen Hyaloplasmas durchsetzt. Manches spricht dafür, daß in dem Netz Strömungen stattfinden.

Bei Teilungen in der Diatomeengruppe „Rhizosoleniae“ zeigt sich deutlich die Notwendigkeit des Protoplasmaspumoids. Die verschiedenen Arten der Rhizosolenien bilden nämlich charakteristische Spitzen aus. Um diese zu entwickeln, sind, wie Fig. 6 zeigt, besonders geformte Spumoids erforderlich.

Die neuen Spitzen werden von dem Protoplasma der zugehörigen Tochterzellen ausgebildet, also von innen hinaus. Sie können nur so entstehen, daß geformtes Protoplasma, also Spumoid desselben, über die Teilungsebene hinausgeschoben wird. Falls der helle Raum, den man in dem Grundteil der Spitze sieht, anfänglich mit Zellsaft erfüllt war, kann die Spitzenanlage durch hohen Druck im Zellsaft an der Spitze der sich schräg teilenden Zelle zur Vortreibung solcher Spitze führen. Die Kämmerchen werden dann durch zirkulierendes Hyaloplasma mit Kieselsäure imprägniert. Es wird allerdings noch ermittelt werden müssen, wodurch die Formunterschiede des Spitzenspumoids in den verschiedenen Spezies erklärbar sind. Überhaupt liegt es nahe, die Skulpturen mancher Diatomeenschalen auf Verkieselung sehr kleiner Kämmerchen, die von dicken Maschen des Hyalonema umgeben waren, zu beziehen.

Das Verschwinden des Spumoidbaues bei dem Absterben der Zellen, also der Zerfall des Diaphragmins, deutet darauf hin, daß zu dessen Erhaltung ein Strömen des Hyaloplasmas erforderlich ist, dessen Störung also Todesursache wird. Bei Schäumen scheint mir das Platzen der Wände einzutreten, sobald das Hyaloplasma soweit ausgeflossen ist, daß die Diaphragminwände zur Berührung kommen.

Über den Import in die Zellen werden eigentümliche Versuche und Beobachtungen mitgeteilt, die flüssige Beschaffenheit eines nackten Protoplasmas zur Voraussetzung haben. Als Import-

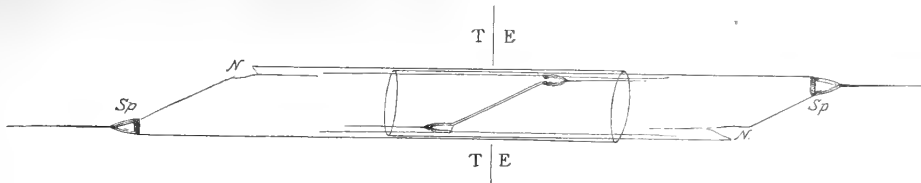


Fig. 6. Schema der Teilung der sehr einfach gebauten die in Teilung begriffen ist. Im Inneren legen sich bei der früheren Teilung sich die Spitze der Schwesterzelle angelegt hat. T E. Teilungsebene, in der sich die Zellspitzen der Tochterzellen entwickeln.

Rhizosolenia semispina. Sp. Spitzen der Mutterzelle, die Spitzen der Tochterzellen an. N. Narbe, in der Schwesterzelle angelegt hat. T E. Teilungsebene, in der sich die Zellspitzen der Tochterzellen entwickeln.

gesetz wird die Notwendigkeit bezeichnet, daß ein Fremdkörper, der mit einer Flüssigkeitsgrenze in Berührung kommt, von der Flüssigkeit umflossen oder importiert wird, wenn er zu der berührten Flüssigkeit eine größere Adhäsion hat als zu seiner bisherigen Umgebung und wenn seine Adhäsion zu der berührten Flüssigkeit größer ist als die Kohäsion zwischen den Molekülen dieser Flüssigkeit. Demonstriert wird das Verhalten an einer 5 cm langen Glaskapillare von 0,4 mm lichter Weite, die senkrecht stehend mit Wasser angefüllt wird und die dann einen 2 cm langen Glasfaden von 0,12 bis 0,15 mm Dicke ganz aufsaugt. Das Wasser zieht sich kapillar an dem Glasfaden hin, dabei wird aber seine Oberfläche gegen die Luft vergrößert, obgleich sie das Bestreben hat, die kleinste Fläche zu gewinnen. Der Wettstreit ergibt eine Hebung des Glasstabes, die dazu führt, daß er ganz in das Wasser hineingezogen wird, wenn er genügend leicht ist.

Die Wirkung der Grenzflächenspannung tritt in dem Fig. 7 wiedergegebenen Versuch Rhumblers deutlich hervor.

In der Pipettenspitze *a* und *b* ist Chloroform über Wasser geschichtet. Ein Schellackfaden wird zunächst vom Wasser, dem Schellack schwach adhärirt, aufgenommen und langsam gehoben. Bei Berührung des Chloroforms tritt der Faden rasch in diese Schicht und steigt sogar

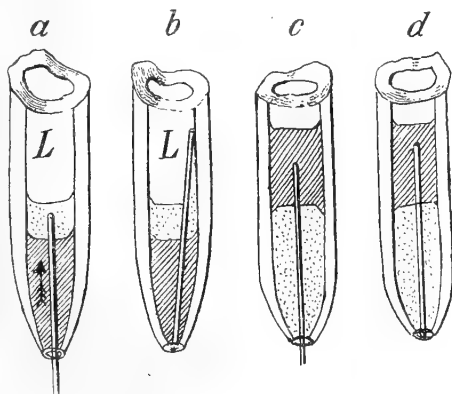


Fig. 7. In der Pipettenspitze findet sich Wasser, schraffiert, Chloroform, punktiert, und Luft, L. Ein nicht biegsames Schellackfädchen wird sowohl, wenn Wasser unten und Chloroform darüber geschicht ist, wie auch bei umgekehrter Schichtung importiert, so daß sich aus den Zuständen *a* und *c* die Zustände *b* und *d* entwickeln.

noch darüber hinaus. In *c* und *d*, wo Chloroform unten liegt, geht der Faden durch die Grenzfläche Chloroform-Wasser gleichfalls hindurch in das Wasser hinein. Rhumbler entnimmt daraus, daß die wegen stärkerer Krümmung mehr Moleküle enthaltende untere Grenzfläche größere Adhäsionswirkungen aufzubringen vermöge, als die flachere Grenzfläche zwischen Wasser und Chloroform.

Dieser Vorgang scheint bei der Nahrungsaufnahme mancher einzelligen Tiere zu wirken, soweit es sich um langgestreckte Nahrungspartikeln handelt. Dafür gibt Rhumbler mit nachfolgenden Fig. 8 einen Nachweis.

Die Einverleibung des Oscillarienfadens in den Körper der Amöbe Arcella A. wird wohl nicht durch andere Kräfte bewirkt worden sein als diejenigen, die bei den Chloroformtropfen B.

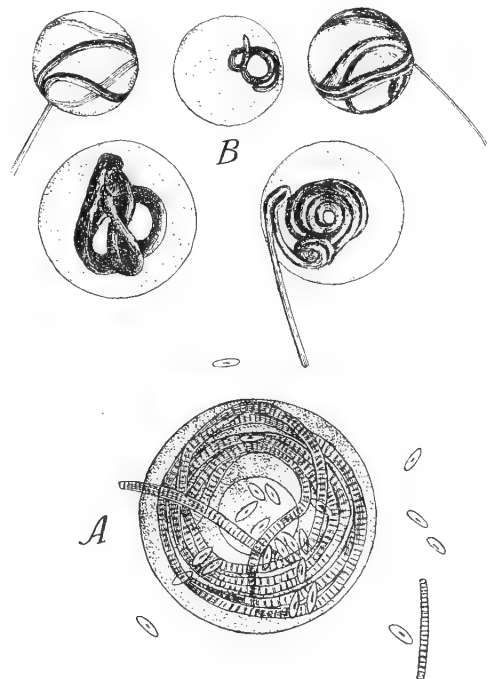


Fig. 8. A. Eine Arcella vulgaris, die einen Oscillarienfaden aufgenommen hat, nach einer Photographie von Prof. Neeresheimer. B. Chloroformtropfen, die dünne Schellackfäden aufgenommen haben oder in deren Aufnahme begriffen sind. Die Fäden rollen sich in ihrem Inneren so auf, wie der Oscillarienfaden in der Arcella. Die Chloroformtropfen lagen in ausgekochtem Wasser. Vergr. 16 : 1.

die Aufnahme und Aufwicklung der Schellacktropfen bewirkten. *Rhumbler* glaubt diese Art von Nahrungsaufnahme auch für feste Körper ohne besondere Längsstreckung annehmen zu können. Es wird indessen kein Grund ersichtlich gemacht, weshalb solche Körper von der Wand, der sie anhängen, fortgehen sollten, es sei denn, daß andere Kräfte, z. B. Protoplasmaströmungen, sie fortrissen.

Dagegen kommt die Adhäsion für manche *Schalenbildungen* zur Geltung, namentlich, wenn das Material aus Fremdkörpern besteht, die von außen her aufgesammelt werden. Es werden aber auch in einigen Fällen im Innern geformte Kalkmassen mit Hilfe der Adhäsion an die Oberfläche zur Schalenbildung verwendet. Daß es sich dabei um ein rein physikalisches Geschehen handeln kann, weist der folgende Versuch von *Rhumbler* nach.

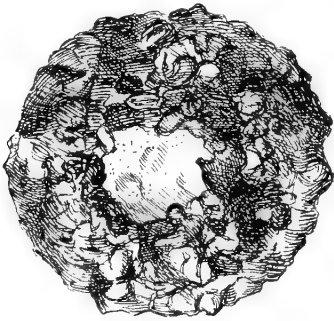


Fig. 9. Künstliches, von einem Ricinusöltropfen in 70 % Alkohol aufgebautes Quarzkörnchengehäuse. Die nach oben gelegene Mündung wurde in diesem Falle durch das Einstechen einer Nadel erzielt, um zu zeigen, daß das Ölinnere keine Steinchen mehr trägt und daß auch die Unterfläche mit einer Steinmauer überdeckt ist. Vergr. 100 : 1.

Wie man sieht, und wie *Rhumbler* selbst betont, gehen die adhärierenden Teilchen *nicht* ins Innere des Tropfens hinein! Es ist bei dieser Art der Schalenbildung eine Besonderheit, daß die Bausteine in der Schale sehr genau aneinandergefügt werden. Man hat dies Verhalten als eine intelligent auswählende Tätigkeit der betreffenden Protisten deuten wollen. Dem entgegen sagt *Rhumbler*: Einer Flüssigkeitsfläche adhärenzierende Fremdkörper streben nach Kohärenz (S. 589). Hier soll das Wort *cohaeresco* im Gegensatz zu *cohaereo* auf die *selbsttätige* Bewegung der Fremdkörper während des Aneinanderschließens derselben aufmerksam machen. Daß den Fremdkörpern eine Selbsttätigkeit zugeschrieben wird, ist dem Referenten befremdend.

Für den Einfluß der Grenzschicht auf die Stoffein- und -ausfuhr der Zellen kommt wohl eine von *Macallum* nachgewiesene Eigentümlichkeit in der Verteilung des *Kaliums* im Protoplasma zur Geltung. Kaliumverbindungen lassen sich durch in eine Lösung bestimmter Konzentration von Natriumnitrit und Essigsäure gebrachtes Hexanitrit von Kobalt und Natrium nachweisen.

In den Zellen fällt das Kalium als gelbe Masse, die mit Ammoniumsulfat schwarz wird, nieder. Es zeigt sich eine besonders starke Kaliumanhäufung an solchen Stellen des Protoplasmas, wo Fortsätze getrieben werden, also *wo die Hüllen besonders gelockert und aufgetrieben sind*.

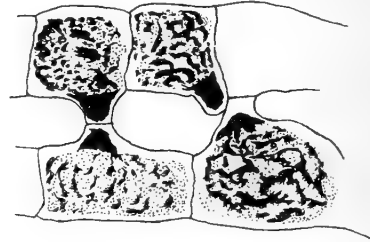


Fig. 10. Zwei Fäden von *Spirogyra*. Oberflächenkondensierung an den Sitzen der zur Erzeugung von Zygosporen entwickelten Auswüchse.

Nach einem als Gibbs-Thomsonsches Prinzip bezeichneten Satz ist ein *Gelöstes*, das die Oberflächenspannung *vermindert*, innerhalb einer Flüssigkeit in ihrer Oberflächenschicht *konzentrierter als sonstwo* in der Flüssigkeit, während ein *Gelöstes*, das die Oberflächenspannung *erhöht*, an der Oberflächenschicht der Flüssigkeit *am wenigsten konzentriert* ist. Kaliumionen erniedrigen die Spannung in der Grenzschicht. Da sich zeigt, daß diese Ionen nach Bedarf in Protoplasteilen angehäuft werden können, ist es, wie *Rhumbler* ausführt, wohl möglich, daß Kaliumanhäufungen in aufnehmenden oder absondernden Zellen so an deren entsprechenden Oberflächen liegen, daß sie, je nachdem, *den Eintritt oder den Austritt von Molekülen besonders begünstigen*.

Rhumbler geht auf die Organogenese und auf die plastische Reaktionsfähigkeit der Gewebe genau ein. Da diese Kapitel mehr für das Zellengefüge als für das hier abzuhandelnde Protoplasma Bedeutung haben, genügt es, auf diese Abschnitte hinzuweisen.

Ideale und reale photochemische Prozesse¹⁾.

Von Prof. Dr. Fritz Weigert, Leipzig.

Hochansehnliche Versammlung!

Es ist mir zu meiner großen Freude vergönnt, heute hier an derselben Stelle vor Ihnen über photochemische Dinge sprechen zu dürfen, wo vor fast 10 Jahren mein hochverehrter Lehrer *Luther* in seiner bekannten Rede über die „Aufgaben der Photochemie“ vielleicht als Erster einen allgemeinen rückwärts- und vorwärtsschauenden Querschnitt durch den damaligen Stand unserer Wissenschaft legte. Vieles, was damals für die

¹⁾ Rede gehalten beim Antritt des Lehramts für Photochemie und wissenschaftliche Photographie an der Universität Leipzig, am 25. Juli 1914.

Zukunft prophzeit worden ist, ist getroffen, vor allen Dingen sind aber die Anregungen, die *Luther* der wissenschaftlichen Welt gab, auf so fruchtbaren Boden gefallen, daß man fast schon von dem Beginn einer photochemischen Periode sprechen kann. Es hat sich ein sehr großes experimentelles Material in diesen letzten Jahren angehäuft. Eine Reihe von Problemen, die seit vielen Dezennien die Forscher beschäftigten, sind experimentell als gelöst zu betrachten.

Ich will es mir versagen, hier eine Übersicht über die photochemischen Erfolge des letzten Dezenniums zu geben, da es einer derartigen Zusammenfassung kaum bedarf. Hat doch die letzte Zeit eine Anzahl photochemischer Lehrbücher hervorgebracht, Bücher, welche nicht nur einfache Anleitungen zum Photographieren sind. So ist denn die Photochemie ein selbständiges Lehrgebiet geworden und in den Vorlesungsverzeichnissen der meisten Universitäten gehört sie schon zu den ständig behandelten Gebieten. Dies alles, daß ich auch bei den Jüngeren unter Ihnen das Verständnis für Probleme über die chemischen Wirkungen des Lichtes voraussetzen kann, erleichtert mir die Aufgabe, die ich mir heute gestellt habe, ungemein.

Eine sehr interessante Erscheinung, welche man bei der Durchsicht der photochemischen Literatur der letzten Jahre beobachten kann, ist die Sehnsucht nach einer Einteilung und Klassifikation der bekannten chemischen Lichtwirkungen. Soviel Versuche zur Aufstellung photochemischer Theorien durchgeführt wurden, soviel verschiedene Systeme zur Übersicht des Materials sind ersonnen worden. Dies ist ein sicheres Zeichen dafür, daß die wissenschaftliche Photochemie noch in ihren Kinderschuhen steckt, daß die experimentellen Ergebnisse bei der Untersuchung verschiedener photochemischer Reaktionen so verschiedenartig sind, daß an eine einheitliche Behandlung noch nicht gedacht werden kann. Die verschiedenen Auffassungen über photochemische Dinge laufen parallel nebeneinander her. Keine von ihnen hatte bis jetzt die innere Kraft, sich definitiv als überlegen über eine andere zu zeigen.

Aber trotzdem hat die Aufstellung eines strengen Systems, selbst eines falschen, bei der Inangriffnahme eines neuen Forschungsgebietes einen großen Vorteil. Es werden dadurch die Wege zum Auffinden neuer Versuchsmöglichkeiten vorgeschrieben, die Probleme werden von neuen Seiten angepackt, welche man vielleicht ohne die bestimmte Arbeitshypothese nicht beachtet hätte, und fast noch jedes Mal hat sich dann dem aufmerksamen Beobachter ein neuer überraschender Ausblick gezeigt, der zum Weiterforschen einlud.

Denn vielseitig ist die photochemische Forschung! Diese Erfahrung hat wohl jeder auf diesem Gebiet experimentell Arbeitende gemacht. Es ist aber zu bedenken, ob dieses willenlose Fol-

gen auf jedes Gebiet, wohin uns die photochemische Sirene zu locken sucht, nicht einen Verstoß gegen den energetischen Imperativ *Ostwalds* bedeutet. Brauchen wir nicht unsere Kräfte besser, um zuerst die allerprimitivsten photochemischen Phänomene aufzuklären, bevor wir uns auf Gebiete begeben, die ihrem Wesen nach der wirklichen Photochemie fremd sind? Nur in den aller-einfachsten Vorgängen gibt uns die Natur eine einfache Antwort auf Fragen, die wir mit einem Versuch an sie stellen. —

Die wichtigsten Probleme, welche jetzt der Aufklärung durch die wissenschaftliche Photochemie harren, sind die nach der Art der Umwandlung der strahlenden Energie in chemische Formen. Es sind dies Fragen, die schon von dem Begründer der wissenschaftlichen Photochemie, von *Theodor von Grotthuss* behandelt worden sind, und wenn er die chemische Wirksamkeit des Lichtes in Beziehung zu der Absorption durch die Berücksichtigung des Widerstands setzt, den es beim Eindringen in das System erfährt, so enthält diese Auffassung schon eine bestimmte Darstellung des erwähnten Problems.

Ich will es hier nicht übernehmen, eine historische Entwicklung unserer Ansichten über diesen Punkt zu geben. Ich will Sie nur an den Wendepunkt erinnern, an dem die Physik vor wenigen Jahren durch die Einführung der quantenhaften Auffassung der Energie der Strahlung angelangt ist. Die geniale Hypothese *Plancks* faßte die Strahlungsenergie in ähnlicher Weise diskontinuierlich auf, wie die Atomtheorie die Materie. Sie forderte direkt dazu auf, eine stöchiometrische Verbindung zwischen der erregenden Lichtenergie und der dadurch bewirkten chemischen Massenveränderung zu suchen, und sehr bald nach der Einführung des Quantenbegriffs in die Physik zog *Einstein* als Erster diese Konsequenz.

Die Photochemie ist also ungefähr hundert Jahre, nachdem *Grotthuss* das Absorptionsgesetz formuliert hatte, um ein zweites Gesetz bereichert worden, und zwar ist der Inhalt des Einsteinschen photochemischen Äquivalentgesetzes, daß nur dann ein Molekül zu einer chemischen Veränderung durch Strahlungsenergie befähigt ist, wenn die absorbierte Energie ein bestimmtes Quantum beträgt, welches gleich dem Produkt aus der universellen Konstante h und der Schwingungszahl ν des erregenden Lichtes ist. —

Mit dieser Regel, welche als die quantitative Vervollständigung des qualitativen Grotthusschen Gesetzes aufzufassen ist, wäre eigentlich das letzte Ziel der theoretischen Photochemie erreicht. Die Lehre von der chemischen Wirkung der Strahlung wäre aus einem beschreibenden, halb-quantitativen Vorstadium in die Reihe der exakten naturwissenschaftlichen Disziplinen eingetreten und wir wären imstande, photochemische Ausbeuten bei jeder beliebigen photochemischen Reaktion mit derselben Sicherheit vorauszusagen, wie wir mit Leichtigkeit prophezeien können, daß bei

der Auflösung von 2,9 g Zink in Säuren 1 Liter Wasserstoff entwickelt wird. Ebenso würde das Äquivalentgesetz aussagen, daß bei einer bestimmten Menge photochemisch ausnutzbarer Strahlungsenergie die Ausbeuten um so besser sein werden, je länger die Wellenlänge der erregenden Strahlung ist, und daß die Körpertemperatur des reagierenden Systems das Resultat nicht beeinflußt.

Meine Herren! Ich bin leider gezwungen gewesen, die letzten Sätze in einer bedingenden Form zu fassen. Das Äquivalentgesetz ist ausgesprochen worden, aber der Versuch hat es noch nicht bestätigt.

Die quantitativen Folgerungen lassen sich in vielen Fällen durch das Experiment prüfen, und es hat sich ergeben, daß eine Übereinstimmung in der Größenordnung wohl besteht, wenn man die Grenzen innerhalb zwei bis drei Zehnerpotenzen legt, aber es sind auch Abweichungen beobachtet worden, wo eine Million mal mehr Moleküle durch ein Energiequantum zur chemischen Reaktion angeregt wurden, als nach dem Theorem zu erwarten war. Und wenden wir uns nach der anderen Seite. Ist nicht die Existenz aller lichtechten Stoffe gleichzeitig eine weitere Ausnahme von der Regel? Wir pflegen eine Farbe als lichtecht zu bezeichnen, wenn wir keine Veränderung der Nuance im Lichte beobachten können. Aber hier ist keine scharfe Grenze zu ziehen und in vielen Fällen ist schon eine Reaktionsgeschwindigkeit, deren Größenordnung nur wenige Zehnerpotenzen unterhalb der bequem zu messenden liegt, mit unseren experimentellen Hilfsmitteln nicht mehr nachzuweisen.

Wir Photochemiker befinden uns in einer merkwürdigen Lage, die man fast mit Tantalus' Qualen vergleichen kann. Wir sehen unser lange ersehntes photochemisches quantitatives Faradaysches Gesetz vor uns und doch können wir damit nichts anfangen! Wir könnten fast glauben, daß die annähernden Übereinstimmungen mit der Erfahrung nur zufällige sind, wenn wir nicht auf anderen Gebieten der Physik die fast täglich mitgeteilten Bestätigungen der Grundlagen des Äquivalentgesetzes sehen würden.

Wohl wissen wir es, daß *Einstein* der Ableitung des Äquivalentgesetzes photochemische Vorgänge zugrunde gelegt hat, wie wir sie in Wahrheit noch niemals realisiert haben. Es wurde angenommen, daß der zu betrachtende Prozeß streng monomolekular ist und daß er vollkommen reversibel verläuft. Die Absorption der Strahlung soll eindeutig, durch einen starren Mechanismus, mit der chemischen Umwandlung des betrachteten Stoffes verbunden sein und bei der Rückverwandlung soll Strahlung von derselben Periode emittiert werden. *Es sind hier also ideale photochemische Vorgänge angenommen und es ist von Interesse, zu betrachten, ob die realen Prozesse, die allein unseren Versuchen als Grundlage dienen können, sich dem idealen Zu-*

stand überhaupt nähern können, oder ob zwischen beiden eine unüberbrückbare Kluft liegt.

Um diese Frage behandeln zu können, möchte ich Sie bitten, sich für kurze Zeit an die Methoden der quantitativen photochemischen Forschung zu erinnern.

Bei der Behandlung der photochemischen Gleichgewichte sehen wir einen tiefgreifenden Unterschied zwischen den idealen und realen photochemischen Prozessen. Man kennt noch keinen einzigen Fall eines wahren photochemischen Gleichgewichtes! Es liegen immer stationäre Zustände vor, die durch die Konkurrenz mehrerer photochemisch beeinflusster Reaktionsgeschwindigkeiten aufrecht erhalten werden. Immer wird dabei die Strahlungsenergie teilweise in unedlere Energieformen transformiert.

Die idealen photochemischen Prozesse müssen dagegen zu wirklichen photochemischen Gleichgewichten führen. Die Bedingung der starren Verbindung zwischen monochromatischer Strahlungsauf- und -abgabe und chemischer Veränderung läßt es zu, daß in einer vollkommen reflektierenden Hülle ein einmal von außen durch Belichtung eingetretener Zustand dauernd erhalten bleibt, was bei den realen photochemischen stationären Zuständen bekanntlich nicht der Fall ist. —

Bei *kinetischen* photochemischen Versuchen, die auch der Untersuchung der stationären Zustände zugrunde liegen und die demnach die einzige Möglichkeit bieten, die Gesetze der Photochemie experimentell zu ermitteln, liegen die Unterschiede nicht so klar.

Ich möchte Sie an eine Erscheinung erinnern, die häufig als eine recht störende Komplikation photochemischer Versuche empfunden wird, nämlich an die Schwierigkeit, die Resultate quantitativ zu reproduzieren. Je mehr sich die Anzahl der quantitativen Untersuchungen häuft, um so auffallender ist die Allgemeinheit dieser Tatsache.

Experimente, welche unter scheinbar vollkommen identischen Bedingungen angestellt wurden, ergaben häufig qualitativ verschiedene Resultate, in allen Fällen aber mehr oder weniger starke quantitative Abweichungen voneinander. Bei älteren Untersuchungen, welche die chemische Wirkung des Tageslichts studierten, ist sicherlich die mangelnde Reproduzierbarkeit auf die schwankende Intensität der erregenden Himmelsstrahlung zurückzuführen, welche von den verschiedensten meteorologischen Faktoren beeinflusst wird. In anderen Fällen sind Unvollkommenheiten in der Versuchsanordnung daran schuld. Aber auch, wenn unter möglicher Berücksichtigung aller Fehlerquellen gearbeitet wird, sind Abweichungen von 5—10 % bei identischen Versuchen die Regel. Man ist daher zur Sicherstellung eines quantitativen photochemischen Resultats gezwungen, zu statistischen Methoden zu greifen.

Die Allgemeinheit dieser Erscheinung legt nun

die Annahme nahe, daß es sich hier um eine charakteristische Eigenschaft photochemischer Prozesse handelt. Beispiele hierfür lassen sich in reichlicher Zahl erbringen. Man braucht nur die katalytischen Lichtreaktionen kritisch zu betrachten, zu denen fast alle bequem zu messenden, d. h. relativ schnell verlaufenden photochemischen Prozesse gehören. Hier sehen wir oft, daß die Form der Bestrahlungsgefäße einen großen Einfluß hat; so waren die Resultate, welche die Untersuchung der Ozonzersetzung im ultravioletten Licht ergeben hat, bei den verschiedenen Beobachtern so verschiedenartig, daß sie schwer von einem gemeinsamen Gesichtspunkt zu deuten sind. Ein noch besserer Fall ist die photochemische Vereinigung des Chlorknallgases. Es ist dies ja das klassische Beispiel dafür, wie einem äußerlich sehr einfachen chemischen Vorgang selbst in fast jahrhundertlanger exakter Bearbeitung, auch von den glänzendsten Experimentatoren, wie es *Bunsen* und *Roscoe* waren, photochemisch nicht abschließend beizukommen ist. Erst vor einem Jahr konnte man glauben, daß das Problem durch die Arbeit von *Bodenstein* und *Dux* wenigstens bis zu einem gewissen Abschluß gelangt war, und schon in diesen Tagen sind durch die von *Le Blanc* und *Volmer* aufgefundenene Empfindlichkeit der Reaktion den Röntgenstrahlen gegenüber wieder neue merkwürdige Seiten aufgedeckt worden.

Die beiden genannten Gasreaktionen sind als katalytische Reaktionen durch eine große Menge von Einflüssen zu stören, die wahrscheinlich gar nichts mit der Photochemie zu tun haben, den quantitativen Verlauf aber häufig gänzlich verzerren können. Noch unübersichtlicher liegen aber die Verhältnisse beim Studium flüssiger und fester lichtempfindlicher Medien. Hierzu gehören auch die am häufigsten ausgeführten *photographisch-photochemischen* Operationen.

Wir haben hier eine feste lichtempfindliche Substanz, das Halogensilber vor uns, welches in flockiger, unregelmäßiger Form in einem Bindemittel, wie Gelatine oder Kollodium, eingebettet ist. Die Gelatine, ein in seinen Eigenschaften ungeheuer wechselnder Eiweißstoff, beeinflusst durch seine Gegenwart sekundär auch die Lichtempfindlichkeit des Halogensilbers. Der Zustand einer photographischen Platte bleibt aber nach ihrer Herstellung nicht konstant, es findet vielmehr eine stetige Veränderung statt, welche in der kompliziertesten Weise von dem Milieu abhängt, in dem die Platte lagert. Auch die *Dauer* der Aufbewahrung vor und nach der Belichtung hat einen Einfluß auf das endgültige Resultat. — Es ist unmöglich, in kurzer Zeit alle die Faktoren aufzuzählen, welche nach unseren jetzigen Kenntnissen das Resultat eines photographisch-photochemischen Versuchs beeinflussen können, und es sei nur noch erwähnt, daß nicht einmal zwei nebeneinander liegende, gleichzeitig belichtete Bromsilberkörner nach der Entwicklung dieselbe Silberabscheidung zeigen.

Dies ist nun das Material, mit welchem die meisten photochemischen Versuche angestellt worden sind. Wir befinden uns hier auf einem Boden, wo selbst der mit den feinsten Instrumenten ausgerüstete Fachmann, dessen Kritik durch langjährige Erfahrung geschärft sein muß, nur mit der größten Vorsicht mit statistischen Methoden vorgehen darf. Leider hat sich aber unter den photographischen Amateuren in der letzten Zeit eine etwas spielerische Halbwissenschaft breit gemacht.

Und doch erscheint es merkwürdig, daß trotz der Unklarheit und Unsicherheit der Grundlagen die wissenschaftliche Photographie sich zu einem wunderbar vollkommenen Werkzeug entwickeln konnte, dem viele Zweige der Technik und der exaktesten Naturwissenschaften, unter ihnen die Astronomie, fast ihre Existenz verdanken. Wie so häufig bei empirisch entwickelten Fertigkeiten hat auch hier der Mensch mit feinem Taktgefühl einige wenige gute Seiten der Photographie sich nutzbar gemacht und zur äußersten Vollkommenheit entwickelt, und zwar die Möglichkeit, örtlich verschiedene Lichteindrücke zu fixieren, innerhalb bestimmter, sehr enger Grenzen Helligkeitsunterschiede annähernd richtig wiederzugeben und die unschätzbare Fähigkeit der photographischen Platte Lichtmengen, welche entweder wegen ihrer geringen Helligkeit oder wegen ihres Spektralgebietes unserem Auge nicht sichtbar sind, durch Summation zur Wahrnehmung zu bringen. Und seltsam, gerade diese Eigenschaften der photographischen Schichten sind vom photochemischen Standpunkt aus betrachtet so anomal, daß wir in einfacheren Prozessen überhaupt keine Analogie dafür haben. Drückt sich doch die *Helligkeit* eines punktförmigen Gebildes, wie es ein Fixstern ist, auf der Platte durch den *Durchmesser* des Schwärzungsscheibchens aus, und ist doch die Abhängigkeit der entwickelten Silbermenge von der Lichtintensität im Gebiet der normalen Belichtungszeit durch eine theoretisch vollkommen unbegründete Formel bestimmt!

Wir sehen also, daß die Photographie, welche als angewandte Wissenschaft bei geeigneter Verwertung wohl keine einzige Frage mehr unbeantwortet läßt, mit sich selbst noch lange nicht im klaren ist. Vielleicht hat dies einen tieferen Grund darin, daß photographische Methoden, die bisher vorwiegend zur Lösung rein photographischer Probleme herangezogen wurden, hierzu ihrem Wesen nach nicht ausreichen können. Und tatsächlich sind die wenigen gesicherten Kenntnisse, die wir auf diesem Gebiet besitzen, z. B. über die Theorie der Entwickler, mit chemischen und physikalischen Mitteln gewonnen worden. Hier liegt noch ein großes Arbeitsfeld vor uns.

Doch wenden wir uns von den katalytischen Lichtreaktionen und von der Photographie zu einfacheren photochemischen Prozessen, zu den arbeitspeichernden und den chemisch gekoppelten arbeitleistenden. Während die charakteristische

Eigenschaft der bisher behandelten Vorgänge die lockere Verknüpfung zwischen dem Licht und dem beobachteten chemischen Effekt ist, ist der Ablauf der anderen photochemischen Prozesse unbedingt an die Absorption der Strahlung gebunden. Man sollte hier mit Recht erwarten, daß bei genauer Reproduktion der Lichtverhältnisse und der anderen experimentellen Bedingungen auch das Resultat stets identisch ausfallen wird. Das ist aber nicht der Fall. Wenn man auch hier keine Abweichungen innerhalb mehrerer Zehnerpotenzen findet, so gehören doch Differenzen von 5—10 % zu den Regeln, auch dann, wenn die Schwankungen der Lichtquelle und die Analysenfehler geringer sind. Die bei derartigen einfachen Vorgängen aufgefundenen Gesetzmäßigkeiten können innerhalb dieser Grenzen eine gewisse Sicherheit beanspruchen.

Ähnliche Beziehungen wie bei diesen einfachen Vorgängen sind nun auch bei einigen katalytischen Lichtreaktionen beobachtet worden, da eben jedem photochemischen Ereignis primär stets ein arbeitspeichernder Prozeß zugrunde liegt. Diesen können wir jedoch in den meisten Fällen nicht direkt beobachten, weil die geringe Aufspeicherung von Strahlungsenergie in chemischer Form untergeht in dem starken Abfall der freien Energie des Systems in den sekundären rein chemischen Teilvorgängen.

Man kann so empirisch einen gewissen Normaltypus für den Ablauf eines photochemischen Prozesses aufstellen, nach dem die photochemische Reaktionsgeschwindigkeit proportional der vom lichtempfindlichen Stoff absorbierten Lichtenergie ist, und wir können weiter sagen, daß eine Abweichung von dieser Regel ein Anzeichen dafür ist, daß sekundäre nicht mehr photochemische Vorgänge den normalen Verlauf stören. Eine normale photochemische Reaktion ist demnach bei starker Lichtabsorption unabhängig von der Konzentration des lichtempfindlichen Bestandteils, bei schwacher Absorption, also auch in sehr dünnen Schichten verläuft sie monomolekular, und sie hat keinen Temperaturkoeffizienten.

Wir haben also hier bei den normalen realen photochemischen Prozessen ganz dieselben Eigenschaften, wie sie bei den idealen teils vorausgesetzt, teils abgeleitet wurden; nur kennen wir nicht den Zahlenwert des Proportionalitätsfaktors und auch die Proportionalität selbst ist nie ganz exakt. Wenn man graphisch die Abhängigkeit der photochemischen Reaktionsgeschwindigkeit von der Konzentration und gleichzeitig dieselbe Funktion für die Absorption aufträgt, so sind die beiden Kurven einander sehr ähnlich, decken sich aber niemals vollständig. So konnte man noch nie dieselbe Absorptionskonstante auf photochemischem und optischem Wege ermitteln. Das Absorptionsspektrum und das Empfindlichkeitsspektrum einer lichtempfindlichen Substanz hat in normalen Reaktionen ähnliche Maxima und Minima, aber quantitativ sind sie nicht identisch.

Hier in diesen Abweichungen, welche regellos sind, liegt offenbar der Schlüssel zum Verständnis des Unterschieds zwischen idealen und realen photochemischen Prozessen.

Es muß nun etwas spezieller auf den Mechanismus eingegangen werden, durch welchen eine ideale photochemische Reaktion mit einer realen verknüpft ist, und wir wollen für die idealen die Gültigkeit des Einsteinschen Theorems voraussetzen. Dann können wir in der allgemeinsten Fassung sagen, daß ein „quantisiertes“¹⁾ Elementarteilchen andere chemische Eigenschaften besitzt als dasselbe Teilchen, bevor es das Energiequant aufgenommen hat. Diese Auffassung Einsteins ist aber vielleicht für unsere heutigen chemischen Vorstellungen zu allgemein. Wir suchen nach Gründen, warum solche quantierte Molekel in ihrem neuen Zustand zu Polymerisationen, Dissoziationen, zu größerer Affinität anderen Molekeln gegenüber oder dazu befähigt sein soll, als einfacher Katalysator zu fungieren. Und dann können natürlich kinetische Vorstellungen nicht ausbleiben. Dies liegt besonders nahe durch das Vorhandensein eines dynamischen Resonanzvorgangs bei der Aufnahme des Quants aus der Strahlung, und da die Absorption der elektromagnetischen Schwingungen ein reiner Atom- oder Molekularprozeß ist, ist es am einfachsten, die veränderte Schwingungsform der Elektronen innerhalb des Elementarteilchens für das Auftreten neuer chemischer Eigenschaften verantwortlich zu machen.

Mit dieser Annahme gelockerter oder vollständig aus dem Molekularverband abgeschleudeter Elektronen, die besonders von Starck, Winter und Bodenstein vertreten worden ist, ist es in der Tat möglich, eine Brücke zu fast allen beobachteten photochemischen Erscheinungen zu schlagen. Ein spaltbares Molekül, z. B. das Sauerstoffmolekül, kann durch Abtrennung eines Valenzelektrons in atomaren Sauerstoff übergehen, und dieser kann durch Anlagerung an andere Sauerstoffmolekeln den Übergang in Ozon veranlassen. Es können sekundäre Umlagerungen in der Molekel selbst, oder Polymerisationen stattfinden, und hiermit ist fast jede organische photochemische Reaktion plausibel gemacht. Die freien Elektronen und die positiven Reste können elektrische Aufladungseffekte hervorbringen, oder durch Anlagerung an andere Moleküle können sich Ionen bilden, deren Bewegung in einem elektrischen Feld als ein photoelektrischer Strom beobachtet werden kann. Gerade diese photoelektrischen Effekte sind die stärkste Analogiestütze für die elektronische Auffassung photochemischer Vorgänge. Die Ionen und Elektronen können durch dichtere Zusammenlagerung Kerne bilden, welche auslösend als Kondensationskerne oder katalytisch als Reaktionskerne wirken können.

Bei solchen Betrachtungen fühlt man sich zu Hause und sie befriedigen unser chemisches, an

¹⁾ Eine von Herrn Einstein persönlich gebrauchte Bezeichnung.

kinetische Vorstellungen gewöhntes Gefühl, aber noch wissen wir nicht, ob nicht *trotzdem* die Extrapolation der bei den photoelektrischen Effekten gefundenen Erscheinungen auf rein photochemische Reaktionen zu weit ist, ob tatsächlich *immer* unsere elektronischen Vorstellungen die Tatsachen richtig wiedergeben und ob nicht diese nur ein Spezialfall der allgemeinen quantierten Molekel sind. Um dies festzustellen, ist es nötig, andere Erscheinungen, die mit der Strahlung zusammenhängen und mit den *primären* photochemischen Effekten parallel gehen, aufzufinden, und es bleibt dem Versuch vorbehalten zu entscheiden, ob, wie mehrfach vermutet wurde, die Fluoreszenz und die elektrische Leitfähigkeit hierzu gehören.

Da jedoch diese photochemischen Grundfragen noch nicht gelöst sind, müssen wir uns darauf beschränken, die Elektronenauffassung in ihrer Anwendbarkeit auf quantitative photochemische Ergebnisse zu prüfen unter der Annahme, daß die Aufnahme eines Energiequants aus der Strahlung direkt und eindeutig mit Abschleuderung oder Lockerung eines Elektrons gekoppelt ist. *In diesem Vorgang liegt dann eine ideale photochemische Reaktion vor.* Aber schon wenn wir versuchen, diese durch die Strahlung hervorgerufene Elektronenstrahlung in einer realen photochemischen Versuchsanordnung wirklich nachzuweisen, *würden wir exakte Resultate nur dann erhalten, wenn wir ein einziges Molekül beobachten würden¹⁾.* Schon wenn nur wenige Moleküle zugegen sind, kann ein Elektron durch ein benachbartes Molekül aufgefangen werden und den ersten photochemischen Vorgang rückgängig machen. Es wäre also schon jetzt keine Möglichkeit mehr gegeben, das Äquivalentgesetz quantitativ exakt zu bestätigen. Hiermit steht im Zusammenhang, daß bei den Versuchen über den photoelektrischen Effekt die Erscheinungen immer reiner werden, je dünnere Metallschichten bestrahlt werden, d. h. je weniger Teile dabei beteiligt sind.

Das Charakteristische bei jedem in irgendeiner Weise kinetisch aufgefaßten Elementarprozeß ist die diffuse Zerstreuung der gerichteten Strahlung. Dadurch wird der sekundäre Vorgang, der entweder direkt oder erst nach weiteren Umformungen zur Wahrnehmung führt, von der Umgebung der quantierten Molekel beeinflusst und das quantitative Resultat des beobachteten Gesamtvorgangs, eben der realen photochemischen Reaktion, ist nur nach den Prinzipien der Wahrscheinlichkeitsberechnung und Statistik, aber nicht mehr exakt zu berechnen. Dasselbe gilt für die chemischen Wirkungen, die durch die Röntgen-, Radium-, die Kathodenstrahlen und durch die stille elektrische Endladung hervorgerufen werden.

¹⁾ Wenn das Elektron nur gelockert wird, ist dieser ideale photochemische Prozeß überhaupt nicht direkt nachzuweisen.

Ganz anders ist es bei den elektrochemischen Vorgängen. In einer elektrolytischen Zelle bewirkt eine Potentialdifferenz zwischen den Elektroden sofort eine *gerichtete* Bewegung der Ionen. Dieser eindeutige Bewegungsvorgang ist die Ursache für die scharfe Gültigkeit des Faradayschen Gesetzes, jener unerschütterlich festen Grundlage, auf der die gesamte moderne Elektrochemie ruht. Das entsprechende *photochemische* Äquivalentgesetz, welches den nicht realisierbaren *idealen* photochemischen Reaktionen zugrunde liegt, sagt für die *realen* Prozesse nichts derartig Bindendes aus, und es fragt sich nur, wie nah die Annäherung zu treiben ist.

Ein Weg wurde schon angedeutet, der darin besteht, die durchstrahlte Schicht immer dünner und dünner zu machen. Aber hier ist sofort ein Hindernis zu erwarten in der Tatsache, daß die meisten photochemischen Vorgänge, vielleicht mit der einzigen Ausnahme der durch Licht verursachten Elektronenstrahlung, erst durch die Mitwirkung verschiedener Molekeln zustande kommen, so daß bei zu dünnen Schichten bei zu starker Verdünnung der Materie die uns interessierende photochemische Reaktion überhaupt nicht mehr stattfindet.

Ein anderer Weg kann gerade diese sekundären Reaktionen mit anderen Molekeln nützlich verwerten, um eine Bestätigung des Äquivalentgesetzes bei den *realen* Prozessen herbeizuführen. Er ist schon von *Luther* und *Baur* bei ihren Vorstellungen über die Energieaufnahme in lichtempfindlichen Stoffen benutzt worden und besteht in der schnellen Vernichtung der in dem Elementarprozeß eingetretenen chemischen Veränderung durch einen zweiten nicht direkt entgegengesetzten rein chemischen Prozeß, so daß die Rückbildung des Ausgangsprodukts unmöglich gemacht wird. Der photochemische Elementarprozeß ist dann der langsamste, also limitierende Vorgang, und ein derartiger Mechanismus liegt offenbar denjenigen realen photochemischen Reaktionen zugrunde, bei welchen das Einsteinsche Theorem annähernd bestätigt wurde. Aber auch hier kann die Übereinstimmung keine quantitative sein, und es ist klar, daß derartige Vorstellungen überhaupt keine Ähnlichkeit mehr mit den Grundannahmen haben, von denen aus das Gesetz abgeleitet wurde. Tatsächlich zeigt aber die Existenz einer großen Anzahl „normaler“ photochemischer realer Vorgänge, daß das Äquivalentgesetz sich wie ein Schatten durch eine dichte Nebelwand vieler miteinander verketteter chemischer Reaktionen bemerkbar macht. Daß wir es aber hier wirklich nur mit einem Abbild des Gesetzes zu tun haben, geht aus der Tatsache hervor, daß die für *ideale* Prozesse voraussetzende Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Wellenlänge bei *realen* Prozessen noch niemals aufgefunden wurde.

Welche Konsequenzen lassen sich nun nach den besprochenen Auffassungen für die *realen*

photochemischen Prozesse ziehen? Die Annahme, daß durch die gerichtete Lichtstrahlung ein diffuser dynamischer Vorgang hervorgerufen wird, räumt vor allen Dingen der Heterogenität des absorbierenden Mediums einen hervorragenden Anteil auf die Geschwindigkeit der sekundären chemischen Effekte ein. Da offenbar die Elementarprozesse von relativ kurzer Dauer sind, wird natürlich die photochemische Heterogenität in keiner Weise durch starke Rührung und andere mechanische Mittel beeinflußt, während in vielen Fällen die Produkte, welche im Verlauf der sekundären rein chemischen Vorgänge entstehen, bei ihrer längeren Lebensdauer an andere Stellen des reagierenden Systems abgetrieben werden. Die hierbei auftretenden Effekte lassen sich unter vereinfachenden Bedingungen rechnerisch behandeln. *Qualitativ läßt sich voraussagen, daß sie verschieden sein müssen, je nachdem der Intensitätsgradient der wirksamen Strahlung groß oder klein ist.* Bei den realen photochemischen Vorgängen ist nicht nur mit der integralen Absorption der Strahlung zu rechnen, sondern es ist zu erwarten, daß auch bei vollständiger Absorption der beobachtete photochemische Effekt ein anderer ist, je nachdem die Absorption in einer dünnen oder in einer dicken Schicht geschieht, *d. h. es kommt auch auf die Größe der Absorptionskonstante an.* Dies konnte ich vor kurzem bei der Wiederaufnahme der Untersuchungen über das Anthracen mit homogenem Licht beobachten.

Dieselben Grundannahmen lassen voraussehen, daß eine reale photochemische Reaktion nicht scharf proportional der Lichtintensität sein kann, selbst wenn die Anzahl der primären Elementarprozesse exakt proportional der absorbierten Lichtenergie ist. Dasselbe gilt auch für das so oft zitierte und in Wahrheit so selten geprüfte Bunsen-Roscoesche Gesetz, welches demnach nie streng gültig ist. Eine weitere Konsequenz ist die Unmöglichkeit, bei den realen photochemischen Reaktionen die von dem Äquivalentgesetz vorgesehene Abhängigkeit der Reaktionsgeschwindigkeit von der Periode des erregenden Lichtes zu bestätigen. Denn da die Veränderung der allgemeinen und kinetischen Eigenschaften der Molekel von der Energieaufnahme bei der Quantierung und daher auch von der Wellenlänge der Strahlung abhängt, *so müssen auch die sekundären chemischen Effekte mit der Umgebung davon beeinflusst werden.* Daß hier gewisse Optima durchlaufen werden, geht aus den Beobachtungen *Lenards* über verhältnismäßig geringe chemische Wirkungen der äußersten ultravioletten Strahlen hervor, bei denen die Energieaufnahme besonders groß ist.

Es sind aber noch andere Effekte auf Grund der heterogenen Verknüpfung des primären Elementarprozesses mit der eigentlichen realen photochemischen Reaktion voraussehen. Wenn mehrere homogene Strahlungen gleichzeitig ein

lichtempfindliches System treffen, so kann der Effekt nicht scharf gleich der Summe der den einzelnen Komponenten entsprechenden Wirkungen sein, da eine gegenseitige Beeinflussung durchaus zu erwarten ist. Ebenso werden mehrere chemische Prozesse, unter denen ein Teil photochemischer Natur ist, sich nicht einfach additiv überlagern, sondern sich deutlich beeinflussen. Für alle erwähnten Abweichungen von dem „normalen“ Verlauf haben sich in den letzten Jahren immer mehr Beispiele gezeigt¹⁾, so daß gerade diesen Anomalien eine größere Aufmerksamkeit zuzuwerfen ist als bisher.

Für die quantitative Untersuchung photochemischer Fragen gelten, nach dem bisher Gesagten, nicht mehr dieselben Leitlinien wie früher. Wir dürfen uns nicht mehr zufrieden geben, wenn ein neuer Fall im wesentlichen sich den allgemein bekannten Typen der photochemischen Erscheinungen anpaßt, sondern wir müssen scharf auf die Abweichungen aufpassen, sie sicher festzustellen suchen, denn in ihnen sehen wir wahrscheinlich das Bindeglied zwischen den realen und idealen photochemischen Prozessen.

Aber auch einen Hinweis auf neue zu behandelnde Fälle gibt uns die heterogene Natur der Elementarprozesse. Die historische Überlieferung aus der reinen physikalischen Chemie, die Gasreaktionen als geeignetstes Objekt zur Auffindung neuer Gesetzmäßigkeiten heranzuziehen, ist vielfach auch von der Photochemie übernommen worden. Dies scheint aber nicht vorteilhaft zu sein, denn die natürliche Heterogenität wird durch die leichte Beweglichkeit der Gasmolekeln verwischt, und noch auf anderem Wege, z. B. durch lokale Überhitzungen in den photochemisch reagierenden Schichten können sich störende Komplikationen bei Gasen einstellen. Ein ausichtsreiches Gebiet für künftige quantitative photochemische Forschung scheint mir demnach der feste *kristallisierte Zustand* zu sein. In den Kristallen ist durch die große Entdeckung der Röntgenspektroskopie durch *von Laue* die Lagerung der einzelnen Atome genau zu kontrollieren und die gleichzeitige Untersuchung der chemischen Veränderung eines lichtempfindlichen Stoffes ist vielleicht berufen, ganz neue photochemische Aufschlüsse zu geben. In welcher Richtung diese liegen werden, ist nicht vorauszu- sehen, da noch kein derartiges Beispiel untersucht worden ist und hier nur der Versuch sprechen darf. So werden vielleicht gerade die Erscheinungen der Phototropie, die bisher etwas stiefmütterlich behandelt worden sind, weil die Lichtwirkung nur auf den kristallisierten Zustand beschränkt war, berufen sein, neue Wege zu weisen.

M. H.! Ich komme zum Schluß. Ich habe versucht, Ihnen neben den idealen photochemischen

¹⁾ Eine nähere Besprechung der experimentellen Grundlagen der in diesem Aufsatz mitgeteilten Anschauungen soll an anderer Stelle geschehen.

Prozessen, welche nur *unimolekular* denkbar und von unerreichbarer Einfachheit sind, die realen photochemischen Prozesse in ihrer erdrückenden Kompliziertheit vorzuführen. Sie haben gesehen, daß trotz des für ideale Vorgänge geltenden Äquivalentgesetzes, für die realen und wichtigsten, noch alles zu tun übrig bleibt. Die reine reale Photochemie hat noch große Aufgaben zu erfüllen, um gerüstet zu sein, die Fragen zu beantworten, die die befreundeten Wissenschaften eines Tages an sie stellen müssen: die Physik nach dem feinsten Aufbau der Materie, die Chemie nach ihren unendlich mannigfaltigen präparativen Fähigkeiten, die Biologie nach ihren Beziehungen zu den lebenden pflanzlichen und tierischen Organismen und die Medizin nach dem Wesen der heilenden Kraft des Lichts.

Besprechungen.

Bucherer, Hans Th., Lehrbuch der Farbenchemie, einschließlich der Gewinnung und Verarbeitung des Teers sowie der Methoden zur Darstellung der Vor- und Zwischenprodukte. Leipzig, Otto Spamer, 1914. XII, 557 S. 8°. Preis geh. M. 20,—, geb. M. 22,—.

Wenn ein Fachmann vom Range *Bucherers* es unternimmt, ein Lehrbuch desjenigen Sondergebiets zu schreiben, das er vor allen beherrscht, wird man mit Recht mit besonders hochgespannten Erwartungen an die Lektüre eines solchen Werkes herangehen. Diese Erwartungen werden denn auch nicht getäuscht. Der Verfasser hat hier ein Werk geschaffen, wie es bisher in ähnlicher Weise nicht existiert. Indem *Bucherer* sich wohlweislich auf die *organischen* Farbstoffe beschränkte, hat er andererseits dies Gebiet in allerweitem Umfange gefaßt. Das Werk behandelt, außer den Farbstoffen selbst, nicht nur deren Vor- und Zwischenprodukte, sondern die gesamte *Industrie des Teers und der Kokereigase*, welche letzteren ja in der jüngsten Zeit als Quelle der niedrigeren aromatischen Kohlenwasserstoffe den Teer zum Teil aus seiner beherrschenden Stellung verdrängt haben. Gerade die ausführliche und mustergültige Bearbeitung dieser Grundlagen der Farbenindustrie zeichnet das vorliegende Buch vor allen bisherigen Lehrbüchern der Farbenchemie aus. Es folgt dann zunächst eine systematische Darstellung der wichtigsten Methoden, welche die Überführung der aus den Steinkohlen gewonnenen Rohprodukte in die *Zwischenprodukte* bezwecken. Wie ausführlich auch dies Gebiet behandelt ist, dafür möge als Beispiel angeführt sein, daß der Sulfonierung allein über 60 Seiten gewidmet sind. Bei den *synthetischen Farbstoffen* hat *Bucherer* auf die erschöpfende Vorführung *aller* einzelnen Individuen, dem Charakter eines Lehrbuchs entsprechend, klugerweise verzichtet. Dagegen sind die synthetischen Methoden zur Darstellung der *wichtigen* Teerfarbstoffe, die ja gewissermaßen den Kern des ganzen Werkes bilden, eingehend und vorzüglich erklärt, wenn auch gewisse Einzelheiten in der Anordnung des Materials manchen Leser befremden werden. Den *Zusammenhang zwischen Farbe und Konstitution* hat der Verfasser in den wichtigsten Umrissen beleuchtet. Dagegen ist das Verhalten der Farbstoffe beim *Färben* nur sehr kurz besprochen. Es dürfte dies der einzige Abschnitt des ganzen Werkes

sein, dem man eine ausführlichere Behandlung wünschen möchte. Den Schluß des Buches bildet das Kapitel der *natürlichen Farbstoffe*, die in färberischer oder rein chemischer Hinsicht ein besonderes Interesse verdienen, soweit dieselben bisher noch nicht synthetisch und technisch dargestellt und daher im Hauptabschnitt des Buches behandelt werden. Dieser Abschnitt ist insofern besonders interessant, als sich in ihm die glänzenden Erfolge chemischer Forschung bezüglich der Konstitution der Naturfarbstoffe verzeichnen finden. Schade nur, daß der Verfasser durch das ganze Werk hindurch auf jeglichen Literaturhinweis verzichtet hat. Schließlich sei noch erwähnt, daß eine lehrreiche statistische und eine außerordentlich fesselnd geschriebene geschichtliche Einleitung nicht nur den Wert des Lehrbuches erhöhen, sondern auch eine ungemein interessante Lektüre darbieten. Sie geben ein Bild davon, welche Fülle wissenschaftlicher und technischer Arbeit geleistet werden mußte, damit aus dem verwegenen Gedanken *Perkins*, Chinin durch Oxydation des Toluidins zu gewinnen, die mächtige Teerfarbenindustrie erblühen konnte. Alles in allem hat *Bucherer* uns in seiner Farbenchemie ein Werk geschenkt, das nicht seinesgleichen hat und in vieler Hinsicht unübertrefflich ist. Möge es viele junge Chemiker anregen, an dem stolzen Gebäude der Farbenchemie weiter zu bauen.

Th. Posner, Greifswald.

Ostwald, W., Die Schule der Chemie. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. 3. Auflage. XII, 450 S. und 74 Abbildungen. Preis geb. M. 5,50.

Ostwalds Schule der Chemie in dritter Auflage! Ein Zeichen der Zeit! Zugleich eine seltene Genugtuung für diesen unermüdlichen Vorkämpfer der Chemie, daß gerade seine „erste Einführung in die Chemie für jedermann“ eine so starke Nachfrage aufweist. Dieses Buch erfreut sich einer aufrichtigen Wertschätzung in Laien- und Gelehrtenkreisen. Reizvoll ist die Art der Darbietung und ein Beweis der meisterhaften Beherrschung des Stoffes. Bald knüpft *Ostwald* an das geschichtliche Werden an, bald wendet er sich an den Bildungsschatz seines Gegenüber, bald läßt er aus Fragen, die sein Partner aus dem Leben stellt, den Stoff erstehen, dann wieder ist es ein einfacher durchsichtiger Versuch, der ihn zum Ziele führt. Bei dieser Mannigfaltigkeit der Darstellung ist aber der Charakter des Buches gewahrt: Auf der Grundlage der allgemeinen und physikalischen Chemie ist „Die Schule der Chemie“ streng durchgeführt und in schlichter Unmittelbarkeit wird der Schüler an die Tatsache herangeführt. In pädagogischer Hinsicht ist das Werk eine Meisterleistung. Darum ist es doppelt zu begrüßen, daß der Preis abermals ermäßigt wurde. Damit wird es auch weiteren Kreisen möglich sein, sich dieses gehaltvolle Werk anzuschaffen, und von der Chemie und ihrer Bedeutung für unsere Kultur das rechte Verständnis zu erlangen.

Eine Fundgrube ist das Buch für den jungen Lehrer, der den Gang der Stunde in Fragen und Antworten sich zurecht zu legen sucht. Eine Fülle von Anregungen bietet es dem reiferen Schüler der Oberstufe. Durch die Einfachheit, Klarheit und Präzision seiner Sprache ermöglicht es jedem Leser das Verständnis für die chemischen Vorgänge in der Natur und ihre Gesetzmäßigkeit. Die Güte des Buches bürgt uns noch für eine Reihe von Auflagen. Möge bald auch eine Schule der organischen Chemie erscheinen!

M. Cahn, Frankfurt a. M.

Scheid, K., Chemisches Experimentierbuch. Zweiter Teil. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. VIII, 207 S. und 51 Abbildungen. Preis geb. M. 3,—.

In diesem zweiten Bändchen ist ebenso wie in dem ersten grundsätzlich alles vermieden, was in dem Experimentierenden die Vorstellung erwecken könnte, als sei die Chemie nicht eine ernste Wissenschaft, sondern eine „Salonzauberkunst“. Der Stoff ist so gewählt, daß jeder Sekundaner und Primaner ihn verstehen und bewältigen kann. Verfasser setzt das Maß von Handfertigkeit und Geschicklichkeit voraus, das sich jeder Schüler auf der Unterstufe im Praktikum erwerben kann. Versuche mit Explosivstoffen sind weggelassen. Stets ist darauf hingewiesen, wo der Experimentator sich oder seine Umgebung gefährden könnte. Auch der Theorie und der organischen Chemie ist in größerem Maße Rechnung getragen. Den chemischen Formeln, der Elektrolyse und der chemischen Analyse sind mehrere Kapitel gewidmet. Die theoretischen Ausführungen sind durch geeignete Versuche erklärt und begründet. Die Apparate und Reagenzien sind so gewählt, daß jeder Junge bei gutem Willen und ohne große Kosten alles Notwendige beschaffen kann. Daß das häusliche Experimentieren tatsächlich als ein Mittel für die geeignete Schulung unserer Jugend angesehen wird, zeigt die Verbreitung, die das erste Bändchen gefunden hat. Ein gleich günstiges Schicksal sei diesem Bändchen beschieden! Trägt es doch durch seine enge Anlehnung an das Leben und die schlichte Erklärung vieler Naturvorgänge nach Kräften bei, die Jugend mit frohen Sinnen und klarem Denken durch Selbsterlebtes zur Natur hinzuleiten.

M. Caln, Frankfurt a. M.

Westell, W. Percival, Bird Studies in twenty-four lessons. Cambridge, University Press, 1914. 80. VIII, 152 S. with many text illustrations.

Viele Bücher gibt es, die sich die Aufgabe stellen, dem Anfänger die Kenntnis der Vögel und ihres Lebens zu vermitteln, sei es innerhalb, sei es außerhalb der Schule. Auch in Deutschland besitzen wir deren, so das bekannte Exkursionsbuch von Professor Voigt wie die Anleitungen Professor Zimmers in München. Aber alle diese Bücher setzen bereits Kenntnisse voraus. Nicht so das kleine englische Werkchen. Es wendet sich an alle diejenigen, die eben nur wissen, daß der Vogel Federn besitzt und fliegen kann. Die Methode der Einführung in die Ornithologie, die der Verfasser gefunden, ist eine ganz ausgezeichnete und verdient weitgehendste Beachtung und Nachahmung. Sein Buch behandelt den Gegenstand derart, daß es, anlehnend an die Jahreszeiten, vierundzwanzig Unterrichtsstunden gibt. In diesen führt Westell seine Schüler hinaus ins Freie. Sie besuchen die Wegehecke, den Dorfteich, den Park, besuchen Wald und Felder, beobachten auf dem Gutshof, betrachten die auf dem Dach sich niederlassenden Vögel, gehen im Winter hinaus, u. dgl. Hierbei findet sich die Gelegenheit, die Kinder mit den einzelnen Vogelformen und deren Lebensbetätigungen bekannt zu machen. Dabei wird nichts bei dem Schüler vorausgesetzt. Jeder Stunde sind Aufgaben angefügt. So heißt es z. B.: Gib ein Verzeichnis der Vögel, die du heute gesehen; welche von ihnen haben gesungen; welchen konntest du dich am meisten nähern, welche Vögel brüteten; wie waren die Nester; welche Vögel nahmen Insekten-, welche Körnernahrung; wiederhole den heutigen Weg nach vier Wochen und berichte, was sich geändert, usw. Ungemein instruktive Bilder, vielfach nach Zeichnungen von Newall, begleiten den Text.

Ich glaube, daß das kleine anspruchslose Büchelchen in der Hand eines tüchtigen, die Natur liebenden Lehrers, der offenen Auges um sich schaut und mit dem Herzen dabei ist, seine Zöglinge mit den Vögeln bekannt und vertraut zu machen, vielen Nutzen schaffen kann.

H. Schalow, Berlin.

Bock, W., Das Naturschutzgebiet bei Sababurg im Reinhartswald. Naturdenkmäler, Heft 7. Mit einem Titelbild und einer Kartenskizze. Berlin, Gebrüder Borntraeger, 1914.

Der seit 1907 vorzüglich infolge der Anregung des Düsseldorfer Malers Theodor Rocholl staatlich geschützte Forstteil bei der Schloßruine Sababurg im Reinhartswald (nördlich von Cassel) enthält unter anderen Laubbäumen eine größere Zahl der herrlichsten alten Eichen und Buchen, die sowohl für sich wie zum Teil auch in ihrer Gruppierung von außerordentlichem malerischen Reize sind. Nadelholz fehlt vollständig; wir haben hier, wie Professor Bock am Schlusse seiner trefflichen, insbesondere die botanischen Gesichtspunkte betonenden Beschreibung ausführt, noch einen Teil des Urwaldes vor uns, an dem die Forstwirtschaft noch so gut wie nichts geändert hat. Die von Bock erforschte Flora des geologisch dem Buntsandstein angehörenden Gebiets ist sehr arm an Arten, sowohl von Gefäßpflanzen wie von Moosen, Flechten und Pilzen. Ein Verzeichnis der aufgefundenen Arten ist im Anhang beigelegt. Eine Sammlung schöner Abbildungen aus dem Schutzgebiet ist übrigens schon vor einiger Zeit in Form von Postkarten erschienen (Geschützte Naturdenkmäler, Serie I, Verlag von Susanne Homann, Darmstadt, 1911); auf sie wird in der Schrift mehrfach Bezug genommen, auch ist eins dieser Bilder (eine prächtige Eiche) im Titelbild wiedergegeben.

F. Moewes, Berlin.

Schlechter, Rudolf, Die Orchideen, ihre Beschreibung, Kultur und Züchtung. Handbuch für Orchideenliebhaber, Kultivateure und Botaniker. Lief. 1. Berlin, P. Parey, 1914. S. 1—96 und 2 farb. Tafeln. Preis M. 2,50.

Kaum einer anderen Familie wird im großen Publikum ein gleich großes Interesse entgegengebracht, als den Orchideen; ein gewisser exotischer Zauber liegt über den farbenprächtigen, häufig bizarren Gebilden ihrer Blüten, daneben wird die Vornehmheit der Arten auch durch ihre Seltenheit bedingt und die hohen, öfters geradezu phantastischen Preise, die sie bei Liebhabern erzielen. Eine zusammenfassende Schilderung größerer Art, die die Familie der Orchideen von verschiedenen Seiten betrachtet, darf somit des Interesses weiterer Kreise sicher sein und für sie war Dr. Schlechter der geeignete Verfasser. Man darf den Autor als den besten lebenden Kenner der Orchideen-Systematik bezeichnen, wie er auch die Zahl der bekannten Arten durch Neubeschreibungen außerordentlich vermehrt hat. So hat er allein von seiner letzten Reise nach Neuguinea Hunderte von bisher unbekannten Arten heimgebracht und damit gezeigt, welcher Reichtum an Orchideen aus einzelnen tropischen Ländern noch zu erwarten war.

Die erste vorliegende Lieferung bringt eine kurz gehaltene allgemeine Einleitung über den morphologischen Aufbau der Orchideen und ihren Blütenbau. Sie ist nach Ansicht des Ref. etwas sehr zusammengedrängt und wird deshalb dem weniger vorgebildeten Leser teilweise nicht das volle Verständnis bringen, besonders wären bei der Beschreibung der Blüte Ab-

bildungen zur Erläuterung der einzelnen Teile am Platze gewesen. Nach einem kurzen Abschnitt über die geographische Verbreitung der Orchideen beginnt der Hauptteil, die Aufzählung und Beschreibung der Gattungen und der hauptsächlichsten Arten. Alle Gattungen und die für den Kultivateur und Liebhaber wichtigsten Arten finden hier ihre Berücksichtigung, ihre Hauptmerkmale werden kurz angegeben, über die Heimat und Blütezeit wird berichtet, und für die Kultur der Formen finden sich mancherlei Winke. Das erste Heft behandelt hauptsächlich die *Diandrae* und *Monandreae-Basitonae*.

Man darf den weiteren Heften, die dann auch Arbeiten über Kultur der Orchideen (*A. Malmquist*), Befruchtung und Anzucht (*H. Janke*) usw. bringen werden, mit Spannung entgegensehen; es sind 10 Lieferungen in Aussicht genommen, nach deren Erscheinen wir auf das bedeutungsvolle Werk noch einmal zurückkommen werden.

Die äußere Ausstattung ist vorzüglich, die beiden bunten Tafeln der 1. Lieferung mit Bildern von *Odontoglossum grande* und *Paphiopedilum callosum* sind hervorragend schön, auch die Figuren im Text sind wohl gelungen.

R. Pilger, Steglitz.

Physikalische und chemische Mitteilungen.

In Vakuumröhren pflegen sich beim Gebrauche fortdauernd Gase zu entwickeln, nämlich Wasserstoff, Helium und Neon. Von *George Winchester* ist die andauernde Bildung solcher Gase in Vakuumröhren näher untersucht worden, indem er mit Hilfe einer Induktionsrolle wochenlang hohe Spannungen an den Elektroden der Röhren unterhielt, und die während dieser Zeit in den Röhren neu auftretenden Gase ihrer Menge und chemischen Beschaffenheit nach bestimmte. Es zeigte sich, daß von zwei völlig gleichen Kathoden, die eine reicher an Helium sein kann als die andere, oder daß die eine mehr Wasserstoff abgibt als die andere. Zwischen der Größe der Kathoden und der Menge der aus ihnen entwickelten Gase besteht keine feste Beziehung. Man kann hieraus folgern, daß die Gase im allgemeinen keinen Teil der Metallmolekel bilden, wie das α -Partikelchen einen Teil der Radiummolekel, daß sie vielmehr nur durch Adhäsion an dem Aluminiumatom oder -molekül festgehalten werden. Deswegen kann die Abgabe der Gase dennoch durch die Zerstäubung der Kathoden bedingt sein. Je stärker eine Kathode nämlich vor ihrem Verbrauch zerstäubt wird, um so mehr Gas gibt sie ab. Weder Kohlenwasserstoffe (Hahnenfett) noch Feuchtigkeit beeinflussen die Entwicklung der Gase. Solange aber noch Metall von der Kathode vorhanden ist, so lange dauert auch die Entwicklung von Wasserstoff an, so daß man die Röhren bei dauerndem Betriebe nicht von diesem Gase befreien kann. Helium und Neon können jedoch gänzlich aus den Röhren entfernt werden. Dies beweist, daß sie nicht durch die Zerstäubung erzeugt werden, und daß sie vermutlich an der Oberfläche der Elektroden oder nahe darunter okkludiert worden sind. Unter dieser Annahme ist es wahrscheinlich, daß Helium und Neon aus der Atmosphäre aufgenommen worden sind. So ließe sich dann der verschiedene Gehalt der Elektroden an He und Ne erklären, weil durch die frühere Geschichte des Metalles dieser Gehalt bestimmt wird. Mit dem Wasserstoff hingegen liegt es ganz anders. Bei ihm ist die Möglichkeit nicht aus-

geschlossen, daß es ein Zerfallprodukt ist, wie die α -Partikel durch Zerfall des Radiums entsteht. Während aber das Radium von selbst zerfällt, braucht der Wasserstoff eine starke elektrische Kraft, um sich vom Metall trennen zu können. (*Physical Review* 3, 287, 1914.)

Mk.

H. A. Wilson hat Versuche über den von *E. Marx* untersuchten **Halleffekt in Flammen** angestellt und ist zu völlig anderen Ergebnissen wie sein Vorgänger gekommen. Er beobachtete an einer Flamme, die 12 cm hoch, 12 cm breit und $1\frac{1}{2}$ cm dick war, und die er dadurch erzeugte, daß er aus 7 nebeneinander stehenden Bunsenbrennern von geschmolzenem Quarz ein Gemisch von Gas, Luft und Sprühtropfen einer Salzlösung ausströmen ließ. Diese Flamme befand sich zwischen den 10 cm Durchmesser besitzenden Polen eines Elektromagneten, die $3\frac{1}{2}$ cm Abstand voneinander hatten. In die Flamme ragten von beiden Seiten zwei Platinelektroden von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser hinein. Diese hatten 9 cm Abstand voneinander und zwischen ihnen ging der Strom in horizontaler Richtung hindurch. Um den Halleffekt zu messen, wurden zwei parallele Platindrähte in die Flamme getaucht, die auf verschiedene Abstände voneinander, $\frac{1}{2}$ cm, 1 cm und 3 cm, eingestellt werden konnten. Es wurde dann der Winkel ϑ bestimmt, um welchen die beiden Drähte gegeneinander gedreht werden mußten bei Einstellung des Magnetfeldes, damit sie alsdann das gleiche elektrische Potential wie ohne Magnetfeld erhielten. Der Horizontalgradient der Flamme wurde bei diesen Versuchen zwischen 5 bis 30 Volt abgeändert, doch zeigte sich der Halleffekt vollständig unabhängig hiervon. Ebenso war es auch praktisch ohne Einfluß, ob die Flamme ohne Salzgehalt brannte oder Lösungen von Rb, K, Na oder Li enthielt. $\tan \vartheta$ war nahezu proportional zu H und die Geschwindigkeit der negativen Ionen ergab sich zu 2450 cm in der Sekunde für 1 Volt Spannung auf 1 cm. Die Abweichung der früher von *Marx* gefundenen Ergebnisse von seinen eigenen glaubt *Wilson* auf dessen weniger günstige Versuchseinrichtung zurückführen zu können. (*Physical Review* 3, 375, 1914.)

Mk.

Die Wirksamkeit des **Seleniums als Entdeckungsmittel für kleinste Lichtmengen** hat *E. E. Fournier d'Albe* untersucht. Das Licht macht seinen Einfluß auf Selenium in zweierlei Weise bemerkbar, indem es seine elektrische Leitfähigkeit ändert und indem es die elektromotorische Kraft einer Voltazelle, in der Se eine Elektrode bildet, beeinflusst. Mit einer solchen Selenzelle war es beispielsweise möglich, eine Lichtstrahlung von 10 Mikrolux, etwa das 10 fache der Strahlung des Arcturus, zu messen. Hierbei betrug die Stärke des gemessenen elektrischen Stromes aber noch 10^{-9} Amp. Unter Benutzung der empfindlichsten Einrichtung für Strommessungen würde mit einer Se-Zelle noch 0,01 Milli-Mikrolux entdeckbar sein, so daß ein Stern 11. Größe ohne jedes optische Hilfsmittel noch darauf einen Einfluß ausüben müßte. Die Se-Zelle bietet also ein Mittel, die Wahrnehmung weit über die durch die Optik und sogar über die durch die Photographie gesteckten Grenzen hinaus auszudehnen. Die geringste durch das Auge wahrnehmbare Lichtmenge beträgt 3 Milli-Mikrolux, was einem Lichtstrom von $8,5 \times 10^{-12}$ Lumen oder einer Energiemenge von 1360×10^{-12} erg in der Sekunde entspricht. Da nun ein Plancksches Elementarquantum $= 3,8 \times 10^{-12}$ erg ist, so empfängt das Auge bei der geringsten wahrnehmbaren Lichtstrahlung ungefähr 360 Quanta in der

Sekunde. Ein Instrument, welches 1000 mal empfindlicher wäre als das Auge, könnte also vielleicht feststellen, ob bei schwacher Beleuchtung die Lichtstrahlung diskontinuierlich erfolgt, und hierzu wäre möglicherweise die Se-Zelle geeignet. (*Proc. Roy. Soc. (A)* 89, 75, 1913.) *Mk.*

Entsteht in einer homogenen Lösung ein Temperaturgefälle, so pflegen sich in den Gebieten verschiedener Temperaturen verschiedene Konzentrationen auszubilden. Diese unter dem Namen **Ludwig-Soret'sches Phänomen** bekannte Erscheinung hat *H. Wessels* in festen Körpern nachzuweisen unternommen, da auch die in festen Körpern gelösten Stoffe beweglich sind. Die zu diesem Zwecke ausgeführten Versuche, bei Stoffen durch Änderung einer physikalischen Eigenschaft, z. B. der Farbe, auf Grund eines Temperaturfalles diesen Nachweis zu liefern, gelangen nur zum Teil. So war nicht in trockenen Gelatineplatten, die mit Pikrinsäure, Kongorot usw. getränkt waren, und ebenso auch nicht in mit Azobenzol gefärbtem Celluloid innerhalb 14 Tagen durch ein Gefälle von 65° auf 20° irgendeine Farbenänderung zu bewirken. Dagegen trat bei Borsäuregläsern (mit 25 % Borax), die mit 0,15 % Kobaltoxyd gefärbt waren, nach einer Woche eine Aufhellung in dem auf einer Temperatur von 600° gehaltenen Teile auf, während im kalten Teile sich eine zunächst schwache, später aber stärker werdende Verdunklung zeigte. Der wärmere Teil hellte sich bei längerer Versuchsdauer immer mehr auf, so daß das Kobaltoxyd offenbar fortgesetzt in den kalten Teil wanderte. Ähnliche Erscheinungen traten bei Streifen von Silikatgläsern auf, die mit Metalloxyden gefärbt waren und deren eines Ende dauernd auf 820° gehalten wurde. Ein braungelbes Eisenmanganglas zeigte nach vier Tagen an der Austrittsstelle aus dem Ofen einen stark dunklen Streifen von 3 mm Breite und zum heißeren Ende hin einen helleren Streifen. Bei niedrigeren Temperaturen erhält man entsprechende Erscheinungen, wenn man einen mit Benzol getränkten Kautschukstreifen an einem Ende erwärmt. Dann geht das Benzol als flüchtige Komponente an das kalte Ende. Ebenso wandert Wasser in Holz, Fasern, Häuten, Haar und Wolle aus dem erwärmten Teile in den kälteren ein. Beim Material unserer Kleidung wird Wasserdampf von der höher temperierten Innenseite nach außen getrieben. Bei höherer Temperatur in der Umgebung wird die Strömung in umgekehrter Richtung erfolgen. Von großer Bedeutung muß diese Erscheinung in der Bildung der Erdrinde sein. Durch das Gefälle der Erdtemperatur wird das Eindringen von Wasser in größere hydratische Gesteinsmassen stark beeinflußt und auch sonst die Bewegung anderer Stoffe im Magma verursacht werden müssen. (*Z. f. phys. Chem.* 87, 215, 1914.) *Mk.*

Über die **hydrothermale Bildung von Silikaten** haben *M. Schlaepfer* und *P. Niggli* neue Versuche angestellt. Sie gingen von Materialien von genau bekannter chemischer Beschaffenheit aus, brachten diese in eine mit 1 mm starkem Feinsilber ausgelegte Bombe und erhitzen die Bombe auf 470°, worauf sie eine Reihe von natürlichen Mineralien herzustellen vermochten. Die Ausgangsmaterialien, die teils von Merck, teils von Kahlbaum stammten, waren: wasserstoffhaltige Kieselsäure, Kaliumaluminat, Aluminiumhydroxyd, Kaliumcarbonat, Eisenhydroxyd und geglühtes Calciumoxyd. In den Umwandlungsprodukten, die

hieraus in der Bombe entstanden, wurden folgende natürliche Mineralien festgestellt: Orthoklas, Kalinophelin, Quarz, Korund, Tridymit, Hieratit, Calcit, Anorthit, Fayalit, Magnetit, ein Eisenkalkolivin u. a. m. Es wurden aber auch Kristallisationsprodukte erhalten, die mit keinem natürlichen Minerale übereinstimmen. Demnach ist nicht die ganze Mannigfaltigkeit der aus den Ausgangsmaterialien zu entwickelnden Stoffe in den natürlichen Mineralien enthalten. (*Z. f. anorg. Chem.* 87, 52, 1914.) *Mk.*

Aluminiumnitrid, das bei 810° sich aus seinen Elementen nach der Formel $2\text{Al} + \text{N}_2 = 2\text{AlN}$ bildet, ist von *J. Wolf* in hohen Temperaturen untersucht worden. Er fand, daß es nicht unzersetzt sublimiert, sondern bei 1850° und Atmosphärendruck dissoziiert. Unter einem Drucke von 4 Atmosphären liegt sein Schmelzpunkt bei 2150–2200°. (*Z. f. anorg. Chem.* 87, 120, 1914.) *Mk.*

Die Durchführung spezieller **Arbeitsmethoden zur Erzeugung hoher Temperaturen** haben *E. Tiede* und *E. Birnbrauer* sich zur Aufgabe gemacht. Sie versuchten zunächst Tantal und Wolfram an Stelle der teuren Metalle Platin und Iridium als Material zu Heizdrähten zu verwenden. Ta und W erwiesen sich aber nicht als verwendbar, da sie mit jeglichem Tiegelmateriale (Hartporzellan, Marquardtmasse, Spinell, reines Magnesiumoxyd und Zirkonoxyd) in chemische Verbindung treten. Nur ein Kohleschiffchen, das in einer Glasbirne elektrisch geheizt wurde, wurde als geeignetes Material gefunden. Die Glasbirne wurde bei den Heizversuchen samt ihren die Zuleitungen ermöglichenden Schlfen durch dauernd fließendes Wasser gekühlt. Mit dieser Vorrichtung wurden Temperaturen bis zu 3000° erzielt und hierbei ein Vakuum von größter Konsistenz unterhalten, das der Spannung des Quecksilberdampfes entsprach und durch eine Hittorfsche Röhre kontrolliert wurde. Die Heizung erfolgte mit Hilfe eines Niederspannungstransformators, der auf 2 Volt gebracht werden konnte und dann 1700 Amp. gab. Außer diesem Apparat wurde auch der in Heft 2, S. 44, beschriebene Kathodenstrahlöfen benutzt. Von den Verfassern wurden eine große Zahl von Reaktionen in diesen Vorrichtungen beobachtet und u. a. auch die Siedepunkte des Kupfers, des Silbers und des Goldes bestimmt, die zu 2000°, 1950° und 2100° ermittelt wurden. (*Z. f. anorg. Chem.* 87, 129, 1914.) *Mk.*

Eine Reihe von **Lösungsmitteln für Steinkohle** hat *L. Vignon* auf ihre Wirksamkeit geprüft. Von Alkohol, Äther, Benzol, Toluol, Nitrobenzol und Anilin war die letztgenannte Flüssigkeit bei weitem am wirksamsten. Kochendes Anilin bietet durch sein großes Lösungsvermögen auch ein Mittel, um die in der Technik üblichen Sorten von Steinkohlen voneinander zu unterscheiden. Fettkohle für Gaswerke, die einen Koksrückstand von 73,88 % ergab, hatte 23,40 % in kochendem Anilin lösliche Bestandteile. Für halbfette Steinkohle mit 81,10 % Koksrückstand betrugen diese 6,58 % und für Magerkohlen mit 91,03 % Koksrückstand sogar nur 1,56 %. Die löslichen Teile der Steinkohle sind reicher an Wasserstoff und ärmer an Aschenteilen; auch geben sie einen Koks, der zusammengebacken und blasig ist, während der Koks der unlöslichen Teile staubförmig ist. Ein noch besseres Lösungsmittel ist Chinolin, das bei Siedetemperatur (238°) 47,3 % der Fettkohle löst. (*C. R.* 158, 1421, 1914.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 40.

2. Oktober 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Emil du Bois-Reymonds Reden und Ansprachen.
Von *Geheimrat Prof. Dr. Benno Erdmann*,
Berlin. S. 909.

Vom diesjährigen Kongreß des Institute of Metals
in London. Von *Privatdozent Dr. W. M. Guertler*,
Grunewald. S. 910.

Kohlenstoff-autotrophe Bakterien. Von
Dr. R. Lieske, Heidelberg. S. 914.

Besprechungen. S. 918.

Ornithologische Mitteilungen. S. 922.

Geographische Mitteilungen. S. 922.

Physikalische, chemische und technische Mit-
teilungen. S. 924.

Für

chemische und elektrochemische Industrie

Papier- und Pappenfabrikation

Billige Terrains, Gleisanschluß,
günstige Produktionsbedingungen,
vorteilhafter Kraftbezug im Ver-
sorgungsgebiet der Sächsischen
Elektricitäts-Lieferungs-Gesellschaft
im Südwesten des
Königreichs Sachsen

Näheres durch die Betriebsdirektionen der Werke:

Elektricitätswerk a. d. Lungwitz, Oberlungwitz in Sachsen

Elektricitätswerk a. d. Pleiße, Werdau in Sachsen

Elektricitätswerk Obererzgebirg, Schwarzenberg in Sachsen

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Mineralien

Kristalle, Erze, geschliffene Edelsteine, Edelsteinmodelle, Mineralpräparate, Kristallmodelle, Meteoriten, Petrefakten, geologische Modelle.

Einzelne Belegstücke und Sammlungen

für den mineralogisch-geologischen Unterricht.

Gipsabgüsse seltener Fossilien und Anthropologica-Gesteine, Dünnschliffe und Diapositive, Exkursions-Ausrüstungen, Geologische Hämmer usw.

Dr. F. Krantz, Rheinisches Mineralien-Kontor

Fabrik und Verlag mineralogisch. u. geologisch. Lehrmittel

Gegründet 1833 Bonn a. Rhein Gegründet 1833

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark

9 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Tabellen zur Berechnung der „theoretischen“
Molrefraktionen organischer Verbindungen.

Von **K. v. Auwers** und **A. Boennecke**.

Preis M. 1.20.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Vorschriftenbuch für Drogisten

Die Herstellung der gebräuchlichen Verkaufsartikel

Von

G. A. Buchheister

Siebente, neu bearbeitete Auflage

Von

Georg Ottersbach - Hamburg

In Leinwand gebunden Preis M. 12,—

(Handbuch der Drogisten-Praxis, Zweiter Teil.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

2. Oktober 1914.

Heft 40.

Emil du Bois-Reymonds Reden und Ansprachen¹⁾.

Von Geheimrat Prof. Dr. Benno Erdmann, Berlin.

Bilder aus vergangenen Tagen! Und doch eine kurze Spanne Zeit, die uns von der letzten Rede des deutschen Forschers „fast rein keltischen Blutes und halb französischer Erziehung“ trennt. Kaum zwanzig Jahre, seit *du Bois-Reymonds* Gedächtnisrede auf seinen großen Studien-genossen und Freund *Hermann von Helmholtz*.

Fremdartig für unser Empfinden heut die Stimmung der Rektoratsrede vom 3. August 1870 mit ihrem Zorn gegen das französische Volk, insbesondere gegen dessen damaligen Herrscher und seine „Kreaturen“ als die Urheber des Krieges. Denn wir wissen, die Franzosen haben den gegenwärtigen Kampf, den gewaltigsten, den das Menschengeschlecht noch erlebt hat, der die gesamte Staatengestaltung Europas tiefgreifend umbilden wird, wie immer er enden möge, nicht wie den früheren vom Zaun gebrochen, sondern nur mit-heraufbeschwo- ren, weil sie die Niederlage von 1870 nicht verschmerzen konnten, weil ihre Revanchegelüste sie in russischen Frondienst gebracht haben, weil sie der elenden englischen Krämerpolitik ein willkommener Bundesgenosse geworden sind.

Und doch derselbe Grundklang heute wie damals. Mit noch größerem Recht als 1870, wo der eherne Kanzler den rechten Augenblick zu dem unvermeidlich gewordenen Krieg wählte, könnten wir heut sagen: „Wir verlangten nichts, als in Frieden unter unserem rauhen Himmel unseren oft kümmerlichen Acker bauen, die geringen Hilfsquellen unseres Landes durch unseren Fleiß entwickeln, unseren Handel schützen, und eins sein zu dürfen mit unseren Brüdern gleicher Zunge, soweit sie selber uns entgegenkommen. Vom König auf dem Thron bis zum letzten Tagelöhner; wir können die Hände gen Himmel erhebend getrost rufen: Seien wir verdorrt, so wir teilhaben an diesem Frevel.“

Aber die politischen Reden bilden nur Nebensätze der reichen Sammlung. Ihr Schwerpunkt liegt auch nicht in den immer geistreichen, wenn auch öfter paradoxen, manchmal mehr glänzende Form als tieferen Gehalt bietenden literarhistorischen und philosophiegeschichtlichen Erörterungen. Er liegt in den Beiträgen, die der eigent-

lichen Lebensarbeit des hervorragenden Forschers entstammen, in den naturwissenschaftlichen, speziell den biologischen Darstellungen: in der gehaltreichen Denkschrift auf den größten unter den deutschen Physiologen, auf *Johannes Müller*, den *du Bois-Reymond* wie *Helmholtz* und fast das ganze Geschlecht der Physiologen jener Generation als vorbildlichen Lehrer und Forscher verehrte; in den Aufsätzen über die Lebenskraft und über die Übung; in den Ansprachen an ausgewählte naturforschende Mitglieder unserer Akademie der Wissenschaften; endlich und nicht zum wenigsten, obgleich sie mehr repräsentativ als weiterführend sind, in den zum Teil vielbesprochenen Reden über Probleme aus dem Grenzgebiet zwischen Naturwissenschaft und Philosophie.

Aus allen diesen Kundgebungen hören wir den wissenschaftlichen Ernst eines Forschers, der auf engerem Felde Ausgezeichnetes geleistet hat und in zunehmendem Maße das Bedürfnis empfand, in rednerisch glanzvollen Darstellungen die Fäden zu verfolgen, die aus dem engeren Kreis seiner eigentlichen Forschertätigkeit in die weiten Verzweigungen der Naturwissenschaft überhaupt und zuletzt in die Philosophie einmünden. Und wie wenige seiner Generation ist er mit der Zeit fortgeschritten.

In den älteren Aufsätzen, noch in der Gedächtnisschrift auf *Johannes Müller* (1858), sehen wir ihn, wie fast alle Naturforscher seiner Zeit, im Eifer des Kampfes gegen den älteren Vitalismus zu einer Maschinentheorie des Lebens geneigt. Eine „analytische Mechanik sämtlicher Lebenserscheinungen“ schwebte ihm damals als Ideal der Biologie vor. „Im Grunde“, so hatte er in der Vorrede zu den ausgezeichneten Untersuchungen über tierische Elektrizität erklärt, „würde die analytische Mechanik bis zum Problem der persönlichen Freiheit reichen.“ „Es kann nicht fehlen“, urteilte er 1848, „daß dereinst die Physiologie“, unter der wir die Psychologie mitzuverstehen haben, „ganz sich auflöst in organische Physik und Chemie.“

Es ist eine Reaktion gegen diesen Materialismus, ein Fortschritt über ihn hinaus, der in der vielberufenen Rede über die sieben Welträtsel (1880) zu blendendem Ausdruck kam. Wir lesen die Bedingungen dieses Fortschritts zu einschränkender Vertiefung zwischen den Zeilen. Mancherlei hat zu dieser Ablehnung des entwicklungsgeschichtlichen Monismus, der alle Rätselfragen des Daseins durch einen materialistisch gewendeten Darwinismus gelöst wähnt, zusammen- gewirkt: die Stellungnahme *Schwanns* gegen-

¹⁾ Reden von *Emil du Bois-Reymond* in zwei Bänden. — Herausg. von *Estelle du Bois-Reymond*. 2. vervollständigte Auflage. Leipzig, Veit & Cie., 1912. XXXVIII, 677 und VI, 698 S. Preis geh. M. 18.—, geb. M. 20.—.

über dem Freiheitsproblem, von der ein mitabgedruckter Brief *Schwanns* Kunde gibt; des Freundes *Helmholtz* besonnene Anerkennung der Eigenart des seelischen Lebens sowie der erkenntnistheoretischen Aufgaben der Philosophie; zumeist vielleicht *du Bois-Reymonds* selbständiges, fortschreitendes Studium der Philosophie sowie der Geistesgeschichte der französischen Aufklärung. Nur blindes Verkennen eifernder Polemik hat diesen Fortschritt zu einem Altersverfall stemmeln können.

Jene monistischen Gedankengänge liegen jetzt, auch in ihrer neuesten Phase, hinter uns, ebenso wie *du Bois-Reymond* bestechender Widerlegungsversuch. Der Philosophie der Naturwissenschaften sind wie der grundlegenden physikalisch-chemischen Forschung andere Probleme gestellt. Was von dem Naturbild der klassischen Mechanik, das *du Bois-Reymond* vorschwebte, infolge der Einschränkungen, die es neuerdings, insbesondere durch die Relativitätshypothesen erfahren hat, noch übrig bleiben wird, soll die Zukunft lehren. Und vor neue, ungeahnte, schwere, tiefsten sittlichen Ernst fordernde praktische Aufgaben wird uns der Frieden stellen, um dessen willen jetzt in heißestem Ringen Ströme edlen Blutes fließen.

Wer immer aber Anlaß findet, sich über die Periode zu orientieren, der wir das Rüstzeug für diese neuen theoretischen und praktischen Aufgaben verdanken, wird in dieser pietätvollen Sammlung der Reden eines reichen, vielseitigen Geistes eine Fundgrube von Belehrung und Anregung gewinnen.

Vom diesjährigen Kongreß des Institute of Metals in London.

Von Privatdozent Dr. W. M. Guertler, Grunewald.

Indem ich an meinen vorjährigen Bericht über die Genter Versammlung des Institute of Metals und das dort über das Wesen dieser Gesellschaft Gesagte anknüpfe, möchte ich nunmehr in Kürze auch über die diesjährige Londoner Versammlung berichten, indem ich aus den Verhandlungen dasjenige herausgreife, was ein allgemeineres wissenschaftliches Interesse beansprucht.

Auch diesmal stand im Mittelpunkt des Interesses der Bericht von Kommissionen, von denen zwei bestehen. Sie beschäftigen sich aber diesesmal nicht mit dem Korrosionsproblem, sondern der erste mit der Frage eines allgemeinen Übereinkommens bezüglich der Nomenklatur von Legierungen, der zweite mit der Erstarrung der Metalle. Die Technik der Legierungen befindet sich gegenwärtig in einer sehr lebhaften Entwicklung, indem sie versucht, vorhandene Legierungen durch kleine Zusätze der allerverschiedensten Art in dieser oder jener Richtung zu verbessern. So entstehen neue Legierungen in einer Mannigfaltigkeit, ganz ähnlich so, wie vor einigen Jahrzehnten die Flut

neu aufgefunden oder neu erzeugter organischer Verbindungen hervorbrach. Die organische Chemie hat seinerzeit rechtzeitig eingegriffen und für eine systematische Nomenklatur der neuen Verbindungen gesorgt, deren Zahl inzwischen auf mehrere Hunderttausende angewachsen ist. Für die Metallegierungen wird ein gleiches Vorgehen mit jedem Tage mehr zu einer dringenden Notwendigkeit, weil bereits eine große Fülle von Phantasiebezeichnungen und unsystematischen, irreführenden Benennungen sich einzubürgern beginnt.

Das Komitee hat in sehr verständiger Weise seine Aufgabe dahin präzisiert, daß man sich mit möglicher Schonung an das Bestehende anschließen und nur die am meisten verwirrenden Bezeichnungen bekämpfen müsse, um dann weiter vorbeugend für die spätere Entwicklung der Nomenklatur gesunde Grundlagen zu schaffen.

Das Komitee hat zunächst drei Grundsätze aufgestellt. Der erste fordert die Schonung altbewährter, gut eingeführter Namen. Dem kann man nur zustimmen. Der zweite Grundsatz fordert die Vermeidung neuer Namenprägung. Dieser Grundsatz scheint nicht unbedingt ratsam. Ohne Notwendigkeit soll man gewiß keine neuen Namen prägen. Wo aber die Notwendigkeit vorliegt, und dieser Fall wird in naher Zukunft bei der rapiden Entwicklung der Legierungskunde sehr häufig eintreten, entstehen ganz von selbst neue Namen, und wenn das Komitee hier nicht mit rationaler Nomenklatur rechtzeitig vorgreift, kann man nicht erwarten, daß die neu entstehenden Namen sehr befriedigend ausfallen werden. Der dritte Grundsatz fordert die Benutzung rein englischer und die Vermeidung lateinischer Bezeichnungen sowie der chemischen Symbole. Diesen Standpunkt möchte ich mit allem Nachdruck bekämpfen. Wir sehen mit Genugtuung, daß die Wissenschaft von Tag zu Tag mehr ihren internationalen Charakter erkennt, was sich bereits in der ständigen Zunahme internationaler Bezeichnungen für neu auftretende wissenschaftliche Begriffe, in der einheitlichen internationalen Benennung und Symbolisierung der chemischen Elemente, und allgemeiner in dem unverkennbaren organischen Herauswachsen einer internationalen wissenschaftlichen Sprache zu erkennen gibt. In der schönen Literatur soll jede Sprache ihre nationale Eigenart nach Möglichkeit wahren. Die Wissenschaft aber ist international, und es würde nicht einmal Zweck haben, wollte man sich dieser natürlichen Entwicklung mit Gewalt entgegenstellen. Es ist sehr zu hoffen, daß das Komitee in dieser Beziehung seinen Standpunkt ändert und nach Möglichkeit internationalen Bezeichnungen vor spezifisch englischen den Vorzug gibt, damit die von dem Komitee geschaffene Nomenklatur eine internationale sein kann. Wollte jede Nation für sich eine eigene Nomenklatur begründen, so würde sehr bald im internationalen Verkehr dieselbe Verwirrung wieder auftreten, die mühsam erst innerhalb der einzelnen Nationen beseitigt wäre, und sie

würde sogar gefährlicher sein, weil eine nachträgliche internationale Vereinheitlichung sehr viel schwerer wäre, wenn sich erst einmal in den einzelnen Nationen besondere Systeme festgesetzt haben.

Soweit nun die besonderen Vorschläge des Komitees von dieser Nationalitätsfrage unabhängig sind, sind sie mit großem Geschick gemacht, und man kann ihnen nur zustimmen. Der Vorschlag, die Namen der Komponenten aneinanderzureihen, und zwar so, daß man mit dem in geringster Menge vorhandenen anfängt und mit dem in größter Menge vorhandenen aufhört, ist sicherlich gut und deckt sich im Wesen auch mit dem von mir gemachten Vorschlage, nur daß ich dabei vorschlug, die Namen der einzelnen Metalle dabei nach Möglichkeit abzukürzen. Bei mehr als drei Komponenten erhält man, wie das Komitee mit Recht hervorhebt, leicht eine recht bedenkliche Silbenhäufung. Der Vorschlag, bei Anwesenheit vieler geringer und mehr oder weniger unabsichtlicher Zusätze diese einfach durch die Silbe „Comp.“ anzudeuten, welche dem Worte vorangesetzt wird, und besonders wichtige, dabei aber nur in sehr geringer Menge vorhandene Zusätze noch vor dieser Silbe zu nennen, sind außerordentlich geschickt und verdienen internationale Anerkennung. Zum Schluß geht das Komitee dazu über, einige durch uralten Gebrauch sanktionierte Namen zu bestätigen und zu definieren und beginnt mit „Messing“ und „Bronze“, die als Zink-Kupfer und Zinn-Kupfer definiert werden. Auch diesem Vorgehen kann man nur zustimmen, und in diesem Falle ist auch nichts dagegen einzuwenden, daß die verschiedenen Nationen sich der Ausdrücke ihrer eigenen Sprache bedienen, solange nur ein weiteres Anwachsen der Anzahl solcher speziellen Namen vermieden wird.

Der zweite Kommissionsbericht, der sich, wie gesagt, mit der Erstarrung der Metalle beschäftigt, ist von *Cecil H. Desch* verfaßt. Er gilt der Erforschung des Problems der Kristallisation und Struktur von Metallen und Legierungen im allgemeinen. Der erste Bericht, den *Desch* hiermit vorlegt, bringt zunächst eine kritische Behandlung des bisher vorhandenen Materials, um eigene experimentelle Bearbeitungen erst später anzuschließen. Die Darlegungen zerfallen in neun einzelne Teile, die im folgenden in gleicher Anordnung wiedergegeben sind. Den Betrachtungen ist zunächst ein sehr weiter Rahmen gezogen, indem auch nichtmetallische und sogar auch organische Substanzen in weitgehendem Maße mitbehandelt wurden. Bei den metallischen Substanzen fehlt vielfach zu sehr das experimentelle Material, und es gilt aus allgemeineren Erfahrungen heraus für die metallographischen Probleme selbst erst die besten Versuchshypothesen zu finden.

1. *Die Zellstruktur der Metalle.* Der kristalline Charakter der körnigen Metallbrüche wurde bereits im Jahre 1665 in seinem Buche „*Micrographia*“ von *Hooke* festgestellt, und *Réaumur* er-

kannte schon 1722 die innere polyedrische Anordnung des Metalls. Seitdem sind in bekannter Weise unsere Kenntnisse durch *Sorby*, *Osmond*, *Behrens*, *Arnold*, *Roberts-Austen*, *Andrews* und viele andere weiter entwickelt worden. Die Zellstruktur der Metalle ist jetzt eine bekannte Erscheinung geworden. Wichtig ist, daß wir jetzt nach unseren neueren Erfahrungen mehr als eine Zellstruktur haben können, und daß viel Verwirrung durch ungenügende Unterscheidung von Zellstrukturen verschiedener Art entstanden ist (vgl. besonders das Problem Eisen-Kohlenstoff). An und für sich ist die Zellstruktur zunächst nichts weiter als eine unmittelbare Folge des Aufbaus metallischer Massen aus einzelnen unregelmäßigen Kristallkörnern, die an ihren Oberflächen zusammenstoßen.

2. *Die Kristallisation von Zentren aus und die Bildung von Kristalliten oder von Kristallskelet-*

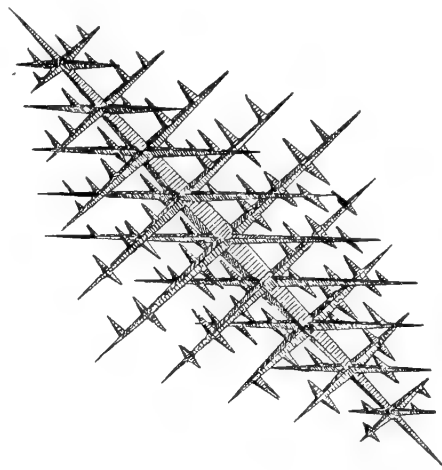


Fig. 1.

ten. Bekannt ist die Neigung reiner Metalle, in Skelettform zu wachsen. Besonders genau ist das Kupfer durch *Dana* (1886) studiert. Normal bildet es Oktaeder, häufig mit dem Tetrakis-Hexaeder, Würfel und Dodekaeder. Besonders wichtig ist, daß bei dendritischen Bildungen dieser zweifellos regulären Metalle häufig mit großer Regelmäßigkeit trotzdem die Winkel zwischen den einzelnen Ästen 60 und 120° betragen können. Den eigentümlichen inneren Aufbau von solchen Dendriten hat als erster *Grignon* (1775) beschrieben. Seine Zeichnung ist hier als Fig. 1 wiedergegeben. Das Wachstum solcher Dendriten hat *Tschernoff* (1878) eingehender studiert. Er fand, daß bei genügendem Zustrom flüssiger Substanz dem Wachstum der Achsen erster und zweiter Ordnung ein rascheres Wachstum der Äste höherer Ordnung folgt, bis die Zwischenräume ausgefüllt sind, wodurch die Dendritenstruktur unsichtbar wird, und ein zusammenhängendes Kristallkorn entsteht.

Vogelsang (1875) hat eine allerdings zunächst nicht auf Metalle bezügliche Theorie der Kristalliten aufgestellt. Nach seiner Meinung beginnt

die Kristallbildung immer mit der Entstehung kleiner Kugeln, eine Ansicht, die auch *Brame* (1853) schon ausgesprochen hatte. Neuere Forschungen haben sie jedoch widerlegt. Besonders die Untersuchungen von *Richarz* und *Archibald* an Barium- und Kaliumsalzen zeigten, daß vom ersten Momente der Sichtbarkeit an auch schon eine kristalline Umgrenzung auftritt. Nach weiteren an Salzen angestellten Versuchen ist das Auftreten von Dendriten gewöhnlich die Folge entweder von sehr rascher Kristallisation oder von hoher Viskosität der Flüssigkeit oder der Gegenwart kolloidaler Suspension. Die inneren Gründe sind vielfach noch dunkel. Konzentrationsströme an der Oberfläche des wachsenden Kristalls spielen jedenfalls mit. Durch rasche Rotation des entstehenden Kristalls beispielsweise kann man nach *de Watteville* sehr regelmäßige polyedrische Formen erhalten.

Durch gleichzeitiges Wachsen und Zusammenstoßen der Kristalle in einer Metallmasse werden bekanntlich die äußeren regelmäßigen Formen vernichtet. Im Anschluß an die Bezeichnungsweise der Mineralogen nennt man diese Kristallbildungen „allotriomorph“. Es existiert nun eine Ansicht, nach welcher das Wachstum der einzelnen Kristalle schon aufhört, ehe sie sich vollständig berühren, so daß noch ein Teil als nichtkristallisierter amorpher „Zement“ zwischen den einzelnen Kristallkörnern übrigbleibt. Diese Theorie scheint zuerst von *Brillouin* (1898) benutzt worden zu sein, um das Verhalten der Metalle bei der Deformation zu erklären. Er glaubt nachgewiesen zu haben, daß die Moleküle eines Kristalles auf eine Entfernung des fünffachen Molekularabstandes einwirken können, aber auf eine Entfernung von acht bis zehn Molekülen nicht mehr. Auch *Sears* hat sich diese Theorie zu eigen gemacht. Die neuere Entwicklung durch *Bengough*¹⁾ und *Rosenhain*²⁾ wurde schon in dem vorigen Aufsatz von mir berührt. Es sei auch auf die Ausdehnung dieser Anschauung auf eutektische Mischungen, die auch von gewissen Zentren aus wachsen, gemäß den Arbeiten von *Rosenhain*³⁾, *Vogel*⁴⁾, *Benedicks*⁵⁾, *Guertler*⁶⁾, *Hudson* und *Law*⁷⁾ und *Desch*⁸⁾ verwiesen. In diesen aus einem innigen Gemisch zweier Kristallarten bestehenden Eutekticis bestimmt immer die eine, energischer wachsende, die Gesamtorientierung zu einzelnen Kristallkörnern und läßt nur im Innern ihrer Kristallkörner Hohlräume für die zweite Kristallart

frei. In dem Stadium der offenen Diskussion bezüglich der Möglichkeit oder Unmöglichkeit einer amorphen Zwischensubstanz zwischen den einzelnen Kristallkörnern steht das Problem heute.

3. *Schaumstrukturen und Quinckes Hypothese.* Seine Theorien, soweit sie sich auf Metalle beziehen, sind in der *Int. Zeitschrift f. Metallogr.*¹⁾ dargelegt. Die Grundannahme seiner Theorie ist die, daß das erste Stadium des Kristallisationsprozesses in einer Trennung der Schmelze in zwei ineinander unlösliche Flüssigkeiten besteht. Eine davon ist zunächst nur in sehr geringer Menge vorhanden und nimmt die Struktur von Schaumkammern an, die man öfters beobachten kann, wenn man ineinander unlösliche Flüssigkeiten kräftig durcheinander schüttelt. Die wichtigsten Versuche wurden mit Eis angestellt, in welchem die minimalen, stets vorhandenen Fremdkörper des Wassers zuerst die Zellwände bilden sollen. Bei den Metallen wird das Maschenwerk zwischen den Kristallkörnern einfach als diese Zellwände angesehen. Das Anwachsen der Korngröße beim Glühen entspricht dann der allgemeinen Neigung aller Schäume, durch Erhitzen gröber zu werden. Auch das Verhalten gegenüber Ätzmitteln, wobei die Grenzen zuerst weggefressen, und das Verhalten beim Erhitzen im Vakuum, wobei sie zuerst verdampfen, ist mit dieser Theorie vereinbar, ohne aber andererseits beweisend zu sein. Nach Ansicht des Verfassers hat man mit *Quinckes* Theorie zu viel erklären wollen, und manche Deutungen sind allzu gezwungen (so z. B. die Annahme, daß gehärteter Stahl Schaumwände von der Dicke einer fünftel Lichtwelle enthalten soll, in welchen kleine Diamanten eingebettet liegen). Jedenfalls werden die geometrischen Eigenschaften der Kristalle und die Konstanz ihrer Flächenwinkel in keiner Weise erklärt, worin der Verfasser mit Recht einen schwerwiegenden Einwand erblickt. Ebenso ist kein rechter Grund dafür vorhanden, daß alle ursprünglich homogenen Flüssigkeiten noch vor der Kristallisation sich in zwei gegenseitige unlösliche scheiden sollen. In diesem Stadium des Problems kann nur weiteres experimentelles Material entscheiden.

4. *Zellstrukturen in abkühlenden Flüssigkeiten.* Andere Autoren haben wieder eine noch andere Erscheinung zur Erklärung der Struktur von Metallmassen heranzuziehen versucht. Unter gewissen Bedingungen bemerkt man in abkühlenden Flüssigkeiten eine merkwürdige Zerteilung. *Weber* fand (1855), daß beim Eintrocknen einer Mischung von Alkohol, Gummigutt und Wasser auf einer Glasplatte sich Konvektionsströme ausbilden und zuletzt eine polygonale Zeichnung auf der Glasplatte zurückbleibt. *Lehmann* hat die Erscheinung auf Temperaturdifferenzen in der verdampfenden Masse zurückgeführt. *Thomson* (1912) hat unter geeigneten Umständen besonders regel-

¹⁾ *Int. Zeitschr. f. Metallogr.*, Bd. 2 (1912), 268 bis 273.

²⁾ *Ebenda*, Bd. 3 (1913), 276—299, Bd. 5 (1914), 176—178, Bd. 6 (1914), 265—272.

³⁾ *Ebenda*, Bd. 2, (1912), 100—102 u. 115.

⁴⁾ *Zeitschr. f. anorgan. Chem.* 76 (1912), 425.

⁵⁾ *Int. Zeitschr. f. Metallogr.*, Bd. 1 (1911), 184 bis 191.

⁶⁾ *Ebenda*, Bd. 2 (1912), 98—100.

⁷⁾ *I. of the Inst. of Metals*, Bd. 1 (1910), 161.

⁸⁾ *Proc. Roy. Phil. Soc. Glasgow*, Bd. 43 (1912), 107.

¹⁾ *Int. Zeitschr. f. Metallogr.*, Bd. 3 (1912), 23 bis 36 und 79—101.

mäßige Bildungen mit schöner hexagonaler Struktur erhalten. Gegenüber dem Versuch, die so entstehende Maschenstruktur auf die Struktur erstarrter Metallmassen auszudehnen, besteht ein schwerwiegender Einwand, weil bei diesen Erscheinungen, bei denen die Schwere mitwirkt, die Kristalle senkrecht stehen. Bei kristallisierenden Metallmassen wachsen aber die Kristalle stets von der äußeren Oberfläche nach dem Kern zu, so daß die obengenannten Wirkungen der Schwere fortfallen müssen. Anders ist es natürlich mit der Erstarrung dünner Metallschichten, bezüglich deren Versuche von *Cartaud* (1907) vorliegen. Die Erklärung seiner Resultate ist nicht leicht, aber hier handelt es sich um besondere Bedingungen, die im allgemeinen nicht zutreffen. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen solchen Konvektionszellen und der kristallinen Struktur scheint also jedenfalls nicht zu bestehen.

5. *Flüssige Kristalle.* Die Existenz flüssiger Kristalle, d. h. von Substanzen, die trotz vektorieller Orientierung ihrer Masse eine große plastische Beweglichkeit besitzen, ist durch *Lehmann*¹⁾ seit 1889 unzweifelhaft bewiesen. Das Zustandsgebiet der flüssigen Kristalle schiebt sich gewöhnlich zwischen den des flüssigen Zustandes und dem eines anderen starreren zweiten kristallinen Zustandes ein. In vielen Fällen durchläuft die Substanz auch bei der Abkühlung zwei verschiedene flüssige kristalline Zustände nacheinander. Bei Metallen ist die Existenz solcher flüssig kristallinen Zustände bisher nicht nachgewiesen. Aber die Möglichkeit besteht, und wiederholt ist von verschiedenen Forschern darauf hingewiesen, so von *Le Chatelier* (1906), der die Aufmerksamkeit auf eine Analogie zwischen den Einformungsprozessen und der Koaleszenz von Kristallen aus ölsaurem Ammonium hinwies, und von *Carpenter* und *Edwards*, welche bei gewissen Kupfer-Aluminium-Legierungen die Abhängigkeit der Größe der Kristalle von der Temperatur der vorherigen Erhitzung der Schmelze auf die Bildung flüssiger Kristalle zurückführten (sicherlich mit Unrecht). Ihre Auffassung ist nicht ohne Widerspruch geblieben, und der Verfasser hält es nicht für unmöglich, daß ihre Beobachtungen durch die Entstehung feiner Häute Aluminiumoxyds in der Schmelze zu deuten sein würden. Die Frage nach der Existenz flüssiger Kristalle bei Metallen ist also noch vollkommen unentschieden.

6. *Oberflächenspannung.* Versuche von *Lehmann* und *Quincke* haben gezeigt, daß man dendritische Formen durch Oberflächenspannung in kolloidalen Materialien erzeugen kann; beispielsweise treten sie auf, wenn man eine viskose Flüssigkeit zwischen zwei Glasplatten einpreßt, und dieselben dann von einer Ecke aus langsam voneinander abhebt. Es besteht eine Analogie der

so erhaltenen Strukturen mit den eutektischen Anordnungen von weißem Eisen. Ohne solche Analogien zu sehr betonen zu wollen, ist der Verfasser doch der Ansicht, daß sie immerhin beweisen, daß Oberflächenspannungen aller Wahrscheinlichkeit nach bei der Bestimmung der äußeren Form metallischer Kristalle sehr wesentlich mitspielen. Er weist dabei auf Beobachtungen hin, nach denen vielleicht in Metallschmelzen die Gestalt der Primärkristalle durch die Art der Mutterschmelze beeinflusst wird. So kristallisiert FeSb₂, wenn in geringem Überschuß, aus der eutektischen Schmelze in Rhomben, in größerem Überschuß aber in verzweigten Kristalliten.

Wie weit der Einfluß der Oberflächenspannung gehen kann, ist eine noch offene Frage. *Quinckes* Versuche zur Feststellung der Kapillarkonstante von festen Metallen sind nicht einwandfrei. *Curie* (1880) hat gezeigt, daß wie ein flüssiger Tropfen, der vollkommen frei von äußeren Kräften ist, immer Kugelform annimmt, so auch ein Kristall das Bestreben hat, diejenige Form anzunehmen, in welcher die Summe der Oberflächenenergien gleich Null sei. Die Forderung der geringsten Oberfläche ist aber nicht mit der kristallinen Form vereinbar. Daraus folgt auch, daß, wenn verschiedene Kristalle mit derselben Flüssigkeit in Berührung stehen, die kleineren in Lösung gehen und die größeren anwachsen. Die theoretische Notwendigkeit dieses Vorgangs hat *Curie* gezeigt. Schließlich stellte *Beilby* (1903) die Theorie auf, daß unter gewissen Bedingungen die Oberflächenspannung die Kristallisationskraft überwinden könne. Die günstigste Bedingung sei die, daß die Oberfläche des Metalls im Vergleich zu ihrer Masse groß ist. Dünne Häute von Metall, beispielsweise Gold- oder Silberblättchen, krüllen sich nach *Faradays* Beobachtungen (1857) beim Erhitzen zusammen und nehmen Kugelform an, verhalten sich also einer viskosen Flüssigkeit sehr ähnlich. Eine dünne Ölhaut auf Wasser zerreißt und sammelt sich in kleinen Kügelchen. Auf diesem Gebiet liegen also jedenfalls sehr wertvolle Fingerzeige, die noch zu wichtigen Aufklärungen führen können.

7. *Unterkühlung und Existenz einer metastabilen Grenze.* Daß Unterkühlungen bei metallischen Substanzen auftreten, ist schon sehr früh durch zahlreiche Forschungen verschiedener Autoren bekannt geworden und am eingehendsten von *Roberts-Austen* (1899) erforscht. Der Unterkühlungsgrad ist aber bei Metallen nicht sehr groß. Nach *Ostwalds* Theorie muß man bezüglich der unterkühlten Zustände einen „metastabilen“ und einen „labilen“ unterscheiden. Der erstere kann durch Impfung aufgehoben werden, der letztere bedarf einer Impfung nicht, sondern zerfällt spontan ohne weiteres. Zwischen beiden läuft die Metastabilitätsgrenze. *Tammann* hat diese Auffassung bestritten. Nach Auffassung des Verfassers ist es aber durch *Miers* und seine

¹⁾ Int. Zeitschr. f. Metallogr., Bd. 6 (1914), 217 bis 237.

Mitarbeiter bewiesen, daß man eine scharfe Trennungsgrenze zwischen beiden Gebieten tatsächlich ziehen kann. Leider erstrecken sich die bisher vorliegenden Versuche aber nicht auf Metalle und Legierungen. Wichtig ist die Beobachtung, daß die Kristallgestalt davon abhängig ist, ob die Kristalle im labilen oder metastabilen Gebiet gebildet sind. Sphärolite entstehen im labilen Gebiete. Ferner haben Versuche von *Bekier* es wahrscheinlich gemacht, daß Antimon bei sehr tiefen Temperaturen seine Kristallisationsfähigkeit verliert; nach *Stock* und *Siebert* (1905) kann man amorphes Antimon erhalten, wenn man Antimondampf durch flüssige Luft abkühlt. Hier würde dann also das erste Beispiel eines dauernd unterkühlten, amorphen Metalles vorliegen.

8. *Volumenänderung bei der Erstarrung.* Früher hat man gemeint, daß Kristalle immer dichter sein müßten als ihre Schmelze. Die ersten Ausnahmen fand *Duvernoy* (1852). Seine Meinung, daß die Volumenänderung von der Abkühlungsgeschwindigkeit abhänge, beruht aber auf einem Irrtum. Seit *Réaumur's* Arbeiten hat man andererseits geglaubt, daß sehr viele Metalle voluminöser wären als ihre Schmelze, weil ihre Kristalle auf ihren Schmelzen schwimmen, wenn sie in kleinen Stücken darauf geworfen werden. Diese Ansicht geht aber ebenso irrtümlich ins andere Extrem. *Mallet* hat die Erscheinung auf Konvektionsströme zurückgeführt. Leider sind reine Metalle bis jetzt nicht so ausführlich untersucht wie beispielsweise organische Substanzen. Legierungen sind überhaupt erst sehr wenige untersucht. *Hagen* untersuchte das Kalium-Natrium-Eutektikum, *Roberts-Austen* das Kupfer-Silber-Eutektikum, *Wiedemann* das Blei-Zinn-Eutektikum und verschiedene Blei-Wismut-Legierungen. Beim Wismut ist die Volumenausdehnung beim Erstarren als seltener Ausnahmefall erwiesen.

9. *Die von wachsenden Kristallen ausgeübte Pressung.* Viele Versuche hat *Duvernoy* (1852) an mineralogischen Substanzen gemacht. Er fand, daß viele Körper bei der Erstarrung sich scheinbar ausdehnen, so zum Beispiel Blei. *Folger* (1854) fand, daß diese Wahrnehmung nur scheinbar war und nur auf die Pressung der wachsenden Kristalle zurückzuführen sei, die dadurch entsteht, daß dieselben gewisse Richtungen bevorzugen und so in dieser Richtung einander beugen und die äußere Dimension zunehmen lassen. Dafür entstehen dann in anderen Richtungen Hohlräume. Das erstarrte Blei zeigte einen zentralen Hohlkanal. Ähnliche Erscheinungen sind bei Gips und Eis wohl bekannt. Die Erscheinung tritt bei anisotropen Metallen besonders leicht ein, ist aber nicht auf diese beschränkt, da auch das Wachsen in Kristallskeletten ebensolche Pressung hervorrufen kann. Nach Ansicht des Verfassers ist die Preßwirkung der Kristalle eine selbstverständliche Folge der vektoriellen Eigenschaften der Kohäsion.

Blickt man nun auf das ganze, bisher vorhandene Material zurück, so sieht man nichts als Probleme und offene Fragen. Als wichtig bezeichnet der Verfasser die Feststellung, daß gleichzeitig *verschiedene* Zellstrukturen in einem festen Metall vorhanden sein können. Ihre Beziehung zueinander müsse das erste Problem weiterer Forschung sein. Ferner ist wichtig, daß sehr ähnliche Strukturen aus sehr verschiedenen Vorbedingungen entstehen können, und daß andererseits man die Erscheinungen an Metallen mit den an Salzen und organischen Verbindungen beobachteten vergleichen kann. Experimentelle Versuche sollen folgen.

(Schluß folgt.)

Kohlenstoff-autotrophe Bakterien.

Von Dr. R. Lieske, Heidelberg.

Daß die höheren grünen Pflanzen in bezug auf ihre Kohlenstoffnahrung unabhängig sind von organischer Substanz, ist eine seit Anfang des 19. Jahrhunderts vor allem durch die Untersuchungen von *Priestley*, *Ingenhous* und *Sennebie* allgemein bekannte Tatsache. Die grünen Pflanzen gewinnen den zu ihrer Ernährung nötigen Kohlenstoff ausschließlich aus der Kohlensäure der Luft. Sie zerlegen mit Hilfe des Chlorophyllfarbstoffes die Kohlensäure und bilden daraus in bezug auf Energiegehalt höherwertige Produkte, vor allem Kohlehydrate. Die zu diesem Prozeß selbstverständlich notwendige Energie beziehen sie aus dem Sonnenlicht, und zwar verwenden sie ausschließlich die Lichtstrahlen, die Wärmestrahlen haben keinen Einfluß auf den Vorgang, der daher als photosynthetische Assimilation des Kohlenstoffes bezeichnet wird.

Licht und Chlorophyll sind die für die Assimilation unbedingt notwendigen Faktoren. Chlorophyllfreie Pflanzen, vor allem Bakterien und Pilze, sind daher in ihrer Ernährung angewiesen auf organisch gebundenen Kohlenstoff, sie sind im Gegensatz zu den kohlenstoffautotrophen grünen Pflanzen heterotroph.

Im Jahre 1889 gelang es *Winogradsky*¹⁾, die Ursache der Oxydation des Ammoniak zu Salpetersäure endgültig festzustellen, ein Vorgang, der in der Natur häufig beobachtet wird und der praktisch für die Beseitigung der Abwässer von größtem Interesse ist. Der Prozeß war schon früher als biologisch erkannt worden, und es gelang *Winogradsky*, zwei Bakterienarten zu isolieren, von denen die eine fähig war, Ammoniak zu Nitrit, die andere Nitrit zu Nitrat zu oxydieren. Beim Kultivieren dieser Organismen zeigte sich nun eine ganz merkwürdige Erscheinung: die Bakterien wuchsen in anorganischer Nährlösung ohne jede Spur von organischer Substanz. Sie besaßen weder Chlorophyll noch brauchten sie zu ihrem Wachstum Licht, und doch ließ sich nachweisen, daß sie

fähig waren, Kohlensäure zu assimilieren. Die hierzu unbedingt notwendige Energie gewannen sie aus der Oxydationswärme chemischer Verbindungen, aus der Wärme, die frei wird bei der Oxydation von Ammoniak zu salpetriger Säure und von salpetriger Säure zu Salpetersäure.

Die Nitrat- und Nitritbakterien sind wie die meisten anderen autotrophen Bakterien an eine ganz bestimmte Energiequelle gebunden. Die Nitritbakterien können nur Ammoniak zu Nitrit, und die Nitratbakterien nur Nitrit zu Nitrat oxydieren. Andere chemische Verbindungen können von ihnen nicht als Energiequelle verwertet werden.

Nachdem die chemosynthetische Assimilation an den Nitrit- und Nitratbakterien zum erstenmal einwandfrei festgestellt worden war, gelang es, eine Reihe weiterer autotropher Organismen zu entdecken, die mit Hilfe anderer Oxydationsprozesse ihre Assimilationsenergie gewinnen.

Es wurde ein autotropher Organismus gefunden, der fähig ist, Wasserstoff zu Wasser zu oxydieren²⁾. Diese Bakterienart, *Hydrogenomonas* genannt, besitzt außerdem die Eigenschaft, ohne Wasserstoff wie gewöhnliche Bakterien in organischer Nährlösung leben zu können. Es ist der einzige bisher bekannte Organismus, der sowohl autotroph als heterotroph leben kann. Das Wachstum der übrigen autotrophen Bakterienarten wird durch Zusatz von organischer Substanz nicht nur nicht gefördert, sondern in den meisten Fällen gehemmt oder ganz unterdrückt.

Weiter wurde eine Bakterienart entdeckt, die Methan³⁾ oxydiert und diese Verbindung gleichzeitig als Kohlenstoffquelle benutzt. Einen ähnlichen Stoffwechsel hat ein Bakterium, das Kohlenoxyd oxydiert.

Praktisch von großer Bedeutung sind die Eisenbakterien, Organismen, die Eisenoxydul zu Eisenoxyd oxydieren und das ausgefüllte Oxydhydrat in der sie umgebenden Gallertmembran aufspeichern. Manche von ihnen können anstatt oder neben Eisen auch Mangan oxydieren. Da verschiedene Vertreter dieser physiologisch sehr interessanten Gruppe durch ihr massenhaftes Auftreten in Wasserleitungen großen Schaden anrichten können, ist die Kenntnis ihrer Lebensweise praktisch von großem Werte.

Als erster beschrieb *Winogradsky*⁴⁾ Kulturversuche mit *Leptothrix ochracea*. Er versuchte nachzuweisen, daß die Oxydation von Eisenoxydul zu Eisenoxyd für den betreffenden Organismus ein notwendiger Lebensprozeß sei und zeigte, daß diese Bakterien mit nur ganz geringen Mengen von organischer Substanz gut gedeihen können. *Molisch*⁵⁾ gelang es 1910, den Organismus rein zu kultivieren und zu zeigen, daß er ohne Eisen in organischer Nährlösung heterotroph leben kann. Er zieht daraus den Schluß, daß die Eisenspeicherung für *Leptothrix ochracea* ernährungsphysiologisch ohne Bedeutung sei.

1911 wurde für einen anderen eisenspeichernden Organismus, *Spirophyllum ferrugineum* Ellis, nachgewiesen, daß er autotroph mit Hilfe der Oxydation von Eisenoxydul zu Eisenoxyd leben kann⁶⁾. Eine heterotrophe Ernährung dieser Art war nicht möglich. Ein in der Dresdner Wasserleitung in großen Massen auftretender manganspeichernder Organismus von sternförmiger Gestalt, *Manganaster Dresdensis*, ist vielleicht nur eine Manganform von *Spirophyllum*.

Die Untersuchungen über mangan- und eisenspeichernde Bakterien bieten große Schwierigkeiten, es konnte bisher nicht festgestellt werden, ob dieselben alle autotroph sind oder nicht. *Molisch*, der zuerst *Leptothrix ochracea* rein kultivierte, konnte später diese Kulturen erst nach vielen vergeblichen Bemühungen wieder erlangen. Referent gelang es 1912 nach den Angaben von *Molisch* *Leptothrix* ebenfalls rein zu kultivieren, die Kulturen konnten aber später trotz vieler Bemühungen ebenso wie die Kulturen von *Spirophyllum ferrugineum* nicht wieder erlangt werden. Es spielen hier noch Faktoren mit, die wir zurzeit nicht übersehen können. *Crenothrix polyspora* und *Clonothrix fusca*, Eisenbakterien, die in Wasserleitungen rasch in ungeheuren Massen wachsen, sind noch niemals kultiviert worden. Auf Grund jahrelanger Beobachtungen und genauer Wasseranalysen ist mit Sicherheit festgestellt worden, daß das Eisen und Mangan an den natürlichen Fundorten für die Ernährung dieser Organismen eine entscheidende Rolle spielt. Es ist durchaus nicht ausgeschlossen, daß diese Bakterien autotroph sind, ein Beweis hierfür ist aber bisher noch nicht erbracht worden.

Genauer bekannt und leichter zu untersuchen sind die Beziehungen autotropher Bakterien zum Schwefel und seinen Verbindungen. Am längsten bekannt sind die Bakterienarten, die Schwefelwasserstoff oxydieren zu Schwefelsäure. *Thiothrix* und *Beggiatoa*, lange fadenförmige Bakterienarten, die in ihrem Körper zahlreiche stark lichtbrechende Tröpfchen von elementarem Schwefel enthalten, sind die Organismen, die schon seit langer Zeit das besondere Interesse der Forscher erregten. *Winogradsky*⁷⁾ war wieder der erste, der den Stoffwechsel dieser Bakterien eingehend untersuchte. Er erkannte, daß sie Schwefelwasserstoff oxydieren und Schwefel in ihrem Körper aufspeichern, er stellte weiter fest, daß sie den gespeicherten Schwefel zu Schwefelsäure verbrennen. Außerdem wurde von ihm betont, daß die Oxydation des Schwefelwasserstoffes für ihre Ernährung ein unbedingt notwendiger Prozeß sei und daß sie mit Spuren organischer Substanz, die anderen Organismen nicht als Nahrung genügen, vorzüglich gedeihen konnten. Daß die Schwefelbakterien fähig sind, Kohlensäure zu assimilieren, konnte *Winogradsky* durch seine Untersuchungen nicht feststellen.

Im Jahre 1912 gelang es *Keil*⁸⁾ in Halle, Reinkulturen von *Beggiatoa* und *Thiothrix* zu erhalten, nachdem er ihre Lebensweise zuvor an Roh-

kulturen studiert hatte. Das Material, mit dem er arbeitete, stammte aus schwefelwasserstoffhaltigem Schlamm der Saale. Es zeigte sich bei den Versuchen, daß von größter Wichtigkeit für das Wachstum die Einhaltung eines ganz bestimmten Sauerstoff- und Schwefelwasserstoff - Druckes war. Am günstigsten war ein Sauerstoffdruck von 15 mm und ein Schwefelwasserstoffdruck von 0,8 mm (das ist für ein Gefäß von 4500 ccm Inhalt 5 ccm Schwefelwasserstoff, also verhältnismäßig wenig).

Durch die mit Reinkulturen angestellten Versuche wurden zunächst die Untersuchungsergebnisse *Winogradskys* in jeder Weise bestätigt. Außerdem wurde einwandfrei festgestellt, daß *Beggiatoa* und *Thiothrix* kohlenstoffautotroph sind und daß sie ihren Kohlenstoff ausschließlich durch Assimilation von Kohlensäure gewinnen. Eine heterotrophe Ernährung konnte nicht beobachtet werden, doch verhinderte ein geringer Zusatz von organischer Substanz das Wachstum der Bakterien nicht. Die Nährlösung muß stets eine nicht zu kleine Menge von Alkali-Erdmetallen enthalten, die dazu dienen, die ausgeschiedene freie Schwefelsäure zu neutralisieren. Als Stickstoffquelle kommen ausschließlich Ammonsalze in Betracht, die in faulenden Wässern, den natürlichen Standorten der Schwefelbakterien, immer in großer Menge vorhanden sind. Im Haushalt der Natur spielen diese Schwefelbakterien eine bedeutende Rolle, indem sie den für fast alle Organismen stark giftigen Schwefelwasserstoff beseitigen und in Sulfate umwandeln, die für die Pflanzen einen wichtigen Nährstoff darstellen.

Eine andere Gruppe autotropher Organismen, die Thiosulphate oxydieren zu Tetrathionsäure und Schwefelsäure, wurde zuerst von *Nathanson*⁹⁾ beschrieben. Er isolierte aus Meerwasser eine kleine, lebhaft bewegliche Bakterienart, die auf der Oberfläche thiosulphathaltiger Nährlösungen elementaren Schwefel abschied. Dieser Schwefel war aber nicht wie bei den eben beschriebenen Arten der Bakterienzelle eingelagert, sondern er wurde extrazellulär abgeschieden und schwamm frei auf der Nährlösung. Aus Süßwasser wurden ähnliche autotrophe Bakterien zuerst von *Beijerinck* beschrieben. Außer den Thiosulfaten konnten diese Bakterien auch Schwefelwasserstoff, Schwefelcalcium und Tetrathionate als Energiequelle verwenden. Von *Lieske* wurden später eine Reihe anderer Süßwasserbakterien gefunden, die sich schon mit bloßem Auge durch die Form und Farbe des abgeschiedenen Schwefels unterscheiden. Eine heterotrophe Ernährung konnte bei keiner dieser Formen beobachtet werden, doch war eine nicht zu große Menge organischer Substanz den Organismen in Reinkultur nicht hinderlich. Auch bei ihnen mußte die Nährlösung zur Neutralisation der abgeschiedenen freien Schwefelsäure stets Karbonate enthalten.

Alle vorstehend beschriebenen Bakterienarten sind streng aerob, sie gewinnen ihre Assimilations-

energie durch einen Oxydationsprozeß und brauchen hierzu unbedingt freien Sauerstoff. Auch die von *Keil* beschriebenen Schwefelwasserstoffbakterien, die den vollen Sauerstoffdruck der Atmosphäre nicht vertragen, können niemals ganz ohne Sauerstoff leben.

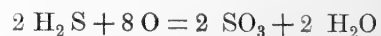
Als erster zeigte *Beijerinck*¹⁰⁾, daß es Organismen gibt, die auch in sauerstofffreier Nährlösung autotroph leben können. Er fand eine Bakterienart, die bei Luftabschluß elementaren, freien Schwefel oxydierte zu Schwefelsäure und gleichzeitiger Reduktion von Salpeter. Die Ernährungsphysiologie eines ähnlichen bzw. desselben Organismus wurde 1912 von *Lieske*¹¹⁾ näher beschrieben.

Die anaeroben, denitrifizierenden Schwefelbakterien müssen den für die Assimilation der Kohlensäure unbedingt notwendigen Oxydations-Sauerstoff zunächst durch Reduktion von Salpeter gewinnen. Sie reduzieren Salpeter bis zu freiem Sauerstoff, nicht dagegen Nitrit, das von vielen Bakterien leichter als Nitrat reduziert wird.

Der Reduktionsprozeß ist ein endothermer Vorgang, er erfordert also Zufuhr von Energie. Von den heterotrophen denitrifizierenden Bakterien wird diese Energie gewonnen durch Verbrennung von organischer Substanz. In anorganischer Nährlösung ist daher bei ihnen eine Denitrifikation ausgeschlossen. Die von *Lieske* beschriebenen Bakterien reduzieren nun den Salpeter auch in anorganischer Nährlösung, müssen also eine andere Energiequelle zur Verfügung haben, die an Stelle der organischen Substanz tritt. Diese Energiequelle, die außerdem noch die Energie für die chemosynthetische Assimilation der Kohlensäure liefern muß, ist der Schwefel und einige seiner Verbindungen. Man könnte natürlich auch annehmen, daß die Reduktions-Energie an organischer Substanz gewonnen wird, die von den Bakterien durch chemosynthetische Assimilation gebildet wurde.

Als Energiequelle konnten verwendet werden: Schwefelwasserstoff, Schwefel, unterschwefligsaures Natrium und unterschwefelsaures Natrium. Das hauptsächlichste Endprodukt aller dieser Oxydationen war Schwefelsäure.

Betrachtet man ganz schematisch die Entstehung dieser Säure aus den genannten Verbindungen, indem der Einfachheit halber nur die Oxydationsstufen des Schwefels ohne Rücksicht auf das wirkliche Vorhandensein dieser Verbindungen angenommen werden, so ergibt sich:



Schwefelsäure entsteht also aus allen diesen Verbindungen durch Aufnahme von Sauerstoff. Weitere Untersuchungen ergaben, daß der Schwefel und seine niederen Oxydationsstufen nicht direkt zu Schwefelsäure oxydiert werden, sondern

daß Zwischenstufen der Oxydation auftreten. Es erklärt sich wohl hieraus, daß eine ganze Reihe von chemischen Stoffen fähig ist, demselben Organismus als Energiequelle für die chemosynthetische Assimilation zu dienen. Die anderen autotrophen Bakterien sind bekanntlich immer an eine ganz bestimmte Energiequelle gebunden. Die Nitritbakterien oxydieren immer nur Ammoniak zu Nitrit, niemals Nitrit zu Nitrat, während die Nitratbakterien umgekehrt niemals Ammonsalze, sondern nur Nitrit oxydieren können.

Die denitrifizierenden Schwefelbakterien müssen wie die vorher beschriebenen Arten Karbonate in der Nährlösung haben, die als Kohlenstoffquelle und zur Neutralisation der ausgeschiedenen Schwefelsäure dienen.

Die angeführten Schwefelverbindungen werden bei Überschuß von Salpeter vollständig zu Schwefelsäure oxydiert. Es wurde berechnet, daß durch Oxydation von 1 g Natriumthiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + 5 \text{H}_2\text{O}$) ungefähr 10,9 mg Kohlenstoff assimiliert werden.

Für den Kreislauf des Schwefels in der Natur dürfte die beschriebene Bakterienart von größter Bedeutung sein. Der in ungeheuren Mengen gebildete Schwefelwasserstoff muß wieder in Schwefelsäure umgewandelt werden, um für andere Organismen nutzbar zu werden. Diese Umwandlung kann von den aeroben, Schwefelwasserstoff oxydierenden Bakterien nur in beschränktem Maße ausgeführt werden, da diese hierzu freien Sauerstoff in ganz bestimmter Konzentration benötigen, Bedingungen, die in der Natur nur an verhältnismäßig wenig Orten erfüllt werden. Die denitrifizierenden Schwefelbakterien oxydieren den Schwefelwasserstoff bei Abwesenheit von Sauerstoff, können also auch am Grunde unserer Gewässer, im Schlamm mancher Meeresküsten und an anderen sauerstofffreien Orten Sulfate bilden.

Eine physiologisch besonders interessante Gruppe von Organismen sind die roten Schwefelbakterien, die wegen ihres massenhaften Auftretens in der Natur eine auffällige Erscheinung bilden. Sie sind schon wiederholt Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Als erster untersuchte wieder *Winogradsky* ihren Stoffwechsel. Er kam zu dem Resultat, daß sie zu ihrem Wachstum Schwefelwasserstoff unbedingt notwendig haben, daß sie sehr wenig Sauerstoff und ganz geringe Spuren von organischer Substanz brauchen.

*Engelmann*¹²⁾ versuchte 1888 zu beweisen, daß die Purpurbakterien mit Hilfe ihres roten Farbstoffes, des Bakteriopurpurins, im Lichte wie die grünen Pflanzen Kohlensäure assimilieren können, eine Ansicht, die *Winogradsky* und *Molisch* zu widerlegen versuchten.

*Molisch*¹³⁾ kultivierte verschiedene Arten von Purpurbakterien und zeigte, daß sie mit organischer Substanz besonders gut im Lichte gedeihen, ohne Schwefelwasserstoff notwendig zu haben.

Seine Bakterien wuchsen übrigens auch, wenn auch weniger gut, ohne Licht.

Die Verschiedenheit der angeführten Resultate erklärt sich zum Teil daraus, daß der Begriff „Purpurbakterien“ für ganz verschiedene rote Bakterienarten angewendet wurde. Es wurden hierunter sowohl rote, schwefelspeichernde Bakterien verstanden, als auch solche, in deren Körper Schwefel niemals nachweisbar ist. Ernährungsphysiologisch haben diese beiden Bakteriengruppen wahrscheinlich überhaupt nichts gemeinsam.

In neuester Zeit wurden die Untersuchungen in Straßburg von *M. Skene*¹⁴⁾ wieder aufgenommen. Es wurden von ihm die echten roten Schwefelbakterien, also solche Formen, in deren Körper elementarer Schwefel abgelagert wird, untersucht. Leider gelang es ihm nicht, dieselben in Reinkultur zu erhalten, aber die von ihm mit Rohkulturen erhaltenen Resultate sind recht interessant, und es ist kein Grund vorhanden, anzunehmen, daß mit Reinkulturen wesentlich andere Resultate erzielt werden.

Die von *Skene* untersuchten Purpurbakterien gediehen am besten in einer mineralischen Nährlösung, die Ammonsulfat als Stickstoffquelle und Calciumkarbonat zum Neutralisieren der gebildeten Säure enthielten. Die Gegenwart von organischer Substanz war durchaus nicht notwendig. Alle untersuchten organischen Kohlenstoff- und Stickstoff-Quellen erzeugten durchaus keine Förderung des Wachstums, sondern erwiesen sich im Gegenteil als wachstumshemmend. Der Schwefelwasserstoff war für das Wachstum unbedingt notwendig und konnte nicht wie bei den denitrifizierenden Schwefelbakterien durch andere Schwefelverbindungen ersetzt werden.

Es wurde von ihm ferner mit Sicherheit nachgewiesen, daß das Licht für das Wachstum dieser autotrophen Organismen notwendig ist. Es ist dies ein bis jetzt einzig dastehender Fall, denn die anderen untersuchten autotrophen Bakterien wachsen gänzlich unabhängig vom Licht, für die meisten wirkt das Licht sogar hemmend auf das Wachstum. Daß die roten Schwefelbakterien zu ihrem Gedeihen Licht benötigen, stimmt mit ihrem Vorkommen in der Natur überein, denn man findet sie im Gegensatz zu anderen Bakterien niemals im Dunkeln.

Daß die Purpurbakterien Kohlensäure assimilieren, geht aus den Untersuchungen hervor. Es ist aber zugleich bewiesen worden, daß die Assimilation nicht, wie es *Engelmann* annahm, wie bei den grünen Pflanzen eine einfache Photosynthese ist, da die Oxydation des Schwefelwasserstoffes für die Ernährung der Bakterien ebenso notwendig ist wie das Licht. Vielleicht liegt hier eine Vereinigung von Photosynthese und Chemosynthese vor. Weitere Untersuchungen sind inzwischen von anderer Seite in Angriff genommen worden und dürften bald näheren Aufschluß über diese höchst interessante Frage geben.

Daß die bisher untersuchten und beschriebenen

autotrophen Bakterien nicht die einzigen sind, die in der Natur vorkommen, ist mit Sicherheit anzunehmen. Es gibt wahrscheinlich noch eine ganze Reihe anderer Organismen, die fähig sind, mit Hilfe chemischer Energiequellen Kohlensäure zu assimilieren.

Literatur.

- 1) *Winogradsky*, Annales de l'Inst. Pasteur 1890, Bd. IV, S. 213; 1891, Bd. V, S. 517.
- 2) *Niklewsky*, Jahrb. f. wiss. Bot. 1910, Bd. XLVIII, S. 113.
- 3) *Söhngen*, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1906, Bd. XV, S. 513.
- 4) *Winogradsky*, Bot. Zeitung 1888, Bd. 46, S. 261.
- 5) *Molisch*, Die Eisenbakterien, Jena 1910.
- 6) *Lieske*, Jahrb. f. wiss. Bot. 1911, Bd. 49, S. 91.
- 7) *Winogradsky*, Bot. Zeitung 1887, Bd. 45, S. 489.
- 8) *Keil*, Cohns Beitr. z. Biol. d. Pflanzen, Bd. XI, S. 335.
- 9) *Nathanson*, Mitteil. aus d. Zoolog. Station Neapel 1902, Bd. 15, S. 655.
- 10) *Beijerinck*, Centralbl. f. Bakt. II. Abt. 1904, Bd. XI, S. 593.
- 11) *Lieske*, Sitzungsberichte d. Heidelberger Akademie d. Wiss. 1912.
- 12) *Engelmann*, Bot. Zeitung 1888, Bd. 46, S. 661.
- 13) *Molisch*, Die Purpurbakterien, Jena 1907.
- 14) *Skene*, The New Phytologist, Vol. XIII, Nos. 1 E. 2.

Besprechungen.

Haas-Lorentz, G. L. de, Die Brownsche Bewegung und einige verwandte Erscheinungen. Sammlung „Die Wissenschaft“. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1913. VI, 103 S. Preis geh. M. 3,50, geb. M. 4,20.

Das vorliegende Buch, das im wesentlichen eine deutsche Übersetzung der holländischen Dissertation der Verfasserin darstellt, ist allen denen warm zu empfehlen, die sich mit den merkwürdigen Erscheinungen der Brownschen Bewegung und den statistischen Gedankengängen ihrer theoretischen Behandlung vertraut machen wollen.

Bekanntlich hat der Botaniker *Robert Brown* im Jahre 1828 beobachtet, daß kleine in Gasen oder Flüssigkeiten schwebende Teilchen eine unregelmäßige, zickzackförmige Bewegung ausführen. Lange Zeit war die Ursache dieser Erscheinung ungeklärt. Erst verhältnismäßig spät, seit dem Jahre 1877, drang allmählich infolge der Arbeiten von *Delsaulx*, *Carbonelle* und *Gouy* die heute allgemein angenommene Auffassung durch, daß die eigentümliche, beobachtete Bewegung der sichtbaren Teilchen daher rührt, daß die Teilchen von den in Wärmebewegung begriffenen Flüssigkeits- oder Gasmolekülen unregelmäßige Stöße empfangen.

Daß diese Erklärung den Kern der Sache trifft, zeigte sich in vollster Deutlichkeit, als die von *Einstein* im Jahre 1906 abgeleitete Theorie der Brownschen Bewegung durch die Versuche *Perrins* eine überraschend gute Bestätigung fand.

Unter der Voraussetzung, daß die mittlere kinetische Energie eines Brownschen Teilchens gleich der mittleren kinetischen Energie eines Gas- oder Flüssigkeitsmoleküls ist (Hypothese der „gleichmäßigen Energieverteilung“), gelang es *Einstein*, für den Abstand Δ , den ein kugelförmiges Teilchen vom Radius a in der Zeit t erreicht, die folgende grundlegende Formel abzuleiten:

$$\overline{\Delta^2} = \frac{k T t}{3 \pi \zeta a}.$$

Dabei ist $k = 1,47 \cdot 10^{-16}$ die Boltzmannsche Konstante, T die absolute Temperatur und ζ der Reibungskoeffizient des Mediums, in dem das Brownsche Teilchen schwebt. Diese Formel, die später von *Langevin* auf anderem Wege abgeleitet wurde, und eine analoge Formel für die Rotation Brownscher Teilchen ist durch die Untersuchungen *Perrins* an Gummigutt-Emulsionen bestätigt worden.

Zu ähnlichen Formeln führen auch die Rechnungen von *Smoluchowski*, die im vierten Kapitel des Buches dargestellt sind. Hier findet sich auch eine neue Ableitung der Einsteinschen Formel nach einer anderen Orts von *Einstein* und *Hopf* benutzten Methode, welche nebenbei noch die Größe des Impulses zu berechnen gestattet, den ein Brownsches Teilchen von den umgebenden Molekülen im Mittel erhält.

Nach derselben Methode werden im letzten Kapitel einige mit der Brownschen Bewegung zusammenhängende Probleme gelöst, die sich vor allem mit der spontanen, durch die Wärmebewegung erzeugten Elektrizitätsbewegung in Leitern beschäftigen.

F. Reiche, Berlin.

Planck, M., Neue Bahnen der physikalischen Erkenntnis. Rektoratsrede 1913. Leipzig, Johann Ambrosius Barth, 1914. 28 S. Preis M. 1,—.

Wie alle Schriften *Plancks*, so ist auch diese Rede, die er bei Antritt des Rektorats der Berliner Universität im Jahre 1913 hielt, durch Klarheit und Formvollendung ausgezeichnet.

Neue Strömungen haben die Forschungen der letzten Jahre in dem klassischen Bau der Physik erzeugt. Aber diese Strömungen haben die Fundamente des Gebäudes nicht fortgeschwemmt. Zwar sind viele Annahmen, die bisher unbedenklich an die Spitze der Theorien gestellt wurden, durch die experimentellen Tatsachen als unhaltbar dargelegt: Die Hypothese von der Unveränderlichkeit der chemischen Atome, der gegenseitigen Unabhängigkeit von Raum und Zeit und der Stetigkeit aller dynamischen Wirkungen mußten den radioaktiven Erscheinungen, dem Relativitätsprinzip und der Quantentheorie das Feld räumen. Aber siegreich sind aus diesen Kämpfen die allgemeinen großen Prinzipien der Physik hervorgegangen: das Energieprinzip, die Impulssätze, das Prinzip der kleinsten Wirkung und die Hauptsätze der Thermodynamik. Sie haben an Kraft noch gewonnen, so daß „die bisherigen eigentlichen Fundamente der Theorie gerade gegenwärtig so fest und so gesichert ruhen, wie zu keiner Zeit vorher“.

F. Reiche, Berlin.

Graetz, L., Handbuch der Elektrizität und des Magnetismus. Band I, Lieferung 2: Dielektrizität von *E. Schrödinger*; Die Anomalien der dielektrischen Erscheinungen von *E. von Schweidler*; Elektrostrikation und Magnetostriktion von *R. v. Hirsch*; Elektrooptik von *W. Voigt*; Pyroelektrizität und Piezoelektrizität von *Eduard Ricke*. III, S. 157 bis 420 u. 49 Abb. Preis M. 10,—. Band II, Lieferung 2: Elektrische Konvektion von *A. Eichenwald*; Elektrische Endosmose und Strömungsströme von *M. v. Smoluchowski*; Wärmeerzeugung des elektrischen Stromes von *O. Lummer*. III, S. 337 bis 468 u. 33 Abb. Preis M. 5,40. Leipzig, J. A. Barth, 1914.

Über den Zweck des Graetzschen Handbuchs und über die früher erschienenen Lieferungen ist bereits im 1. Bande dieser Zeitschrift p. 436 und 918 berichtet worden.

Die vorliegenden neuen Lieferungen lassen erkennen, daß wir in dem Handbuch ein Werk bekommen, welches die Materie bis zur erschöpfenden Ausführlichkeit im besten Sinne des Wortes behandelt. Der Inhalt der Lieferungen erstreckt sich meist auf Dinge aus der Elektrizitätslehre, die Spezialgebiete darstellen, in denen nur der darin selbst Arbeitende ganz zu Hause ist. Ein Handbuch, wie das vorliegende, muß auch diese Dinge so ausführlich behandeln, daß derjenige, der bei seinen Arbeiten auf solch ein Gebiet geführt wird, das Handbuch zur Einführung in dieses Gebiet bis zu den neuesten Arbeiten benutzen kann. Dieser Aufgabe wird das vorliegende Werk durchaus gerecht.

Die Bearbeitung der einzelnen Kapitel liegt durchweg in allerbesten Händen. *E. Schrödinger* behandelt zuerst die Theorie der Dielektrizität, dann die experimentellen Methoden, schließlich die experimentellen Resultate. In einem besonderen Kapitel, das vielen sehr willkommen sein wird, behandelt *E. v. Schweidler* die interessanten Anomalien der dielektrischen Erscheinungen. Elektro- und Magnetostriktion wird von *R. v. Hirsch* behandelt. Der Elektrooptik widmet *W. Voigt* ein großes Kapitel, *E. Riecke* behandelt ganz ausführlich Pyro- und Piezoelektrizität.

Die elektrische Konvektion, die Fortführung der Elektrizität durch Bewegung ihrer ponderablen Träger, ist von *A. Eichenwald* bearbeitet. Das Kapitel: elektrische Endosmose und Strömungsströme entstammt der Feder von *M. v. Smoluchowski*. Die Wärmeezeugung des elektrischen Stromes ist von *O. Lummer* behandelt. *Lummer* widmet ein besonderes Kapitel der Bestimmung der wahren Temperatur elektrisch geglühter Drähte; es werden dabei die Grundlagen der Temperaturbestimmung aus der Strahlung auseinandergesetzt; sowohl der messende Physiker wie auch der Beleuchtungstechniker wird dieses Kapitel mit Freuden begrüßen.

Auf Einzelheiten einzugehen ist bei der Fülle des Materials nicht möglich. Die aufgeführte Zusammenstellung der behandelten Gegenstände und ihrer Bearbeiter läßt erkennen, daß hier ein von ersten Kräften geschaffenes Werk, wie es bisher nicht existierte, herauskommt. Man darf den folgenden Teilen mit Spannung entgegensehen.

Erich Regener, Charlottenburg.

Walker, J., Einführung in die physikalische Chemie.

2. verm. Auflage, nach der 7. Auflage des Originals übersetzt und herausgegeben von *H. v. Steinwehr*. Braunschweig, Vieweg & Sohn, 1914. VIII, 503 S. und 62 Abbildungen. Preis geh. M. 9,—, geb. M. 10,—.

Es wurde kürzlich bei der Besprechung des Lehrbuches der physikalischen Chemie von *Küster* und *Thiel* auf die Schwierigkeiten hingewiesen, mit denen die Verfasser von Lehrbüchern gerade auf diesem Gebiete zu kämpfen haben. Erfahrungsgemäß wirken Bücher, welche größere mathematische oder physikalische Anforderungen stellen, auf die Studenten der Chemie und der Naturwissenschaften nur abschreckend; die meisten geben den Versuch, sich in das Gebiet einzuarbeiten, nach kurzer Zeit als hoffnungslos auf, bevor sie weit genug gekommen sind, um tieferes Interesse zu fassen.

Solche Leser beginnen besser mit einem Buch, das sie mit dem Tatsächlichen vertraut macht, ohne theoretische Schwierigkeiten zu bieten. Das Interesse für strengere Begründung entsteht dann von selbst, und

das Studium eines Buches, das auch diese bringt, gelingt viel leichter, wenn man das Tatsachenmaterial ein wenig beherrscht.

Eine solche Einführung bietet das vorliegende Buch. Der Verfasser hat es verstanden, mathematische und schwierigere physikalische, besonders thermodynamische Erörterungen zu vermeiden und behandelt das Tatsachenmaterial und die wichtigsten Beziehungen in ganz elementarer Form. In einem Schlußkapitel werden dann die beiden Hauptsätze der Thermodynamik und ihre wichtigsten Anwendungen unter Benützung der Elemente der Differentialrechnung besprochen.

Über den Wert eines solchen Anhangs kann man verschiedener Meinung sein. Trotz der an sich sehr guten Darstellung dürfte dieses Kapitel infolge seiner Kürze (35 S.) dem Anfänger große Schwierigkeiten bereiten und es wäre vielleicht zweckmäßiger, nur auf die bekannten Bücher über diesen Gegenstand zu verweisen. Jedenfalls sollten aber unter den thermodynamischen Ableitungen diejenigen des Massenwirkungsgesetzes und der Reaktionsisochore zu finden sein. Daß ersteres nur aus Betrachtungen über Reaktionsgeschwindigkeit gewonnen wird, ist unbefriedigend, besonders mit Rücksicht auf die Ionengleichgewichte.

Die vorliegende zweite deutsche Auflage ist gegenüber der ersten wesentlich erweitert. U. a. sind Kapitel über Legierungen, Hydrate, Hydrolyse, elektromotorische Kräfte, Elektrolyse, Kolloide und radioaktive Umwandlungen neu aufgenommen.

Trotz ihrer Kürze sind diese Kapitel doch infolge der vorzüglichen Darstellung sehr geeignet, den Leser mit den wichtigsten Punkten vertraut zu machen und ihn zu tieferem Eindringen anzuregen. Gerade darum aber sollten die am Schluß der einzelnen Kapitel gebachten Literaturhinweise in der nächsten Auflage wesentlich erweitert werden. So ist z. B. von der Literatur über Kolloide nur die klassische Abhandlung von *Graham* und am Schlusse des Kapitels über Dimensionen der Moleküle und Atome überhaupt keine Literatur aufgeführt, obwohl doch gerade hier das Bedürfnis nach weiterer Aufklärung groß zu sein pflegt und vorzügliche Bücher über diese Dinge existieren (*H. Freundlich*, bzw. *J. Perrin*, *T. Svcdberg*, *W. Mecklenburg*).

Im allgemeinen wird man nichts von wesentlicher Bedeutung vermissen. Einzelnes, wie z. B. die Gleichgewichte tautomerer Verbindungen oder das Prinzip von *Le Chatelier*, könnte vielleicht eingehender besprochen werden.

Die hier erwähnten kleinen Mängel kommen aber neben den großen Vorzügen dieses Buches nicht in Betracht und Referent würde jüngeren Studenten der Chemie und der Naturwissenschaften in erster Linie dieses Buch empfehlen.

H. von Halban, Würzburg.

Wülfing, E. A., Die 32 kristallographischen Symmetrieklassen und ihre einfachen Formen. Zweite, gänzlich umgestaltete und erweiterte Auflage der „tabellarischen Übersicht der einfachen Formen der 32 kristallographischen Symmetriegruppen“. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1914. 48 S., 260 Figuren und 8 Tafeln. Preis M. 4.40.

In der Einleitung wird das für vorliegenden Zweck fundamentale Rationalitätsgesetz, dann die in dem Folgenden zur Veranschaulichung von Symmetrieeigenschaften benutzte stereographische Projektion dargelegt. Nach Einführung der erfahrungsmäßigen Symmetrieelemente der Kristalle, nämlich Symmetrie-

ebene, Symmetrieachse, Symmetriezentrum und Drehspiegelungsachse, entwickelt Wülfing, unter Benutzung der regulären Kugelteilung, in einer für den Nicht-Mathematiker plausiblen Weise die Möglichkeit von 32 verschiedenen Symmetrieklassen. Aus einem Minimum von Symmetrieelementen, die eine dieser Klassen definieren, werden die übrigen Elemente der betr. Klasse hergeleitet. Der vom Verf. eingeführte Begriff der „Spiegelungsachse“ gegenüber „Achse“ und „Drehspiegelungsachse“ will mir nicht glücklich erscheinen; denn, während beim Vorhandensein einer Drehspiegelungsachse nur die *kombinierten* Operationen einer Drehung und einer Spiegelung den Kristall zur Deckung mit ihm selbst bringen, gelingt dies bei Vorhandensein einer „Spiegelungsachse“ sowohl durch eine *Drehung allein*, als auch durch eine *Spiegelung allein*. Das Kristallsystem würde ich als Gesamtheit derjenigen Symmetrieklassen definieren, deren Kristallarten sich auf *gleichsymmetrische* (statt „gleichartige“) Achsenkreuze beziehen lassen. Die Zweiteilung des hexagonalen Systems im weiteren Sinne in „hexagonales“ und „trigonales“ ist — im Hinblick auf die Raumgitterlehre — vielleicht vorteilhaft durch eine Gliederung in „hexagonales“ und in „rhomboedrisches“ System zu ersetzen.

Das klar und verständlich geschriebene Werkchen wird gewiß gute Dienste leisten, z. B. dem Physiker und dem Chemiker, der zum besseren Verständnis der neueren röntgenspektrometrischen Ergebnisse sich mit der Symmetrie der Kristalle vertraut machen will.

A. Johnsen, Kiel.

Emmerling, O., Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung. IV. Baud aus der Sammlung naturwissenschaftlicher Praktika. Berlin, Gebr. Borntraeger, 1914. 171 Abbildungen im Text. Preis geb. M. 7,20.

Wie der Verfasser im Vorwort bemerkt, ist das Praktikum in erster Linie für die Fälle der Wasseruntersuchung geschrieben, in denen die chemische, biologische und bakteriologische Untersuchung durch ein und dieselbe Person ausgeführt werden soll. Es sind nur diejenigen Methoden aufgenommen, welche der Verfasser für zweckmäßig und genau hält.

Der Inhalt des Buches gliedert sich naturgemäß in einen chemischen, mikroskopisch-biologischen und bakteriologischen Teil.

Der chemische Teil behandelt nacheinander die Untersuchung von Genuß- und Brauchwasser, von Mineralwasser und von Abwasser. Die Untersuchungsmethodik für alle in Frage kommenden Stoffe wird geschildert. Leider ist aber dabei die neuere Literatur wenig berücksichtigt worden. So sind die Resultate unserer Arbeiten über die Kohlensäure, insbesondere die aggressive Kohlensäure, nicht verwertet. Der unbrauchbare und theoretisch unrichtige Pettenkofer'sche Nachweis der freien Kohlensäure mit Rosolsäure ist unverändert beibehalten. Bei der Chlortitration wird keine Konzentration des Kaliumchromats angegeben, obwohl wir gezeigt haben, daß, wenn zu wenig dieses Indikatoren genommen wird, vollständig unrichtige Werte erhalten werden. Statt der aufgeführten gewichtsanalytischen Bestimmungsmethode von Blei wäre besser die viel zweckmäßigere Winkler'sche kolorimetrische Bestimmungsmethodik aufgenommen worden. So sind noch mehrere Punkte im chemischen Teile vorhanden, welche die Vermutung nahelegen, daß der Verfasser seit einigen Jahren die chemische Literatur nicht mehr genügend verfolgt hat.

Wenn so auch der chemische Teil des Buches zu wünschen übrig läßt, so wird das wieder ausgeglichen durch die vorzügliche Darstellung der mikroskopisch-biologischen und bakteriologischen Wasseruntersuchung. Im biologischen Teile sind vor allen Dingen wertvoll die zahlreichen gut gelungenen Abbildungen der im Wasser vorkommenden Organismen, welche jedesmal neben die Beschreibung gesetzt sind. Gemäß den Anschauungen von *Kolkwitz* und *Marsson* ist die ausführliche Liste über die oligo-, meso- und polysaprophyten Organismen gegeben. Endlich wird das biologische Instrumentarium in zahlreichen Abbildungen wiedergegeben und die biologische Untersuchung eines Wassers ausführlich beschrieben.

Im bakteriologischen Kapitel werden zunächst die verschiedenen Apparate abgebildet und allgemeine Regeln für die bakteriologische Untersuchung gegeben. Darauf wird das Anlegen der Zählplatten und das Zählen, ebenfalls an der Hand von Abbildungen der dazu notwendigen Apparatur behandelt. Daran schließt sich eine Aufzählung von Bakterienarten, welche häufig im Wasser vorkommen, mit Darstellung der Art ihres Wachstums. Besondere Kapitel sind noch dem Nachweis des Bakterium *Coli* und dem Nachweis von Typhus-, Cholera- und Milzbrandbakterien im Wasser gewidmet. Zum Schluß des Kapitels wird endlich noch eingehend die Kultur von Anaeroben, wiederum an der Hand von zahlreichen Abbildungen, besprochen.

Den Schluß bilden neben Sachregister und Literaturangaben noch Ausführungen über die Beurteilung der Wässer und die Deutung der Analysenresultate sowie über allgemeine Anforderungen an Trink- und Wirtschaftswasser. Endlich ist auch noch der Ministerialerlaß vom 23. April 1907 betr. die Gesichtspunkte für die Beschaffenheit eines hygienisch einwandfreien Wassers abgedruckt.

Insbesondere wegen des biologischen und bakteriologischen Teiles kann das Buch bestens empfohlen werden.

J. Tillmans, Frankfurt a. M.

Rinne, F., Gesteinskunde für Studierende der Naturwissenschaft, Forstkunde und Landwirtschaft, Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure. Vierte, vollständig durchgearbeitete Auflage. Leipzig, Dr. Max Jänecke, 1914. VII, 336 S. und 451 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 13,—, geb. M. 14,—.

Das originelle Buch unterscheidet sich in mehrfacher Hinsicht von allen anderen, bisher vorhandenen Lehrbüchern der Gesteinskunde. In diesen ist gewöhnlich das Schwergewicht auf die mikroskopische Gesteinsuntersuchung gelegt, während die geologischen Verhältnisse, ihre Entstehung und Umwandlung, ihre Lagerungsformen usw. meist als bekannt vorausgesetzt und nur kurz gestreift werden. Die vorliegende Gesteinskunde behandelt dagegen diese Gegenstände ziemlich ausführlich und zum Teil in besonderen Abschnitten. So wird in den ersten fünf Kapiteln: 1. *Allgemeiner Aufbau der Erde*, 2. *Haupteinteilung der Gesteine*, 3. *Allgemeine geologische Erscheinung der Gesteine*, 4. *Lagerungsstörungen der Gesteine*, 5. *Absonderung und Teilbarkeit der Gesteine*, ein Stoff dargeboten, den man sonst nur in den Lehrbüchern über allgemeine Geologie ähnlich behandelt findet. Auch in den übrigen Abschnitten kommt das Geologische verschiedentlich zur Geltung, was nicht wenig dazu beiträgt, den behandelten Gegenstand, namentlich für das Selbststudium, reizvoller zu machen.

Was an dem Buch zunächst in die Augen fällt, das ist die große Anzahl ganz ausge-

zeichneter Abbildungen, und zwar handelt es sich um landschaftliche Aufnahmen, Abbildungen der Gesteine und ihrer Dünnschliffe, schematische Skizzen, geologische Profile, Diagramme usw. Auf 336 Seiten kommen 451 Abbildungen! Das mag auf den ersten Blick beinahe allzu reichlich erscheinen. In unseren modernen Lehrbüchern wird ja in dieser Hinsicht eher zu viel als zu wenig getan. Hier aber ergänzen die Figuren die textliche Darstellung in glücklichster Weise. Nirgends hat man den Eindruck, daß sie überflüssig wären. Ja, stellenweise erspart sich der Verfasser durch einige Abbildungen mit ein paar treffenden Erläuterungen darunter seitenlange Auseinandersetzungen.

Ganz besonders hervorzuheben ist, namentlich auch gegenüber den früheren Auflagen des Buches, die weitgehende Anwendung der Lehren der physikalischen Chemie auf die Gesteinskunde. In selten klarer Weise wird der Leser mit diesem schwierigen Gebiete vertraut gemacht, speziell gilt dies in bezug auf den Abschnitt, welcher der Bildung der Salzlagerstätten gewidmet ist.

In Kürze noch eine Übersicht über den Inhalt! Auf die fünf ersten Kapitel, die, wie schon erwähnt, die geologischen Verhältnisse der Gesteine behandeln, folgt ein Abschnitt über die „*Methoden der Gesteinsuntersuchung*“, namentlich über die optischen Methoden. Die Darstellung schließt sich hier an diejenige in dem früheren Werke des Verfassers „*Elementare Anleitung zu kristallographisch-optischen Untersuchungen*“ an. Man findet denn auch dieselben originellen pädagogischen Kunstgriffe wieder, wodurch die schwierigen kristalloptischen Verhältnisse klar und anschaulich gemacht werden. Dann werden die „*Gemengteile der Gesteine*“, zunächst die allgemeinen Verhältnisse, z. B. die Strukturen, hierauf die wichtigsten Gemengteile in Einzeldarstellungen behandelt. Der folgende Abschnitt führt die Überschrift: „*Einige besonders technisch wichtige Verhältnisse der Gesteine*“ und bespricht Gewinnbarkeit, Bearbeitbarkeit und Abnutzungsgrad, Festigkeit, Raumgewicht und spezifisches Gewicht, Wetterbeständigkeit, Durchlässigkeit für Wasser und Luft, Wärmeleitung und anderes mehr. Mit diesen Ausführungen wird namentlich den Bedürfnissen der Bauingenieure, Architekten und Bergingenieure Rechnung getragen, doch finden sie sicher auch das Interesse anderer Leser.

Der größte Teil des Buches ist dann den drei letzten Kapiteln gewidmet, die eine Übersicht über die Eruptivgesteine, die Sedimentgesteine und die kristallinen Schiefer darbieten. Aus ihrem Inhalt seien hervorgehoben die Ausführungen über die Erstarrung von Eruptivgesteins-Schmelzflüssen, speziell über Gesteinsdifferenzierungen, Gase im Magma, Erstarrungsfolge und Nachbildung der Eruptive und ganz besonders der Abschnitt über Entstehung der Salzlagerstätten. Zur Behandlung dieses Gegenstandes war der Verfasser wie kein zweiter berufen, verdanken wir doch ihm und seinen Schülern wertvolle Arbeiten auf diesem Gebiete. Es wird denn auch hier der neueste Stand der Dinge in ausgezeichnetester Weise dargelegt. Im Anschluß an diese Ausführungen folgt eine Besprechung der Salzgesteine, die in den meisten Lehrbüchern der Gesteinskunde bis heute vernachlässigt werden. Kürzer gehalten ist der Abschnitt über die kristallinen Schiefer, in dem aber wieder die Ausführungen über ihre Entstehung hervorzuheben sind. Da „die Petrographie der kristallinen Schiefer noch im starken Fluß ist“, drückt sich der Verfasser hier vorsichtig abwägend

aus. Eine solche zurückhaltende Stellungnahme ist aber gerade auf einem Gebiete, wo hypothetische Ansichten gern mit großer Überzeugung vorgetragen werden, sehr angebracht.

So ist denn das treffliche Buch nicht nur denen, für die es dem Titel nach als Einführung in die Gesteinskunde bestimmt ist, aufs wärmste zu empfehlen, sondern wir sind überzeugt, daß auch der mit diesem Gebiete schon näher Bekannte aus dem Buche mancherlei wertvolle Anregungen mit fortnehmen wird.

J. Uhlig, Bonn.

Das Pflanzenreich. *Regni vegetabilis conspectus.*

Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie d. Wissenschaften herausgegeben von A. Engler. Heft 61. *Umbelliferae-Saniculoidae*. Leipzig u. Berlin, Wilhelm Engelmann, 1913. 305 S., mit 198 Einzelbildern und 42 Figuren und einer Doppeltafel von Hermann Wolff. Preis M. 15.80.

Die Angehörigen dieser Unterfamilie der Doldengewächse weichen von ihren Verwandten durch charakteristische Merkmale des Habitus ab, die die Pflanzen sogleich als Saniculoideen erkennen lassen, aber auch die einzelnen Gattungen zu unterscheiden gestatten. Insbesondere kommt dabei die Gestalt der Blattorgane in Betracht. In Südamerika gibt es *Eryngium*-Arten mit stiellosen Blättern, die ganz auffallend denen von Bromeliaceen und Pandanaceen gleichen, und andere, die an Cyperaceen oder Steppengräser erinnern. Manche altweltliche Arten dieser großen Gattung ähneln gewissen Kompositen. Gewisse Gattungen sind durch den Besitz handförmig geteilter Blätter ausgezeichnet usw. Zu der Eigentümlichkeit der Blattformen gesellt sich bei *Eryngium* und einer andern Gattung die Anhäufung der Blüten zu Köpfchen wie bei Kompositen und Dipsaceen. Bemerkenswert ist, daß sich die Ähnlichkeit gewisser *Eryngien* mit Monokotylen nicht nur auf die morphologischen, sondern auch auf die anatomischen Verhältnisse der Blätter erstreckt. Morphologisches und systematisches Interesse bieten u. a. die Hüllblätter (Brakteen) der Blütenstände und die vielfach mit Schuppen, Stacheln oder Warzen versehenen Früchte. Bei *Sanicula* sichern solche Haken- oder Kletteneinrichtungen die Verbreitung der Früchte durch vorbeistreichende Tiere. Einige xerophytische *Eryngien* werden nach der Fruchtreife vom Winde abgebrochen und als Steppenläufer über weite Strecken Landes getrieben, wobei sie ihre Früchte ausstreuen. *Sanicula* und *Eryngium* sind über beide Hemisphären weit verbreitet, während die andern 7 Gattungen nur verhältnismäßig kleine Areale in der Alten Welt bewohnen oder dort als Endemismen ausschließlich in eng umschriebenen Gebieten vorkommen. So findet sich die nur in einer Art vertretene *Petagnia* bloß in einigen Wäldern Nordwest-Siziliens. Die ebenfalls monotypische Gattung *Hacquetia* hat auch nur eine geringe geographische Verbreitung in Österreich und Ungarn. Die einzige Art der Gattung *Lagoecia* wird im größten Teile des Mittelmeergebietes angetroffen. *Actinolema* (2 Arten) bewohnt das östliche Mediterrangebiet von Palästina bis Persien. Die drei *Aretopus*-Arten sind Endemismen der Kapflora. *Astrantia* (9 Arten) ist in Mitteleuropa weit verbreitet und dehnt ihr Gebiet bis nach Kleinasien aus. *Alepidea* mit 27 Arten ist ganz auf Afrika, zumeist Südafrika, beschränkt. *Sanicula*, von der 39 Arten beschrieben werden, hat von allen Gattungen die weiteste Verbreitung in der Alten wie in der Neuen Welt. Keine Art kommt in beiden

Hemisphären zugleich vor, und von den Sektionen ist nur eine beiden gemeinsam. Bei *Eryngium* erstreckt sich diese pflanzengeographische Sonderung auch auf die Sektionen, deren Verf. 34 unterscheidet. Die Verbreitung dieser großen Gattung wird eingehend erörtert; es sind 196 Arten beschrieben, wozu noch eine beträchtliche Zahl Formen von unsicherer Stellung kommt. Die Doppeltafel zeigt ein interessantes Vegetationsbild von *Eryngium* aus Mexiko. Auch die Textfiguren bieten neben den morphologischen Details charakteristische Habitusbilder, wie z. B. das von *Arctopus echinatus*. Leider ist keine *Astrantia*-Art abgebildet (außer einer Keimpflanze von *A. major*).

F. Moewes, Berlin.

Ornithologische Mitteilungen.

Die **Struktur der Vogelfeder** ist in letzter Zeit durch *Bonhote*, *Pykraft*, *Strong* und andere zum Gegenstand sorgfältiger Untersuchungen gemacht worden. Den Arbeiten der Genannten ist vor kurzem durch *Asa C. Chandler* in den „*Zoologischen Veröffentlichungen der California-Universität* (Bd. 11, 21. März 1914) eine weitere angefügt worden. Sie nimmt ein besonderes Interesse deswegen in Anspruch, als sie die Veränderungen und Anpassungserscheinungen der einzelnen Federn in der Ausübung ihrer Funktionen an einer Art klarzulegen sucht. Der Verf. wählte für seine Untersuchungen eine im nördlichen Amerika häufige Weihenart, den *Circus hudsonius* Linn.

Nach mikroskopischem Studium der Entwicklung der innerhalb der verschiedenen Regionen des Vogelkörpers stark wechselnden Federformen kommt *Chandler* zu dem Ergebnis, daß die Federn, mögen sie in völliger Ausgestaltung noch so verschiedenartig gebildet erscheinen, auf einen einzigen Grundtypus zurückzuführen sind. Es ist klar, daß eine Feder, um den Zweck, dem sie am Körper zu dienen hat, völlig zu erfüllen, an der Brust und auf dem Rücken anders gebildet sein muß als eine im Flügel befindliche Primärschwinge oder Deckfeder, und diese wiederum anders als eine dem Steuer dienende Schwanzfeder. Je nach den Funktionen, die ihnen bei den mannigfachen Lebensäußerungen der Vögel zufallen, hat der Grundtypus der Feder eine verschiedenartige Umgestaltung erfahren. Es gibt kaum einen anderen Mechanismus in der Natur, der nach *Chandlers* Ansicht so außerordentlich kompliziert gebaut und in allen seinen Teilen so eng den zu dienenden Bedürfnissen angepaßt ist, als die den Vogelkörper deckende Feder. Um ein Bild von dem komplizierten Bau einer vollkommen ausgebildeten Feder zu geben, hat der Verfasser eine Zählung der an einer einzigen Schwanzfeder befindlichen Wimperfederchen vorgenommen. Es hat sich dabei eine Zahl von rund 1 250 000 Einzelgebilden ergeben, die, wenn man sie nebeneinander legen würde, eine Länge von mehr denn 1000 Metern erreichen. Nimmt man die Zahl der in einer einzigen Wimper vorhandenen Zellen nur mit 20 an und zieht dabei die große Anzahl der den Vogel bedeckenden Federn in Betracht und erwägt dann ferner, daß alle diese Federn wenigstens einmal im Jahre bei der Mauser erneuert werden, so erhalten wir eine Vorstellung von der der Epidermis des Vogelkörpers innewohnenden erstaunlichen Bildungskraft.

Über das **Temperament der Kanarienvastarde** hat *Fritz Braun* in Grauden, der sich seit längerer Zeit

mit ornitho-psychologischen Studien beschäftigt, interessante Beobachtungen mitgeteilt. Zu seinen Versuchen benutzte er Hänfling-, Stieglitz-, Zeisig- und Grünling-Bastarde. So verschieden nun die Färbung dieser Bastarde war, so verschieden erwies sich auch deren Temperament. *Braun* fand, daß oft junge Vögel männlichen Geschlechts in ihrem Wesen einen durchaus weiblichen Eindruck hervorriefen, während sich weibliche Individuen auffallend keck und dreist im Benehmen zeigten, so daß die Geschlechtsbestimmung ausschließlich durch die verschiedenen Lautäußerungen festzustellen war. *Walter Schultz* hat in dem Archiv für Entwicklungsmechanik durch seine Untersuchungen nachgewiesen, daß die Geschlechtsorgane der Bastarde stark zurückgebildet sind. Nach den Beobachtungen von *Braun* wäre es aber falsch, daraus zu schließen, daß bei allen Bastarden auch jene Lebensäußerungen, die mit der Fortpflanzung in Verbindung stehen, wie z. B. Gesang, Brunst u. a., gleichfalls schwächer als bei normalen Tieren erscheinen. Gerade das Gegenteil ist nach *Braun* der Fall. „Beinahe scheint es, als ob die Kraft, die bei reinen Arten zur normalen Erledigung des Fortpflanzungsgeschäftes verbraucht wird, bei den Blindlingen durch Brunstgesänge und Brunstkämpfe in anders geartete Bewegung umgesetzt wird.“ Während man mehrere Stieglitze, Hänflinge und Zeisige in der Brunstzeit ohne Schaden in einem Flugkäfig zusammenhalten kann, wäre dies nach *Brauns* Beobachtungen mit Bastarden genannter Arten durchaus unmöglich. Sie würden sich unfehlbar gegenseitig zuschanden beißen. Dasselbe gilt auch von dem Gesang der Blindlinge. In der geschlechtlich neutralen Zeit klingt deren Lied, wenn auch etwas rau, doch voll und angenehm. In der Fortpflanzungszeit dagegen macht der Gesang den Eindruck des Wilden und Ungezügelten. *Braun* nennt ihn direkt widerwärtig und unangenehm. Sicherlich wird bei dieser brünstigen Raserei eine Menge von Kraft verbraucht. Doch scheint dies Treiben den Bastarden gut zu bekommen, denn nach den Erfahrungen vieler Ornithologen, die sich mit ähnlichen Beobachtungen beschäftigt haben, sind sie, wie *Braun* mitteilt, viel langlebiger als Vögel reiner Arten.

Die **Krähen, die bekanntlich Omnivoren sind**, füllen besonders im Winter, wenn der Schnee den Boden bedeckt und der Tisch in der freien Natur karg besetzt ist, den Magen mit allen möglichen unverdaulichen Gegenständen, die dann in den Gewöllen wieder ausgestoßen werden. In neuerer Zeit hat man wiederholt Reste von Gummisachen in den Gewöllen gefunden. Oberpfarrer Dr. *Lindner* in Quedlinburg bezeichnet die Krähen direkt als „Gummifresser“. In einer Anzahl von Krähengewöllen, die er nach halbstündigem Suchen an den Schlafplätzen der Vögel unter hohen Pappeln aufas, wurden von ihm neben anderen Gegenständen vorgefunden: 6 Stück Dichtungsringe von Weckapparaten, 3 fadenförmige Schnürbändchen, 4 defekte Sauger von Säuglingsmilchflaschen und 50 Bierflaschenverschlußscheiben. Eins der Gewölle bestand ausschließlich aus Gummistreifen. Wahrscheinlich werden alle diese weichen, roten Gegenstände von den Krähen für Fleisch gehalten und in dieser Annahme von ihnen gefressen.

H. Schalow, Berlin.

Geographische Mitteilungen.

Die seit dem Jahre 1911 zur wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Erforschung der Adria jährlich aus-

geführten Terminfahrten haben nach den Mitteilungen von Prof. Schiller in Wien (Woche 1914, Nr. 29) zu sehr bemerkenswerten Resultaten geführt, von denen die biologischen nicht nur wissenschaftlichen, sondern auch praktischen Wert für die Fischerei besitzen. Durch die mittels sinnreich konstruierter Netze ausgeführte Planktonfischerei konnte festgestellt werden, daß die nördliche Adria und das Wasser längs der italienischen Küste besonders reich an pflanzlichen und tierischen Organismen (Plankton) ist. Hier liegen nicht bloß ausgezeichnete Fischgründe, die bisher nur ungenügend ausgebeutet wurden, sondern auch die Laichplätze einiger wertvoller Nutzfische. Dagegen sind die Dalmatinischen Gewässer sowie die ganze südliche Adria arm an Plankton und deshalb von geringer Bedeutung für die Volkswirtschaft. Diese scharfe Abgrenzung von an Plankton reichem und armem Wasser steht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Menge des durch die Flüsse dem Meere zugeführten Süßwassers. Die im Flußwasser dem Meere in großer Menge zugeführten Nährsalze ermöglichen eine üppige Entwicklung der Planktonflora, durch welche sich wieder ein mannigfaltiges Tierleben zu entfalten vermag. Die Fruchtbarkeit der einzelnen Meeresteile hängt also eng mit der Menge des ihnen zugeführten Süßwassers zusammen. Das Maximum des schwebenden pflanzlichen Planktons fand sich im Sommer in 0—10 m Tiefe, während es in der kühleren Jahreszeit bei 25 m Tiefe und darunter lag. Die Gesamtmenge der Organismen schwankt bedeutend mit den einzelnen Jahreszeiten. In den Küstengegenden erwies sich das Wasser im Frühjahr als am reichsten bevölkert; so wurde in 0,5 m Tiefe in der nördlichen Adria durchschnittlich die gewaltige Menge von 176,000 Organismen pro Liter Wasser nachgewiesen, während in 40 m Tiefe nur noch 33 000 vorhanden waren. Im planktonarmen Süden konnten an der Oberfläche zur gleichen Zeit nur 43 000 und in 50 m Tiefe gar nur 14 600 Organismen festgestellt werden. In Buchten mit starkem Süßwasserzufluß steigt der Planktongehalt außerordentlich; so stieg in der Bocche di Cattaro die Organismenzahl pro Liter auf über 1 270 000 im Frühjahr und sank im Winter nur auf über 600 000 Organismen. Wenn auch das Wasser der Adria nicht so reich bevölkert ist wie etwa das der Nord- und Ostsee, wo bei Kiel durchschnittlich 700 000 Pflanzen und 85 000 Tiere im Liter Meerwasser gezählt wurden, so hat doch die Adriaforschung den Nachweis erbracht, daß die Adria in bezug auf die Zahl der Individuen, der Gattungen und Arten viel reicher ist als bisher angenommen worden war. Ihre Befischung kann deshalb ohne Gefahr viel intensiver als bisher betrieben werden.

Die **chilenische Längsbahn** (Ferrocarriil Longitudinal) ist gegen Ende 1913 durch Verbindung der Nord- und Südsektion vollendet worden und in Betrieb genommen worden. Die Gesamtlänge der ganzen Strecke beträgt 1907 km; die einzelnen Teilstrecken sind teils im Staatsbesitz, teils im Besitz von Privatgesellschaften und haben zum größten Teil eine Spurweite von 1 m; nur die Anfangsstrecke Zapiga—Pintados hat eine Spurweite von 1,435 m, und die im Staatsbesitz befindliche Strecke Serena—Ovalle soll noch in Meterspur umgebaut werden. In Calera schließt sich die Längsbahn an das Zentralnetz der Staatsbahn, das im Süden bis nach Puerto Montt reicht. Der Verkehr auf der Längsbahn ist vorläufig noch gering. Es wird beabsichtigt, später die Bahn bis Arica, der nördlichsten Hafenstadt Chiles, um 250 km zu verlängern.

Der **französischen Binnenschifffahrt** standen nach einem Berichte des Pariser Ministeriums der öffentlichen Arbeiten im Jahre 1912 6036 km erstklassige Hauptwasserwege von mindestens 2 m Tiefe und 38.5,2 m Schleusenabmessung zur Verfügung; auf ihnen wurden etwa 85 % aller auf dem Wasserwege bewegten Güter befördert; der Verkehr auf ihnen ist etwa dreißigmal intensiver als auf den zweitklassigen Wasserwegen, die meist nur dem lokalen Verkehre dienen. Das Gesamtgewicht der auf den inneren Wasserwegen beförderten Güter stieg von 38 Mill. Tonnen i. J. 1911 auf 40,8 Mill. in 1912, was eine Zunahme von 7,1 % bedeutet, die sich in fast gleicher Weise auf den Fluß- und den Kanaltransport verteilte. Die Zahl der Tonnenkilometer stieg von 5,767 Mill. 1911 auf 5,850 Mill. 1912, was einen Zuwachs von 1,4 % darstellt. Im Jahre 1905 waren es rund 5 Milliarden, im Jahre 1896 etwa 4 Milliarden, im Jahre 1887 rund 3 Milliarden, so daß alle neun Jahre eine Zunahme von rund einer Milliarde Tonnenkilometer zu verzeichnen war. Frankreich besitzt 681 Binnenhäfen, von denen 284 Fluß- und 397 Kanalhäfen sind; von ihnen weisen 494 einen Verkehr von unter 50 000 Tonnen, 105 einen solchen von 50—100 000 Tonnen, 62 einen Verkehr von 100—200 000 Tonnen, 24 von 200—300 000 Tonnen, 9 von 300 bis 400 000 Tonnen, ebenso viele von 400—500 000 Tonnen, 13 von 500—1 000 000 Tonnen und 5 einen Verkehr über eine Million Tonnen auf. Weitaus an erster Stelle steht der *Hafen von Paris* mit einem Verkehr von über 11 Millionen Tonnen; aber von größter Bedeutung für diesen Hafen ist, daß er mit den Hauptlinien der gesamten französischen Binnenschifffahrt in Verbindung steht, daß er mittels der Linien von Mons und Charleroi Anschluß an die belgische Binnenschifffahrt und mittels der Ost- und Ardennenlinie Anschluß an den Rhein hat. Nach Paris kommen Rouen, Vigneux, Villeneuve-le-Roi, Dünkirchen und Vendin-le-Vieil, mit über 1 Mill. Tonnen, dann Harnes, Bruay, Bordeaux, Nanterre, Lyon, Denain, Violaines, Dombasle, Monceau-les-Mines, Beuvry, Marles, Eleu-Liévin und Draveil. Von diesen 18 Häfen liegen fünf an der Seine, 1 an der Garonne, 1 am Canal du Centre, 1 am Marne-Rheinkanal und die übrigen, Lyon ausgenommen, alle im Norden Frankreichs. Die beförderten Güter sind zu 39 % Baumaterialien, 31 % Kohlen, 11,5 % landwirtschaftliche Produkte und Lebensmittel, 4,2 % Hölzer, 4,1 % metallurgische Produkte, Düngemittel 3,8 % usw. Von den nach Frankreich importierten Kohlen, die auf Wasserwegen befördert wurden, stammten 1 626 441 Tonnen aus Belgien und 710 503 Tonnen aus Deutschland, gegenüber 494 361 Tonnen im Jahre 1911. Weitaus der größte Teil aller Güter wurde auf Schleppkähnen transportiert, die mit Dampf bewegten Kähne spielen noch eine sehr bescheidene Rolle, sie transportierten nur 2,2 % aller Frachten. Ein Maßstab für die Bedeutung der Binnenschifffahrt Frankreichs ergibt sich aus einer Gegenüberstellung der Tonnenkilometerzahl der Wasserwege und der Eisenbahn: 5767 Millionen Tonnenkilometer der Wasserwege gegen 23 630 Millionen der Eisenbahn.

Dieses wenig günstige Verhältnis wird noch auf lange Zeit hinaus das gleiche bleiben; denn die Pläne des Staates für den weiteren Ausbau des Wasserstraßennetzes werden von den großen Eisenbahngesellschaften, in deren Besitz sich fast das ganze französische Eisenbahnnetz befindet, mit Hilfe der in ihrem Solde stehenden Presse und des Parlaments schärfstens und erfolgreich bekämpft. (*Weltverkehr u. Weltwirtschaft* 1914.) A. Fitzau, Leipzig.

Physikalische, chemische und technische Mitteilungen.

Es ist für die Beurteilung der Art der von einer Antikathode ausgehenden Röntgenstrahlen von großem Interesse, zu untersuchen, ob die Intensität nach allen Richtungen die gleiche ist oder ob die Strahlung bei bestimmten Winkeln zwischen dem einfallenden Kathodenstrahl und dem austretenden Röntgenstrahl ein Maximum oder ein Minimum besitzt. Die ersten diesbezüglichen Versuche von *Röntgen* und *Walter* hatten gezeigt, daß die Verteilung eine gleichmäßige sei. Die Theorie von *Sommerfeld* verlangt aber Maxima und Minima, die denn auch zuerst von *Herweg* und *Stark* nachgewiesen wurden. Da aber bei diesen Arbeiten die Versuchsbedingungen solche waren, daß die Röntgenstrahlen zum Teil die nicht überall gleich dicke Glaswand der Röhre oder verschieden große Strecken durch die Antikathode selbst zurückzulegen hatten, so stellte sich *W. W. Loebe* in einer jetzt vorliegenden Arbeit über die Intensitätsverteilung von Röntgenstrahlen, die von einer Graphitantikathode ausgehen (Greifswalder Dissertation und Annalen der Physik 44, S. 1033, 1914) die Aufgabe, die Erscheinungen so zu untersuchen, daß diese beiden Fehlerquellen möglichst ausgeschaltet waren. Dazu benutzte er eine von ihm selbst zusammengebaute Röntgenröhre von einer Form, die ganz wesentlich von der in der Technik üblichen abwich. Die Antikathode bestand aus Kohle, und zwar wurde sie als Halbzylinder gebildet und mit ihrer geraden Fläche direkt in die Wandung der Röntgenröhre eingesetzt. Darüber befand sich die hohlspiegelförmige Kathode, die so angebracht war, daß der Brennpunkt der von ihr ausgehenden Kathodenstrahlen genau mit der Mitte des Kohlenhalbzylinders zusammenfiel. Die von diesem Punkt ausgehenden Röntgenstrahlen hatten den Kohlezylinder zu durchsetzen und fanden infolge der besonderen Gestaltung der Antikathode beim Hindurchgang durch sie überall einen gleich großen Kohlenquerschnitt, so daß man annehmen konnte, daß sie in allen Richtungen durch ihn in gleicher Weise beeinflusst wurden. Um den Zylinder wurde der photographische Film herumgelegt, der eine gleichmäßige Schwärzung zeigen mußte, wenn die Strahlung nach allen Seiten die gleiche war und der in der Schwärzung Maximum und Minimum aufweisen mußte, wenn die Intensität der Strahlung eine Funktion des Austrittswinkels war. Der Verfasser zieht aus seinen Versuchen folgende Schlüsse: Die Intensität der Röntgenstrahlen ist eine Funktion des Winkels, den die Richtung der Kathodenstrahlen mit der Richtung der Röntgenstrahlen bildet. Das Maximum der Intensität verschiebt sich mit zunehmender Härte der Röntgenröhre nach abnehmendem Winkel, und zwar in Übereinstimmung mit den von *A. Sommerfeld* ausgeführten Berechnungen. Es verschiebt sich nach größerem Winkel, wenn die Röntgenstrahlen eine Metallschicht durchdringen müssen, nach kleinerem Winkel beim Durchdringen von Glas. Bei einem Winkel von Null Grad hat die Intensität der Röntgenstrahlen ein deutliches Minimum.

P. Lg.

In einer Veröffentlichung von *Manne Siegbahn* (Phys. Zeitschrift XV, S. 753, 1914: Über den Zusammenhang zwischen Absorption und Wellenlänge der Röntgenstrahlen) wird zum ersten Male eine mathematische Beziehung für den Zusammenhang zwischen

Härte und Wellenlänge der Röntgenstrahlen gegeben. Der Verfasser entnimmt für seine Rechnungen die Wellenlängen aus Versuchen, die von *Moseley* und *Darwin* gemacht sind. Ebenso sind auch bereits die

Absorptionen $\frac{\mu}{\sigma}$ der betreffenden Strahlung bekannt.

Es läßt sich nun in einer graphischen Darstellung zeigen, daß die Wellenlänge λ und der Logarithmus des Absorptionswertes $\frac{\mu}{\sigma}$ für Aluminium in einem linearen Verhältnis stehen, so daß man zwischen beiden die mathematische Beziehung aufstellen kann:

$$\log \left(\frac{\mu}{\sigma} \right)_{Al} = B + x \log \lambda$$

die sich auch, wenn man $B = \log A$ setzt, in der Form schreiben läßt:

$$\left(\frac{\mu}{\sigma} \right)_{Al} = A \cdot \lambda^x$$

A und x sind in dieser Formel Konstanten, deren Werte sich bestimmen lassen. Diese Formel bietet zum ersten Male die Möglichkeit, die beiden wichtigen Begriffe der Wellenlänge und der Härte miteinander in Beziehung zu setzen. Daß Wellenlänge und Härte nicht direkt identisch sind, war bei der großen Kompliziertheit der ganzen Erscheinungen vorauszusehen. Doch bietet die Formel für künftige Forschungen ein wichtiges Hilfsmittel. So ist es bereits dem Verfasser gelungen, einige früher experimentell gefundene Beziehungen rein durch Rechnung zu erweisen, so z. B., daß das Verhältnis der Absorptionskoeffizienten für eine gewisse homogene Strahlung in zwei verschiedenen Elementen eine Konstante, d. h. unabhängig von der Wellenlänge ist, und daß die Absorbierbarkeit der charakteristischen Strahlungen in einem Gase umgekehrt proportional der fünften Potenz des Atomgewichtes ist. Es ergibt sich ferner, daß die gleiche Formel nicht nur für die Absorption in Aluminium, sondern auch für andere Metalle und auch für Gase gilt, und zwar mit ein und demselben Wert von x .

P. Lg.

Über zwei in mechanischer Beziehung merkwürdige verschiedene Stahlsorten von ähnlicher chemischer Zusammensetzung hat *R. Hadfield* berichtet. Ihre Zusammensetzung ist:

C	Si	S	P	Mn	Cr	W
0,74	0,10	0,04	0,03	0,28	2,84	18,00
0,35	0,10	0,03	0,03	0,33	2,82	18,95

Die erste dieser Stahlsorten besitzt sehr wertvolle Eigenschaften für Schneidewerkzeuge, während die zweite für Werkzeuge völlig unbrauchbar ist, trotz ihres Gehaltes an 3 % Cr und 19 % W, weil sie keine Härtkohle enthält und die darin vorhandenen 0,35 % C fast ganz als Karbid gebunden sind. In geschmiedetem Zustande gab diese Stahlsorte nach der Brinellprobe eine Härte von 202; nach Erhitzen auf 885° und darauffolgender Abkühlung betrug ihre Härte nur 184 und nach Abkühlung von 1140 bis 1160° nur 181, so daß also keine Härtevermehrung eintrat. Beim Ablöschen von Weißglut in kaltem Wasser bleibt dieser Stahl völlig weich und doch enthält er 0,35 % C außer den 22 % W und Cr. Obgleich der Gehalt an C ziemlich hoch ist, bleibt er doch bei der Gegenwart der anderen Elemente ungenügend, um dem Stahl Härte zu geben. (Engineering 97, 847, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 41.

9. Oktober 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Neueres über die Ausbreitung des Schalles in der freien Atmosphäre. Von *Dr. Wilhelm Schmidt*, Wien. S. 925.

Methylalkohols. Von *Privatdozent Dr. G. Trier*, Zürich. S. 927.

Besprechungen. S. 932.

Die biologische Stellung des Äthyl- und des

Kleine Mitteilungen. S. 935.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Arbeiterkost

nach Untersuchungen über die Ernährung Basler Arbeiter bei freigewählter Kost

Von

Dr. Alfred Gigon

Privatdozent für innere Medizin an der Universität Basel

Preis M. 1,80

(Heft 3 der Neuen Folge der „Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene“, herausgegeben vom Institut für Gewerbehygiene, Frankfurt a. M.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	6	13	24	52 maliger Wiederholung
	10	20	30	40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Betriebsbuchführung einer Werkzeugmaschinen-Fabrik

Probleme und Lösungen

Von

Dr.-Ing. Manfred Seng

Mit 3 Figuren und 41 Formularen — In Leinwand gebunden Preis M. 5,—

Soeben erschien:

Die wirtschaftlich günstigste Spannung für Fernübertragungen mittelst Freileitungen mit besonderer Berücksichtigung der Glimmverluste

von

Dr. Helmuth Eimer

Diplom-Ingenieur

Mit 47 Textfiguren — Preis M. 3,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

9. Oktober 1914.

Heft 41.

Neueres über die Ausbreitung des Schalles in der freien Atmosphäre.

Von Dr. Wilhelm Schmidt, Wien.

Unter den Gebieten der Physik der freien Atmosphäre blieb jenes fast unbearbeitet, das man am ehesten mit dem Namen einer meteorologischen Akustik belegen könnte. Der Grund dafür ist wohl weniger in der Seltenheit entsprechender Erscheinungen — gehört ja z. B. auch der Donner hierher —, sondern in ihrer Kompliziertheit zu sehen. Erst die letzten Jahre brachten da eine Reihe ausführlicherer Arbeiten über die Art der Ausbreitung des Schalles auf weit ausgedehnten Gebieten.

Bei der raschen Abnahme der Schallintensität mit zunehmender Entfernung von der Quelle versprachen vorerst nur die stärksten Auslösungen, die Explosionen, genügend ausführliches Material. Von den zuerst bearbeiteten Fällen seien die Dynamitexplosionen an der Jungfraubahn (A. de Quervain, 1908), zu Förde in Westfalen, die Roburitaufflammung zu Witten-Annen (beide G. v. d. Borne), die Pulverexplosion am Laibacher Felde (A. Belar) genannt. Mehr oder weniger deutlich schien sich das Gebiet nach der Hörbarkeit in verschiedene Zonen zu teilen, eine innere, um die Quelle gelegene, wo von allen Orten positive Meldungen einliefen, daran nach außen anschließend die sogenannte „Zone des Schweigens“, in welcher gar keine Schallerscheinungen wahrgenommen wurden, weiter außen endlich eine Zone abnormer Hörbarkeit, an deren Innenrand sich die Meldungen wieder häuften, während ihre Zahl nach außen mehr allmählich abklang.

Diese Verteilung wurde von A. Wegener als Beweis für das tatsächliche Bestehen der insbesondere von J. Hann betonten verschiedenen Zusammensetzung der Luftschichten in Abhängigkeit von der Höhe angeführt. Die Rechnung ergibt bis in Höhen von 60 km hinauf keine wesentlich andere Zusammensetzung als am Erdboden; nur tritt der Sauerstoff mehr gegen den Stickstoff zurück. Schon bei 80 km kämen aber diesen beiden schwereren Gasen nur mehr 22 Volumenprozent zu, das vorherrschende Gas ist nun der am Erdboden ganz zurücktretende Wasserstoff.

Die Verschiedenheiten der Zusammensetzung bedingen aber notwendigerweise auch solche der einzelnen physikalischen Eigenschaften, in unserem Falle der Schallgeschwindigkeit. Damit folgt aber, daß die Schallstrahlen beim Übergange von der einen Schicht, der „Stickstoffosphäre“, in die andere, die „Wasserstoffosphäre“, gebrochen werden ganz analog den Gesetzen, welche in der Optik

für den Übertritt eines Lichtstrahls aus einem optisch dichteren Mittel in ein dünneres bekannt sind. Sowie nun hier Strahlen, die winkelrecht auf die Trennungsfläche auftreffen, sie i. a. mit nur geringem Energieverlust durchsetzen, mit einem desto größeren aber, je mehr der Einfallswinkel zunimmt, bis schließlich von einem bestimmten Grenzwert ab plötzlich gar nichts mehr übertreten kann, sondern alles in das erste Mittel zurückreflektiert wird, so könnte man auch für diejenigen Schallstrahlen, welche vom Explosionsherde an der Erdoberfläche in fast senkrechter Richtung ausgehen, nur geringe Reflexion an jener Trennungsfläche erwarten, von einer bestimmten Neigung ab jedoch „totale“. Durch die so wieder zur Erdoberfläche zurückgeworfenen Schallstrahlen käme das Gebiet abnormer Hörbarkeit zustande, welches mit einem inneren scharfen Rand die Zone des Schweigens, wo eben der direkt fortgepflanzte Schall nicht mehr intensiv genug ist, um vernommen zu werden, umschließt. Eine entsprechende optische Erscheinung, die Hofbildung, wird allen bekannt sein, welche z. B. Nachtaufnahmen mit feinen Lichtern auf nicht lighthoffreien Platten machten.

So wichtig nun die früher angeführte Theorie der Schallverteilung für unsere Kenntnis von den höheren Atmosphärenschichten wäre und noch mehr werden könnte, so lassen sich doch neben scheinbaren Bestätigungen — z. B. der ziemlich guten Übereinstimmung der gefundenen Abstände der Zonengrenzen mit den errechneten Werten — auch verschiedene gewichtige Einwürfe erheben; außer der Unwahrscheinlichkeit einer so scharf abgegrenzten abnormen Hörbarkeitszone, wo doch der Übergang von der Stickstoff- zur Wasserstoffosphäre nur sehr allmählich erfolgen kann, ferner den nicht gut zu erklärenden Intensitätsverhältnissen, sprechen eine Reihe neuerer Befunde deutlich dagegen.

Der notwendige intensive Schall braucht dabei nicht in der Explosion eines Sprengstoffes zu bestehen — eine solche wurde in letzter Zeit von J. N. Dörr¹⁾ bearbeitet —, sondern findet sich in der Natur gelegentlich von Vulkanausbrüchen. So äußerte sich z. B. die neu erhöhte Tätigkeit des Vulkans Asama, 2480 Meter hoch, in der Mitte der Hauptinsel von Japan gelegen, durch eine Reihe heftiger Explosionen. Die vom Dezember 1909 bis Dezember 1911 vorgefallenen wurden auf Grund von Meldungen insbesondere von seismischen und meteorologischen Stationen verschie-

¹⁾ Über die Fernwirkung der Explosion auf dem Steinfelde bei Wiener Neustadt (1912, Juni 7). Wien. Sitz.-Ber., Mathem.-naturw. Klasse, 122, 1683, 1913.

dentlich, am ausführlichsten in der hier interessierenden Richtung durch *S. Fujiwhara*¹⁾ untersucht. Dabei ergibt sich deutlich, daß die verschiedensten Formen des Gebietes der Hörbarkeit vorkommen können. Meist tritt nur ein einziges auf, das jedoch fast nie die Schallquelle konzentrisch umgibt, sondern in der Regel stark gegen eine Seite hin verschoben und gestreckt erscheint, in manchen Fällen so stark, daß es sich der Gestalt eines Dreiecks nähert, dessen eine Spitze nur wenig über den Asama hinausgreift. Die Vermutung, daß sich darin die Windverhältnisse aussprechen, wird durch die Bahn der ausgestoßenen Rauchsäule, die sich über dem Land durch Aschenfall abzeichnete, bestätigt. Sie bildete in der Regel die Längsachse des Gebietes der Hörbarkeit.

Hatte hier die Luftversetzung ausschlaggebende Bedeutung, so waren ihr auch die besonderen Fälle (3 unter 16) zuzuschreiben, in denen sich die Hörbarkeit auf mindestens zwei getrennte Gebiete erstreckte: eines, welches die Schallquelle gerade noch enthielt, aber ganz exzentrisch meist gegen Osten verschoben war, und ein zweites, davon vollkommen getrenntes, gegen Westen gelegen und jenes erstere sichelförmig umfangend.

Diese Fälle wären nun für die eingangs erwähnte Theorie von Bedeutung. Noch viel augenfälliger aber als bei den japanischen Vulkanausbrüchen trat die besondere Gestaltung des Gebietes bei der Explosion des Pulvermagazins bei Wiener Neustadt hervor. Die außerordentlich große Menge des Explosivstoffes (es werden 50 000 bis 200 000 kg angegeben) ließ die Schallerscheinungen weithin gehört werden, was in Verbindung mit der meist etwas dichteren Besiedelung des Gebietes nahezu 800 positive Meldungen zustandekommen ließ.

Die sorgfältige Sammlung und Sichtung des unter Beihilfe der entsprechenden meteorologischen Zentralstellen zustandegebrachten Materials durch *J. N. Dörr* lieferte die Trennung des Hörbarkeitsbereiches in besonders schöner Weise: die Schallquelle liegt sehr stark exzentrisch zur beiläufig kreisförmig angeordneten Innengruppe, so sehr, daß nur wenig Meldungen davon nach Westen über sie hinausgreifen, während sich solche gegen Osten bis zu 100 km noch häufiger finden, vereinzelte bis zu 230 km. Der innere Rand der Außengruppe, die sich bloß über die Sektoren von Südsüdwest über West nach Nordnordwest erstreckt, kann bei 180 km angenommen werden, die entferntesten Meldungen erreichen da beinahe 300 km.

Die einseitige Lage des Innengebietes, die einseitige Ausbildung des Außengebietes zeigen hier aber deutlich, daß man auf keinen Fall eine allseitig in gleicher Weise wirkende Ursache, wie es die Reflexion an der Wasserstoffsphäre wäre, für die Schallverteilung annehmen darf. Im selben

Sinn würde übrigens auch die Verschiedenheit der Abmessungen der einzelnen ähnlichen Fälle sprechen, denn dies wäre mit der stets beiläufig gleich anzunehmenden Höhe der Wasserstoffsphäre nicht vereinbar. Es wäre so bei den Explosionen von Witten-Annen, Eigerwand und Wiener Neustadt der Innenrand der Außengruppe folgerweise bei etwa 110, 130, 180 km anzusetzen, während die größte Zahl der Meldungen aus diesem Gebiet aus etwas über 140, 160 bzw. 220 km einlief.

Damit verliert also die eingangs erwähnte Hypothese einen Stützpunkt. Die Tatsachen sprechen für eine stark wechselnde Ursache, und eine solche liegt in den Windverhältnissen. Nimmt der Wind mit der Höhe zu — der an der Erdoberfläche gewöhnlich erfüllte Fall —, so werden die Schallstrahlen hinter der Quelle, in Lee von dieser, nach abwärts gebogen, in Luv nach aufwärts; dort folgt eine erhöhte, hier eine bedeutend erniedrigte Hörbarkeit. Das letztere muß zuweilen zu vollständiger Ausschaltung führen, wofür neben der erwähnten allgemeinen Verteilung die eine Beobachtung ein außerordentlich schönes Beispiel liefert, daß vom Wiener Schneeberg aus, 31 km nach Westsüdwest, die Explosion zwar gesehen, aber trotz der ziemlichen Nähe nicht gehört wurde¹⁾.

Leider vereitelten die Witterungsverhältnisse zur Zeit der Explosion eine Erforschung der Luftströmung in der Höhe durch Pilotballone; dafür meldeten aber bei sehr geringer Luftströmung am Boden die Höhenstationen der Alpen in etwa 3000 m Weststurm. Die bis dahin zunehmende Windgeschwindigkeit würde das Ablenken der Schallstrahlen nach Osten, also das Entstehen der exzentrischen Innengruppe, erklären. Es wird aber auch in noch größerer Höhe die Intensität der Westströmung wieder abnehmen; einzelne von der Quelle gegen Westen hin ausgehende Schallstrahlen, die in der untersten Schicht nach aufwärts abgelenkt waren, mochten dann wieder zu Boden gekehrt werden und diesen zwar in verschiedenen Entfernungen treffen, sich aber doch vornehmlich in einer bestimmten Gegend vereinigen. Dort läge dann die Mitte der Außengruppe.

Eine mathematische Theorie dieser verschiedenen Schallwege ist zwar möglich, z. T. auch schon, zuletzt eben durch *Fujiwhara*, versucht, doch kann sie den Tatsachen kaum folgen. Die Verhältnisse sind mindestens ebenso verwickelt wie in dem analogen Fall aus der Optik, der Luftspiegelung. Allerdings hat man da ein Eingehen auf Intensitäten, das wieder für den Schall wich-

¹⁾ Hier kann man bestimmt nicht den Einwand erheben, die Explosion sei so heftig gewesen, daß das starke Eindringen des Trommelfelles das Spiel der Gehörknöchelchen und damit das Zustandekommen einer Schallempfindung beeinträchtigte. Dies war nur in nächster Nähe der Quelle nachgewiesen, wo von 130 untersuchten Personen 25, die sich in einem Umkreis von 10 bis 1500 m befanden, keinen Knall oder Krachen gehört haben.

¹⁾ Bull. Centr. Met. Obs., Japan, 2, Nr. 1, 1912.

tiger wäre, nicht nötig, konstruiert vielmehr bloß die einzelnen Bilder, die sich aus der Verschiedenheit der Wege ergeben. Beim Schall erklärt sich aber aus der letzteren, daß man, wie in einer großen Zahl von Meldungen bestätigt, am Beobachtungsort u. U. statt eines einzelnen Schlages, wie er der Explosion entsprechen würde, zwei oder mehrere, durch verhältnismäßig große zeitliche Zwischenräume (verbürgt bis zu 12 Sekunden) vernimmt; ferner tritt zuweilen an Stelle des scharfen Schlages länger dauerndes Rollen. Derartige mehrfache Schallwahrnehmungen werden mit zunehmender Entfernung häufiger, mit zunehmender Seehöhe des Beobachtungsortes; also Verminderung der in den untersten Schichten gewöhnlichsten Störungen, seltener. Für eine gelegentlich starke Wirkung lokaler Einflüsse spricht übrigens, daß die versprengten Beobachtungen, die nicht den geschlossenen Gebieten angehören, aus Tallagen oder solchen an rasch abfallendem Gehänge (in *Lee* der Schallrichtung!) stammen.

Die großen Entfernungen, bis zu welchen der Schall noch gehört wurde, würden es aussichtsreich erscheinen lassen, einen genaueren Wert der Schallgeschwindigkeit in Luft aus den bekannten Ankunftszeiten des Schalles abzuleiten; das ist aber aus mehreren Gründen nicht einwandfrei möglich. Zunächst versagen die meist von einfachen Leuten gemachten Zeitangaben, welche öfter Orts- und Bahnzeit verwechselten, überdies aber die Fünferminuten stark bevorzugten. Dann ist ja auch die Länge des tatsächlich vom Schall zurückgelegten Weges nicht genau bekannt; sie wird die direkte Entfernung stets überschreiten. Endlich liefert eine Explosion durchaus nicht gleich von Anfang an eine gewöhnliche *Schallwelle* mit verhältnismäßig kleinen Bewegungen der Luftteilchen, sondern erzeugt ein plötzliches Vorwärtsschleudern der Massen um ansehnliche Beträge, eine *Explosionswelle*. Eine solche pflanzt sich aber bedeutend schneller fort als der Schall. Tatsächlich lieferten die aus Wien (etwa 40 km Entfernung im Mittel) eingelaufenen Beobachtungen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten, die bedeutend über der des Schalles liegen (eine Gruppe etwa 500 m/sec, eine andere etwa 1700 m/sec, eine Zweiteilung, die wohl in einer Teilung des Schalles begründet sein mochte), wenn man von den höchsten Werten (6000 m etwa) absieht, die vielleicht doch mit der Erderschütterung in Zusammenhang stehen. In großen Entfernungen wieder (Oberösterreich z. B., im Mittel etwa 230 km gegen Westen) liegen die gefundenen Geschwindigkeiten um etwa 9 % unter den theoretischen.

Aber auch hier hat man es nicht mit einer reinen Schallerscheinung zu tun, was sich u. a. daraus ergibt, daß der Luftstoß wahrscheinlich noch durch den Tastsinn wahrnehmbar gewesen war. Aus Abständen über 200 km stammen Nachrichten von Schwerhörigen, ja auch von einem Taubstummen, die aufmerksam wurden.

Könnte man demnach aus Beobachtungen an-

läßlich von Explosionen für die Meteorologie immerhin bedeutsame Schlüsse ziehen, so werden dafür eine Reihe physikalischer Versuche, die eine Bestimmung der Schallgeschwindigkeit in freier Luft beabsichtigten, als nicht einwandfrei hingestellt. Die Ergebnisse können aber andererseits von außerordentlicher praktischer Bedeutung werden dadurch, daß sie zeigen, wie sehr bei Schallerscheinungen die Luftbewegung mitspielt; durch sie kann unter Umständen der Entfernterstehende einen Schall vernehmen, der Näherstehende aber nicht. Dies mag für juristische Entscheidungen über Verlässlichkeit und Glaubwürdigkeit von Aussagen wichtig sein. Von noch offenerem Nutzen sind die Erkenntnisse für die Kriegführung. Kann doch darnach Kanonendonner unter — sogar ziemlich leicht angebbaren — Umständen schon in geringen Entfernungen unhörbar bleiben, dafür in anderen Richtungen weithin vernommen werden, alles Momente, die in früheren Kriegen oft genug zu Überraschungen und Täuschungen führten und die trotz des verfeinerten Nachrichtendienstes auch heute noch eine Rolle spielen dürften.

Die biologische Stellung des Äthyl- und des Methylalkohols.

Von Privatdozent Dr. G. Trier, Zürich.

Unter Alkoholen verstehen wir eine Gruppe von chemischen Verbindungen, die dem gewöhnlichen Alkohol oder Weingeist verwandt sind und sich gleich diesem in systematischer Weise vom Wasser $H-OH$ (durch Vertretung eines Wasserstoffatoms durch einen aliphatischen Rest) ableiten lassen. Wir denken hier in erster Linie an jene einfachsten, einwertigen Verbindungen, wie den Methylalkohol oder Holzgeist CH_3-OH , den Äthylalkohol oder Weingeist C_2H_5-OH , den Propylalkohol C_3H_7-OH , den Butylalkohol C_4H_9-OH usw.

Diese Alkohole, die einander in chemischer Beziehung so nahe stehen, differieren hinsichtlich ihres Auftretens in der Natur und hinsichtlich ihrer biologischen Bedeutung sehr voneinander.

Der Äthylalkohol, der zweite in der homologen Reihe der einwertigen Alkohole, dominiert, wie es den Anschein hat, über jene andern Alkohole, die dem Laien wenig bekannt sind, die auch in der industriellen Anwendung gegenüber dem Äthylalkohol zurücktreten und viel später als dieser entdeckt worden sind. Doch verdankt der Äthylalkohol diese dominierende Stellung nur dem Eingreifen des Menschen. Im Haushalte der Natur steht er an zweiter Stelle. Die erste Stelle gebührt in biologischer Hinsicht dem *Methylalkohol*, dem Anfangsglied unserer Reihe der einwertigen Alkohole.

Ehe wir indessen diese beiden Alkohole hinsichtlich ihres Auftretens in biochemischen Prozessen vergleichen, werfen wir zunächst einen

Blick auf jene höhermolekularen Alkohole, von denen eine ganze Anzahl in der Natur gefunden werden, das will sagen, auch bei Prozessen, die sich ohne Mithilfe des Menschen vollziehen oder doch vollziehen können. Eine ganze Anzahl jener höheren Alkohole begleiten den Äthylalkohol bei seiner Bildung aus zuckerhaltigen Flüssigkeiten unter dem Einfluß der Gärungsorganismen, der Hefen. Diese Begleiter werden gewöhnlich als Fusel oder Fuselöl bezeichnet; sie machen durchschnittlich nur 0,4 % des Rohspiritus aus und bestehen zum größten Teil aus 2 isomeren Alkoholen der C₅-Reihe, aus 2 isomeren Amylalkoholen. Erst als ihre Bildungsweise aufgeklärt war, gelang es, auch die Ausbeute an diesen Amylalkoholen, die bei der Rektifikation des Rohspiritus aus Kartoffel-, Getreide- und Melassebrennereien gewonnen werden, zu erhöhen.

Früher hatte man angenommen, daß die Alkohole des Fuselöls, ebenso wie die Hauptprodukte der Gärung, Äthylalkohol und Kohlensäure, durch den Abbau der Zuckersubstanz gebildet werden. Im Jahre 1905 zeigte dann *Felix Ehrlich*, daß das Fuselöl nicht dem abgebauten Zucker entstamme, sondern den Aminosäuren, welche beim Abbau des Eiweiß des Gärmaterials und der Hefe in Freiheit gesetzt werden. Die Arbeiten *Ehrlichs* über die „alkoholische Gärung der Aminosäuren“, wie er den Abbau der Aminosäuren im Gärungsprozesse bezeichnet, sind noch nicht abgeschlossen. *Ehrlich* konnte in den letzten Jahren neue Fuselölalkohole isolieren, wie das Tyrosol und das Tryptophol, welche beim Abbau der Aminosäuren Tyrosin, bzw. Tryptophan gebildet werden.

Seine Arbeiten stehen in einem nahen Zusammenhange mit allen jenen, die sich die Aufklärung der Bildung des gewöhnlichen Alkohols oder Weingeistes bei der alkoholischen Gärung zum Ziele gesetzt hatten.

Wie schon seit *Becher*, schon seit dem Jahre 1682 bekannt ist, findet die Bildung des Alkohols nur in süßen Flüssigkeiten statt, und es ist auch seit jener Zeit nicht angezweifelt worden, daß der Weingeist aus der Substanz des Zuckers während des Gärungsprozesses gebildet wird.

Wir sehen also, daß der Weingeist einem ganz anderen Material entstammt, als seine höhermolekularen Begleiter und es könnte somit als ein bloßer Zufall erscheinen, daß der Äthylalkohol und die Alkohole aus Aminosäuren beim gleichen Prozeß entstehen. Es ist dies jedoch kein Zufall, hat vielmehr seine Ursache darin, daß eben in dem gleichen Prozesse die gleichen Werkzeuge in Aktion treten, welche zur Bildung ähnlicher Verbindungen, den Alkoholen, hinführen, die Enzyme der Hefe.

Daß die alkoholische Gärung ein enzymatischer Prozeß ist, ist erst seit dem Jahre 1897 bekannt. In diesem Jahre hatte *Eduard Buchner* die so viel besprochene Entdeckung gemacht, daß

sich die alkoholische Gärung auch ohne Mitwirkung lebender Hefe durchführen lasse, daß die Bildung von Alkohol und Kohlensäure aus Zucker auch mit einem von lebenden Hefezellen freien Preßsaft der Zellen durchgeführt werden könne.

Die große Bedeutung dieser Entdeckung lag, wie wir heute sehen, hauptsächlich darin, daß seit jenem Jahre die Forschungen über die chemischen Vorgänge bei der alkoholischen Gärung, die längere Zeit geruht hatten, wieder in Fluß kamen.

Die Theorie des Gärungsprozesses ist früher sehr lebhaft diskutiert worden; insbesondere sind die entgegengesetzten Ansichten, *Pasteurs* und *Liebigs* sehr bekannt geworden. Aus diesem Streit war *Pasteur* mit seiner vitalistischen Ansicht der Gärung siegreich hervorgegangen.

Längere Zeit hindurch wagten es die Chemiker nicht, sich experimentell an der Aufklärung des Gärungsprozesses zu beteiligen, eines Prozesses, dem mit den Methoden der chemischen Forschung, wie es schien, nicht beizukommen war.

Erst die Entdeckung *Buchners* hatte hier den Bann gebrochen. Mit der Loslösung des Gärungsprozesses von dem Einfluß der lebenden Hefe war allerdings, wie man später einsah, nicht allzuviel erreicht. Es zeigte sich nämlich, daß man es im Hefepreßsaft nicht mit einem Enzym zu tun habe, welches den Zucker in Alkohol und Kohlensäure überführt, daß vielmehr der Preßsaft ein recht kompliziertes Gemenge wirksamer Enzyme einschließt.

Während man einige Zeit von dem Gärungsenzym oder der Zymase, wie es *Buchner* nannte, sprach, bezeichnet man jetzt die Erscheinungen, welche durch die Wirkungen und Gegenwirkungen der verschiedenartigen Enzyme ausgelöst werden, oft mit dem anschaulichen Ausdruck des „Spiels der Enzyme im Hefepreßsaft“. Es ist also noch ein recht kompliziertes System von Reaktionen, die sich im Prozesse auch der zellfreien Gärung abspielen und es ist insbesondere schwierig festzustellen, welche der verschiedenen Reaktionen auf den Abbau des Zuckers zu Alkohol und Kohlensäure sich direkt beziehen und welche nur indirekt.

Wir dürfen uns daher nicht wundern, wenn der Mechanismus der Alkoholbildung auch heute noch nicht in allen Einzelheiten aufgeklärt ist. Man hat indessen im Verlaufe der Studien über die Gärung Ergebnisse erhalten, die sich in der Zukunft von größter Bedeutung für die Erkenntnis allgemein biologischer Prozesse erweisen dürften. Die systematischen Forschungen über den Abbau der Kohlenhydrate — nicht nur durch Hefen oder andere Mikroorganismen, sondern auch durch höhere Pflanzen und Tiere — haben die Rolle ziemlich klargestellt, welche der Bildung des Alkohols unter den biologischen Abbauprozessen überhaupt zukommt.

Man ist vielfach überzeugt, daß als Zwischenprodukt der direkt vergärbaren Hexosen (Trau-

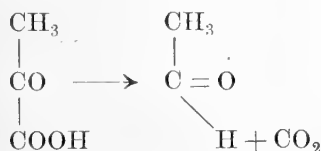
benzucker, Fruchtzucker, Mannose, Galaktose) und dem Alkohol eine Verbindung mit 3 Kohlenstoffatomen in Betracht kommen müsse — welche ist noch nicht definitiv entschieden. In neuester Zeit ist neben Methylglyoxal und Glycerinaldehyd insbesondere die Brenztraubensäure in den Mittelpunkt der Diskussion gestellt worden.

Eigentümlicherweise ist das erste Umwandlungsprodukt der direkt vergärbaren Hexosen überhaupt kein Abbauprodukt derselben. Die Hexosen gehen vielmehr zunächst unter dem Einfluß der Gärungsenzyme eine Synthese ein. Alle bilden dabei die gleiche Verbindung: $C_6H_{10}O_4$ (H_2PO_4)₂, den Hexose-Diphosphorsäureester. Es findet also gleichzeitig eine Egalisierung des Gärmaterials statt.

Dieses Resultat ist sichergestellt; in welcher Weise dagegen sich aus diesem Ester nunmehr die Zwischenprodukte bilden, die zum Alkohol führen, ist nicht näher bekannt.

Nach *Neuberg*, *Kostytschew*, *v. Lebedew*, dürfte sich beim Abbau des Phosphorsäureesters Brenztraubensäure oder eine dieser nahestehende Verbindung bilden, welche dann in Acetaldehyd und Kohlensäure gespalten würde. Der Acetaldehyd soll dann durch Reduktion in den Äthylalkohol übergehen.

Die Umwandlung der Ketonsäure Brenztraubensäure in Acetaldehyd und Kohlensäure durch die Hefe.



ein Vorgang, den *Neuberg* als „zuckerfreie Hefengärung“ bezeichnet, gewinnt besonderes Interesse, weil auch der Abbau der Aminosäuren (nach *Neubauer* und *Fromherz*) nicht nur im tierischen Organismus, sondern auch bei der alkoholischen Gärung über die Stufe der Ketonsäuren erfolgt.

Wenn wir nun den Alkohol nur bei der alkoholischen Gärung in größerer Menge, bei anderen biologischen Prozessen dagegen nur in besonderen Fällen und nur in sehr kleiner Menge antreffen, so dürfte dies seinen Grund darin haben, daß die letzten Stadien jener Vorgänge, die man bei der alkoholischen Gärung nachgewiesen hat, in den meisten biochemischen Prozessen, bei welchen Eiweißstoffe oder Kohlenhydrate abgebaut werden, eben nicht eintreten. Die Bildung des Äthylalkohols aus der letzten Vorstufe ist also im allgemeinen nur ein Nebenprozeß, welcher dadurch eine große Bedeutung gewonnen hat, daß einige Mikroorganismen die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure als wichtigste Energiequelle sich zunutze gemacht und sich ihr angepaßt haben. Da aber diese Energiequelle gering ist (gegenüber jener durch vollständige Verbrennung der Kohlenhydrate zu Wasser und Kohlensäure), so sind die Hefen eben gezwungen, unverhältnismäßig große Mengen Zucker umzu-

setzen, also unverhältnismäßig viel Alkohol zu bilden.

Die biologische Bedeutung des Äthylalkohols ist also keine so große, wie man nach der Menge der Alkoholproduktion annehmen könnte. Die Industrie des Alkohols, das Gärungsgewerbe, hat sich entwickelt aus der *Ohnmacht* des Menschen gegenüber den mikroskopisch kleinen Lebewesen, den Hefen, gegen die er sich im Kampf ums Dasein, hier im Kampf um den Zucker, nicht zu erwehren vermochte. Er machte *aus der Not eine Tugend*, gewöhnte sich auch an den abgebauten, vergorenen Zucker und als ihm dessen eigentümliche Wirkungen zusagten, vervollkommnete er die Methoden der Bereitung berauschender Getränke zu einer Kunst.

Heute spielt der Alkohol nicht bloß als Bestandteil berauschender Getränke, sondern auch als industriell im großen Maßstabe gewonnener Brennstoff und Lösungsmittel sowie als Ausgangsmaterial zur Gewinnung der Essigsäure und der Alkoholpräparate eine bedeutende Rolle. Insbesondere als Lösungsmittel ist der Alkohol und der aus ihm gewonnene Äther in manchen Industrien nicht zu entbehren.

Wie schon angedeutet, tritt der Alkohol in sehr unbedeutender Menge unter Umständen auch im Organismus höherer Pflanzen und Tiere auf. Bei den höheren Pflanzen, bei der sogenannten intramolekularen Atmung, einem Prozesse, dessen sich die Pflanze nur dann zu bedienen genötigt sieht, wenn es ihr an freiem Sauerstoff zur normalen Atmung gebricht. Sie bezieht dann die zur Erhaltung der Lebensfunktionen nötige Betriebsenergie, den zur Verbrennung des Atmungsmaterials notwendigen Sauerstoff aus den Zuckern, die dabei einer Art alkoholischer Gärung unterliegen und Alkohol bilden.

Was wir über die Bildung des Äthylalkohols gesagt haben, gilt in ähnlicher Weise auch für die höheren Alkohole, die Bestandteile des Fuselöls. Auch sie sind Produkte des Abbaus, der Dissimilation und auch sie werden im normalen Abbau der Aminosäuren oder Kohlenhydrate im Organismus höherer Pflanzen oder Tiere *nicht* gebildet.

Wie ganz anders ist die Stellung, die der *Methylalkohol* in biochemischen Prozessen einnimmt. Zwar findet man den Methylalkohol oder Holzgeist, wie er gewöhnlich zum Unterschiede vom Weingeist genannt wird, nur selten und in kleinen Mengen in freier Form in der Natur. Er wurde in einigen ätherischen Ölen nachgewiesen. Als Nebenprodukt der alkoholischen Gärung tritt er nicht auf, doch finden sich einige Angaben in der Literatur über die Bildung des Methylalkohols im Stoffwechsel gewisser Mikroben. Es ist aber nicht zu bezweifeln, daß der Methylalkohol intermediär in großen Mengen in den Pflanzen gebildet wird und nur deshalb so selten und in geringer Menge nachgewiesen worden ist, weil er als Zwischenprodukt *assimilatorischer* Vor-

gänge sich nicht anhäuft, sondern mit anderen Verbindungen nach seinem Entstehen wieder vereinigt.

Der Methylalkohol ist, wie wir annehmen müssen, der einzige Alkohol der ganzen früher genannten Reihe, der als Assimilationsprodukt, als Produkt des Aufbaus, der progressiven Stoffmetamorphose anzusehen ist, während alle anderen Alkohole, wie wir gesehen haben, Produkte der Dissimilation, des Abbaus, der regressiven Stoffmetamorphose darstellen.

Wir werden uns nun die Frage vorlegen: Hängt diese besondere biologische Stellung des Methylalkohols gegenüber den früher genannten Alkoholen vielleicht damit zusammen, daß er der erste der Reihe ist? Es ist ja auch bekannt, daß die ersten Repräsentanten einer homologen Reihe sich meist auch chemisch von den höheren Gliedern derselben einigermaßen unterscheiden.

Und ferner werden wir uns fragen: Hängt die besondere Giftigkeit des Methylalkohols mit dieser besonderen Stellung desselben als Anfangsglied der Reihe oder seiner verschiedenen Funktion im Haushalte der Natur zusammen?

Auf die erste Frage können wir antworten: Die exzeptionelle biologische Stellung des Methylalkohols gegenüber den anderen, einwertigen Alkoholen findet darin ihre Erklärung, daß der Methylalkohol in physiologischer Hinsicht *gar nicht* in die Reihe dieser Alkohole zu zählen ist. Sehen wir uns einmal die Formeln der einwertigen Alkohole an, so finden wir, daß der Methylalkohol der einzige ist, der ebensovielen Alkohol-, d. h. Hydroxylgruppen besitzt als Kohlenstoffatome. *In physiologischer Hinsicht gehört der Methylalkohol in die Gruppe jener Alkohole, die ebensoviel Hydroxylgruppen enthalten als Kohlenstoffatome.*

Man ist gewöhnt, Verbindungen wie Alkohole, Säuren, Amine stets nur nach chemisch-systematischen Gesichtspunkten zu Gruppen zu vereinigen, weil man über die physiologische Rolle dieser Verbindungen nicht genügend und nicht sicher genug orientiert ist, um daraufhin eine Einteilung basieren zu können. So teilt man die Alkohole gewöhnlich ein in primäre, sekundäre und tertiäre, andererseits in einwertige, zweiwertige, dreiwertige, vierwertige usw. In physiologischer Hinsicht könnten wir die Alkohole, die in der Natur auftreten, einteilen in: erstens einwertige, mögen sie nun primär, sekundär oder tertiär sein; hierher gehören die Alkohole der Gärung, des Abbaus. Und zweitens in die mehrwertigen Alkohole mit gleichviel Hydroxylgruppen wie Kohlenstoffatomen. Es sind das die Produkte der Assimilation, des Aufbaus.

Hierher gehört nun auch der einfachste Alkohol, der Methylalkohol, der beiden Reihen gleichzeitig zugezählt werden kann, wie etwa in den Zahlenreihen die Zahl 1 das erste Glied nicht nur der einfachen Zahlenreihe, sondern auch der Reihe der Potenzen ist. Der Methylalkohol gehört also

physiologisch zu den potentierten Alkoholen; ihm reißen sich der zweiwertige Alkohol, das Glykol und der dreiwertige Alkohol, das Glycerin an. Man findet auch noch höhere, mehrwertige Alkohole in der Natur und schließlich sind die Zucker und andere Kohlenhydrate auch nichts anderes als mehrwertige Alkohole, die gleichzeitig noch andere Funktionen im Moleküle aufweisen.

Betrachten wir den Methylalkohol als zur Reihe der mehrwertigen Alkohole gehörig, so wird uns auch die Stellung, welche die Methylverbindungen in der Natur einnehmen, verständlich.

Wir finden in der Natur eine Unzahl verschiedenartiger Methylverbindungen, in Form der Methyl ester, das sind die Verbindungen des Methylalkohols mit Säuren, in Form von Äthern, das sind Verbindungen des Methylalkohols mit Phenolen und schließlich in Form von methylierten Aminverbindungen, das sind die vielen einfachen und komplizierten Basen des Pflanzen- und Tierreichs.

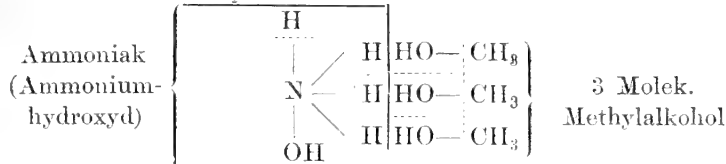
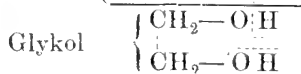
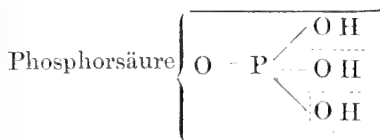
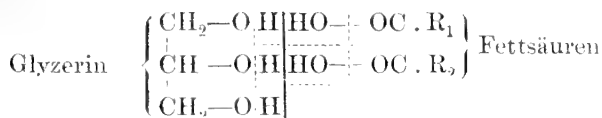
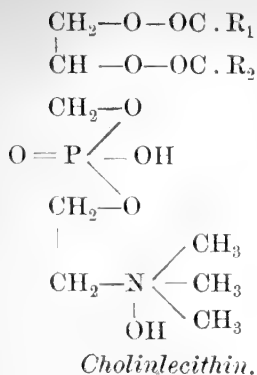
Man hat sich oft gefragt, wie es kommen mag, daß man in der Natur stets nur Methylverbindungen antrifft und niemals Äthyl- oder Propylverbindungen usw.

Ich glaube, daß hier, wie in so vielen Fällen, eine Beantwortung durch eine unrichtige Fragestellung erschwert wurde. Die mit dem Methylalkohol korrespondierenden mehrwertigen Alkohole Glykol und Glycerin finden wir auch in der Natur in ähnlicher Funktion wie diesen. Den Äthyl-Propylalkohol usw. hingegen können wir aber gar nicht in ähnlicher Stellung wie den Methylalkohol, also in Form von Äthyl- und Propylestern, -Äthern usw. erwarten, weil diese Alkohole in physiologischer Hinsicht mit dem Methylalkohol gar nicht in Parallele gestellt werden können.

Daß der Methylalkohol und die mehrwertigen Alkohole ähnliche physiologische Funktionen versehen, lehrt uns ein Blick auf das Konstitutionsbild des Lecithins (Formel nebenstehende Seite).

Das Lecithin ist ein Phosphorsäureester, eine Verbindung der Phosphorsäure mit mehrwertigen Alkoholen, sowie jene Verbindung, die wir S. 929 erwähnt haben, jenes synthetische Produkt aus Phosphorsäure und vergärenden Zuckern, welche ja auch mehrwertige Alkohole sind.

Es ist eine eigentümliche und, wie ich glaube, zu wenig gewürdigte Tatsache, daß die Phosphorsäure allgemein mit mehrwertigen Alkoholen in der Natur zu physiologisch wichtigen Verbindungen zusammenzutreten vermag. Außer der früher genannten Hexosediphosphorsäure und den Lecithinen ist schon seit einer Reihe von Jahren eine Verbindung bekannt, die man in reichlicher Menge in Pflanzensamen findet, die sogenannte Phytinsäure, ein Phosphorsäureester eines zyklischen, mehrwertigen Alkohols, des Inosits. Weiter finden wir Ester der Phosphorsäure mit Zuckern im Molekül der Nukleinsäuren, das sind wesentliche Bestandteile der Zellkernsubstanzen in der ganzen Organismenwelt. Man hat noch weitere



Cholinlecithin. (Totalhydrolyse.)

Kohlenhydratphosphorsäuren in der Natur vermutet und konnte auch zeigen, daß sich derartige Verbindungen nach verschiedenen Methoden künstlich darstellen lassen.

Sehen wir uns nun das Molekül des ideellen Lecithins an, so finden wir alle 3 Alkohole, den Methylalkohol, das Glykol und das Glycerin im gleichen Moleküle vereinigt. Von diesen sind das Glykol und das Glycerin direkt mit der Phosphorsäure verestert, und zwar so, daß die beiden weiteren Hydroxylgruppen des Glycerins ihrerseits mit Fettsäuren verestert sind wie in den gewöhnlichen Fetten, während die zweite Hydroxylgruppe des Glykols mit Ammoniak verbunden ist. Und auch die reaktionsfähigen Wasserstoffatome der so entstandenen komplexen Ammoniakverbindung, die der Verfasser als „Colaminlecithin“ bezeichnet hat¹⁾, sind nun noch weiter mit je einem Molekül Methylalkohol verkettet.

Die Tatsache, daß wir im Moleküle der Lecithine diese 3 Alkohole antreffen, ist bisher allerdings wenig beachtet worden, denn unsere Kenntnis solcher komplizierter Moleküle wird aus dem Studium ihrer Hydrolysenprodukte gewonnen. Bei der chemischen Hydrolyse der Lecithine aber

¹⁾ G. Trier, Über einfache Pflanzenbasen und ihre Beziehungen zum Aufbau der Eiweißstoffe und Lecithine. Berlin 1912. Gebrüder Bornträger. — Zeitschrift für physiologische Chemie. 80. 409 (1912) — 86. 1. 141. 153. 407. (1913).

werden diese Alkohole nicht oder nur schwer in Freiheit gesetzt. Die schwere Abhydrolysierbarkeit der Alkohole mit unseren Laboratoriumsmitteln kann aber kein Argument gegen unsere Aussage bilden, daß sich im Molekül der Lecithine alle 3 Alkohole vorfinden.

Dieses gemeinschaftliche Auftreten der 3 Alkohole, Methylalkohol, Glykol und Glycerin in den Lecithinen, die man wohl nicht mit Unrecht neben den Eiweißstoffen als wichtigste Bestandteile des Protoplasmas bezeichnet, spricht für deren gleichartige Entstehungsweise in den Prozessen der Assimilation.

Der Methylalkohol dürfte in weit größeren Mengen in der Natur gebildet werden als der Äthylalkohol. Es mag daran erinnert werden, daß wir einen der wichtigsten Alkohole, der in größter Menge im Pflanzenreich auftritt, erst seit wenigen Jahren kennen; es ist das das von Willstätter als Bestandteil des Chlorophylls entdeckte Phytol. Willstätter hat auch darauf aufmerksam gemacht, daß Phytol in größerer Menge von der Natur produziert wird als selbst das Glycerin, der bekannte Bestandteil aller Fette. Auch der Methylalkohol ist, wie Willstätter gezeigt hat, im Chlorophyll in Form eines Esters enthalten. Auch der Methylalkohol gehört zu jenen Alkoholen wie Glycerin und Phytol, die in weit größeren Mengen von der Natur produziert werden als jene Alkohole der Hefengärung, von denen der Äthylalkohol oder Weingeist aus Gründen, die, wie wir sahen, mehr äußerlicher Natur sind, eine besondere Bedeutung erlangt hat. Der große Reichtum des Pflanzenreichs an Derivaten des Methylalkohols zeigt sich übrigens auch in einem technischen Prozeß, nämlich bei der Holzdestillation, bei welcher neben Essigsäure und einigen anderen Verbindungen auch Methylalkohol auftritt, der von dieser Gewinnungsart den Namen Holzgeist erhalten hat.

Es wäre jetzt noch die zweite Frage, die wir uns vorgelegt haben, zu beantworten. Inwieweit

die größere Giftigkeit des Methylalkohols gegenüber seinen höheren Homologen zusammenhängen könnte mit dem von uns gegebenen Hinweis auf seine besondere Stellung. Während die einwertigen Alkohole mit abnehmender Anzahl der Kohlenstoffatome auch an Giftigkeit für den Menschen abnehmen, zeigt sich der Methylalkohol, wie bekannt, weit giftiger als der Äthylalkohol. Die Frage nach der toxischen Wirkung des Methylalkohols ist in den letzten Jahren sehr eifrig besprochen worden, anschließend an die bekannten Massenvergiftungen im Berliner Asyl für Obdachlose.

Diese größere Giftigkeit des Methylalkohols hängt nun aber nicht damit zusammen, daß er in physiologischer Hinsicht eigentlich den mehrwertigen Alkoholen anzureihen ist, denn die mehrwertigen Alkohole, wie Glycerin, Mannit, Inosit und die zahlreichen Zucker- und Kohlenhydrate sind ja ungiftig, sind ja Bestandteile unserer gebräuchlichsten Nahrungsmittel. Die Giftigkeit des Methylalkohols erklärt sich aus seiner besonderen Stellung als Anfangsglied, gleichgültig welcher Reihe wir ihn zuzählen. Er ist der einzige Alkohol, bei dem das die Hydroxylgruppe tragende Kohlenstoffatom noch 3 Wasserstoffatome besitzt und damit hängt zusammen, daß beim Abbau des Methylalkohols im menschlichen Organismus reaktionsfähige Oxydationsprodukte auftreten. Während nämlich der Äthylalkohol vollkommen zu Kohlensäure und Wasser verbrannt wird, wird der Methylalkohol zunächst zu Ameisensäure oxydiert, einer Säure, die gleichzeitig noch Aldehydeigenschaften zeigt und giftig wirkt. Anders liegen die Verhältnisse bei den Pflanzen. Bei diesen ist der Methylalkohol, wie Versuche von *Bokorny* gezeigt haben, weit weniger schädlich als der Äthylalkohol, was wieder für die Rolle des Methylalkohols als Zwischenprodukt assimilationischer Vorgänge spricht.

Eines der wichtigsten Probleme der physiologischen Forschung ist die Aufklärung der Assimilationsprozesse, des natürlichen Aufbaus der Pflanzensubstanz. Die Gärungschemie hat uns hauptsächlich über die Vorgänge des *Abbaus* unterrichtet. Aber die im Zusammenhang mit der Aufklärung des Chemismus der Alkoholbildung ausgeführten Arbeiten haben bereits Resultate ergeben, die der künftigen Forschung über den Chemismus der Assimilationsvorgänge wertvolle Dienste leisten dürften.

Die Erforschung der alkoholischen Gärung, der Bildung des Äthylalkohols, dürfte somit auch den Ausgangspunkt bilden für die Erforschung der natürlichen Entstehung der mehrwertigen Alkohole und des Holzgeistes.

Besprechungen.

Mayer, P., *Einführung in die Mikroskopie*. 205 S. und 28 Textfiguren. Berlin, Julius Springer, 1914. Preis geb. M. 4,80.

P. Mayer, der durch die von ihm allein besorgten

deutschen Neuauflagen des Handbuches der mikroskopischen Technik von *Lee* und *Mayer* als Autorität auf diesem Gebiete bekannt ist und während seiner langen Tätigkeit an der Neapler zoologischen Station wohl jedem dort arbeitenden Biologen mit seinem persönlichen Rat genützt hat, faßt in einem handlichen Bändchen alles das zusammen, was ihm nach seiner reichen Erfahrung mit Sachen und Menschen für den Anfänger im Arbeiten mit dem Mikroskop geeignet erscheint. Er wendet sich ausdrücklich an solche „Personen, die sich durch eigene Erfahrung einen Einblick in die Welt des Kleinen verschaffen wollen, aber dabei ganz auf sich selbst angewiesen sind und keinerlei praktische Unterweisung erhalten können“. Das bedingt natürlich eine gewisse Vollständigkeit hinsichtlich aller in Betracht kommenden Dinge. Manches dürfte so dem auf dem Gebiete bereits einigermaßen Bewanderten selbstverständlich erscheinen. Aber auch er geht nicht ohne wertvolle Hinweise aus. Jeder, der der gegebenen Anleitung willig folgt, wird von ihrer erzieherischen Einwirkung nicht unberührt bleiben. Die Bevorzugung der einfachsten Hilfsmittel, die stets geforderte Sparsamkeit mit Material und Zeit und nicht zum mindesten die immer wieder betonte Notwendigkeit peinlicher Reinlichkeit erziehen zu Sorgfalt und Gewissenhaftigkeit, die nicht nur der Arbeit in technischer Hinsicht und der behandelten Sache, sondern vor allem dem Arbeiter selbst dauernd zugute kommt.

In der Einleitung werden einige Winke für die Einrichtung des Arbeitsraumes „in ganz bescheidenen Grenzen und mit Rücksicht auf eine schmale Börse“ gegeben. Dann findet sich in zehn Kapiteln alles Wissenswerte über die Handhabung des Mikroskopes, die Anfertigung und Beobachtung einfacherer und schwierigerer Präparate, die Herstellung von Dauerpräparaten, das Fixieren und Härten der Objekte, das Schneiden der Objekte und das Weiterbehandeln der Schnitte, das Färben, Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazerieren der Objekte, die Beobachtung lebender Wesen unter dem Mikroskope und das Zeichnen und Messen der Objekte so mitgeteilt, daß es ohne Vorkenntnisse verstanden und in die Tat umgesetzt werden kann. Die Objekte sind so ausgewählt, daß sie jedermann leicht und fast das ganze Jahr hindurch zugänglich sind. Von den benötigten Apparaten und sonstigen Hilfsmitteln, deren Wirkungsweise erläutert wird, wird nach Möglichkeit angegeben, wie sie am zweckmäßigsten zu beschaffen sind und was sie ungefähr kosten. Einfache Abbildungen kommen der textlichen Darstellung zu Hilfe. Zum Schlusse sind zwei Verzeichnisse, eines der Farbstoffe, anderen Reagenzien und der Geräte für die praktischen Übungen und eines des Materials an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden beigelegt. Die Organismen des Meeres haben in der vorliegenden Einführung keine Behandlung gefunden. Es wird aber für den an bequem erreichbaren Objekten ausgebildeten Mikroskopiker keine Schwierigkeit bieten, sie bei Gelegenheit an der Hand von Spezialwerken in den Kreis seiner Betrachtungen zu ziehen.

P. Mayers Einführung in die Mikroskopie ist die weiteste Verbreitung unter Schülern, Lehrern, Naturliebhabern und solchen zu wünschen, die früher erworbene Kenntnisse auf eigene Faust wieder auffrischen und weiter pflegen wollen. J. Schawel, Jena.

Volkman, Wilhelm, *Anleitung zu den wichtigsten physikalischen Schulversuchen*. Berlin, Rudolf

Mückenberger, 1912. VII, 266 S. und 262 Abbildungen. Preis geb. M. 7,—.

Die Summe von Erfahrungen, deren der Physiker zum erfolgreichen Experimentieren im Laboratorium und in der Vorlesung bedarf, ist so groß, daß ein Buch immer dankbar begrüßt werden wird, in dem der Verfasser seine eigenen diesbezüglichen Kenntnisse der Allgemeinheit zugänglich macht. Besonders bei der Bewertung der Vorlesungsversuche spielt überdies die subjektive Auffassung eine große Rolle. In dem vorliegenden Buch kommt dieser Umstand in der Form der Kritik zum Ausdruck, die an vielen Vorlesungsversuchen geübt wird, die noch im gewohnheitsgemäßen Gebrauch, dem Stand der Wissenschaft nach aber überlebt sind. In sehr vielen Fällen, wenn auch nicht in allen, ist die Kritik in dem Volkmannschen Buche sehr zutreffend.

Auf Einzelheiten betreffs der technischen Ratschläge, die in dem Buch gegeben sind, einzugehen, muß sich erübrigen; wer mit physikalischen Demonstrationen zu tun hat, weiß, wie wertvoll all diese Kleinigkeiten sind; man wird darüber sehr viel finden.

Die Anleitungen, die der Verfasser gibt, beschränken sich indessen nicht nur auf die physikalisch-technische Seite des Gegenstandes, sondern betreffen auch die methodische Anordnung des Stoffes und die Behandlung vieler einzelner Kapitel der Physik. Vieles ist auch hier sehr treffend. So z. B. wird über Elektroskope und Elektrometer sehr gut gesagt: „Der Influenzversuch gemahnt daran, daß das Elektroskop insofern ein sehr zweifelhaftes Instrument ist, als seine Angaben von der ganzen Umgebung beeinflusst werden. Sobald diese wechselt, sind seine Angaben miteinander in keiner Hinsicht mehr vergleichbar. Ein metallenes Gehäuse, das zur Erde abgeleitet oder auf einer bekannten Vergleichsspannung gehalten wird, entzieht es diesen Wirkungen und macht es zum Elektrometer, d. h. zu einem Instrument, bei dem jeder Blättchenausschlag stets dieselbe Spannung bedeutet. Die feste Verschiebung einer Skala mit dem Instrument ist unwesentlich und macht es noch lange nicht zum Elektrometer.“

In anderen Fällen wird man, wenigstens nach Ansicht des Referenten, nicht mit den Vorschlägen des Verfassers einverstanden sein können. So wird z. B. am Anfang der Mechanik geraten, am Winkelhebel die Idee des Vektors zu entwickeln. Dann heißt es weiter: „Vektorsumme und Vektordifferenz ergeben sich unmittelbar aus geeigneter Definition des Vektors und sprechen viel einfacher und übersichtlicher aus, was man sonst in zahlreichen Regeln über Parallelogramm der Kräfte, schiefe Ebene, Keil und Schraube aussagt.“

Referent hält eine solche Voranstellung des Vektorbegriffes für eine zu weitgehende Bevorzugung der mathematisch-formalen Seite des Gegenstandes.

In der äußeren Form könnte das Buch etwas übersichtlicher, z. B. durch Einteilung in kleinere Kapitel, gehalten werden. Für das Nachschlagen sind die am Kopf jeder Seite befindlichen Überschriften zu unquem.

E. Regener, Berlin.

Loria, St., Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. Braunschweig, Fr. Vieweg & Sohn, 1914. VI, 92 S. und 3 Abbildungen. Preis M. 3.—.

Der Verfasser hat es sehr gut verstanden, in diesem Bändchen Probleme und Stand der Forschung in diesem Teil der Optik auseinanderzusetzen. Man merkt seinen Darlegungen an, daß er bei eigenen experimen-

tellen Arbeiten recht tief in die Gedankengänge der Dispersionstheorie sich eingelebt hat, die er als erstes Kapitel seines Buches voranstellt.

Nach kurzer Rekapitulation der Beobachtungsmethoden folgen Abschnitte über die Abhängigkeit des Brechungsexponenten von Druck und Temperatur des Gases und über seine Änderung mit der Wellenlänge (Dispersion). Hier finden sich sorgsame Zusammenstellungen älterer und neuer Beobachtungen — unter den letzteren, neben eigenen, namentlich die von C. und M. Cuthbertson. Soweit möglich, sind die 2 Konstanten der Dispersionsformel (bei einer Elektronengattung) aus den Daten bestimmt, so daß ein guter Überblick über die in Frage kommenden Eigenfrequenzen gegeben wird. Übrigens beschränkt sich die Besprechung mit Recht auf die chemisch einfachsten Gase.

Alles dies ist sozusagen als Vorbereitung gedacht, um aus dem Verhalten der Stoffe dem Licht gegenüber Schlüsse auf den Mechanismus von Atom und Molekül zu ziehen. Zu dem Zweck wird im folgenden Abschnitt die Lichtbrechung in Gasgemischen und in gasförmigen Verbindungen mit Rücksicht auf die Eigenschaften der zusammensetzenden Bestandteile besprochen. Während bei den Gemischen die Refraktion sich aus den Atomrefraktionen der Bestandteile mit großer Genauigkeit voraussagen läßt (als Beispiel wird Luft besprochen), sind bei den Verbindungen starke Abweichungen von diesem „theoretischen“ Wert die Regel. Man schließt hieraus, daß durch den Zusammentritt der Atome zum Molekül die Bindungen der optisch wirksamen Elektronen von Grund aus verändert werden. Der von Drude vermutete Zusammenhang zwischen Elektronenzahl und Valenz führt auf eine universelle Beziehung zwischen den beiden Konstanten der Dispersionsformel. Diese ist bei einer Reihe von Gasen annähernd erfüllt — bei anderen nicht. Auch hier ist also bis auf weiteres keine eindeutige Antwort zu geben.

Ein letzter Abschnitt (VII) behandelt die anomale Dispersion in Gasen und Dämpfen und berührt hauptsächlich die Frage nach der Anzahl der an Emission und Absorption beteiligten Elektronen. Die Schätzungen, auf wie viele Atome ein „aktives“ Elektron entfällt, gehen bekanntlich weit auseinander, und es sind durch ungleichmäßige Dichte der absorbierenden Dämpfe offenbar in allen älteren Arbeiten sehr erhebliche Fehler verursacht worden. Eine etwas eingehendere Bewertung der neueren experimentellen Untersuchungen wäre vom Referenten dankbar begrüßt worden, um so mehr, als die Frage nach der Anzahl der reagierenden Atome für die theoretischen Vorstellungen fundamental ist.

Jedenfalls muß man dem Verfasser für die sehr klare und übersichtliche Zusammenfassung dankbar sein und wird hoffen dürfen, daß die Forschung manche Anregung durch sie erhält.

P. P. Ewald, München.

Bowie, W., and H. G. Avers, Fourth General Adjustment of the Precise Level Net in the United States and the Resulting Standard Elevations. Department of Commerce. Washington, U. S. Coast and Geodetic Survey, 1914. 328 S.

Zum vierten Male ist das Nivellementsnetz der Vereinigten Staaten einer allgemeinen Ausgleichung unterworfen worden. 1899, 1903, 1907 sind die früheren Ergebnisse veröffentlicht worden, hier werden alle vor 1912 vollendeten Messungen zusammengefaßt. Nicht alle Messungen sind von der Coast and Geodetic Survey selbst ausgeführt, auch Nivellements der U. S. Geological Survey, der U. S. Army Engineers u. a. wurden

benutzt. Außer den eigentlichen Schleifen wurden auch Linien, die an zwei Küstenpegel als Endpunkte angeschlossen sind, als geschlossene Polygone betrachtet, indem die Nullpunkte der Pegel auch verschiedener Küsten als in derselben Meeresfläche liegend angenommen sind. Im ganzen sind 84 Schleifen vorhanden, an die sich dann noch Anschlußstrecken angliedern. Sie sind in einer Übersichtskarte (S. 58) dargestellt. Zunächst wurde eine allgemeine Ausgleichung vorgenommen (unter Anwendung derselben Gewichtszahlen für die verschiedenen Arten von Nivellements wie 1907) und mit der Ausgleichung von 1907 verglichen. Für die praktische Verwendung wurden aber die 1907 gefundenen Höhenzahlen der Punkte östlich einer etwa der Richtung des Mississippi folgenden Linie beibehalten, wo unter 69 Knotenpunkten nur 14 eine 1 dm überschreitende Differenz der Resultate von 1907 und 1912 zeigten. Bei der nun folgenden besonderen Ausgleichung ist für alle westlich von der genannten Linie gelegenen Nivellements die orthometrische Höhenkorrektur angebracht worden, die meistens in den gebirgigen Gegenden den Schlußfehler der Schleifen herabgedrückt (vgl. S. 84—85). Die Gewichtszahlen, die der verschiedenen Güte der von den verschiedenen Behörden und in verschiedenen Zeiten ausgeführten Messungen Rechnung tragen, wurden wesentlich gegen früher verändert, indem vorher den Messungen der Geodetic und der Geological Survey aus neuer Zeit ein viel zu großes Gewicht im Verhältnis zu den andern gegeben war.

In den Vereinigten Staaten wird neben den wissenschaftlichen Interessen auch den ökonomischen Beachtung geschenkt, indem die Kosten und die Zeitdauer der Operationen möglichst eingeschränkt werden. Dies wird z. B. durch möglichst große Zielweiten erreicht, die bis 150 m betragen. Eine Ersparnis wird auch dadurch erstrebt, daß zur Ausführung Leute aus den betreffenden Gegenden angeworben werden; sie müssen gewissen Anforderungen an Schulbildung genügen, dürfen aber auch nicht ein gewisses Körpergewicht überschreiten, da Velozipedwagen zur Beförderung von Leuten und Geräten dienen. Es ist hier zugleich zu bemerken, daß die meisten Nivellements auf Bahnlinien geführt und die Latten auf die Schienen aufgesetzt werden, wo, durch Kreidekreuze bezeichnet, die Punkte auch nach Vorübergang eines Zuges wiedergefunden werden können.

Um aber nicht nur den praktischen, sondern auch den wissenschaftlichen Anforderungen zu entsprechen, ist eine bis ins einzelne gehende Instruktion von 38 Paragraphen ausgearbeitet worden, zu der der Verf. noch Erläuterungen hinzufügt. Jede Strecke wird vorwärts und rückwärts nivelliert, wobei zur Eliminierung von Strahlenbrechungs- und Temperatureinflüssen die Messungen auf Vor- und Nachmittagsstunden verteilt werden. Die Brauchbarkeit der Nivellements erhellet dann aus der Diskussion der Fehler. Während der mittlere Kilometerfehler aus den doppelt geführten Messungen sich auf etwa 0,5—0,7 mm beläuft, deuten die bisweilen erheblichen Schlußfehler der Schleifen, die im Höchsthalle 2 mm pro Kilometer betragen, auf systematische Fehlerursachen hin. Es wurden auch die von *Lallemant* auf der Hamburger Konferenz der Internationalen Erdmessung (1912) vorgeschlagenen Formeln für die Fehlerangaben verwendet, aber der nach ihnen berechnete systematische Fehler ist nahezu verschwindend, so daß wenigstens in diesem Falle die Formel wenig Wert hat. Ob die bei deutschen Nivellements bemerkten Einflüsse der Aufstellung des Instru-

ments und der Stellung des Beobachters Beachtung gefunden haben, geht nicht sicher aus der Veröffentlichung hervor.

Die Höhenangaben sind außer in Meter noch in englischen Fuß angegeben, da sich die Ingenieure dieses Maßes lieber bedienen. A. Galle, Potsdam.

Hartmann, Otto, Astronomische Erdkunde. Vierte Auflage. Stuttgart, Fr. Grub, 1913. XII, 76 S., 36 Textfiguren, 1 Sternkarte und 88 Übungsaufgaben. Preis M. 1,20.

Das klar geschriebene und übersichtlich angeordnete Buch über die wichtigsten astronomischen Fragen, die Himmel und Erde betreffen, ist in erster Linie für den Schulunterricht bestimmt. Ohne Zweifel verschafft das Studium dieses Buches oder der Unterricht an Hand desselben dem Schüler die erwünschte klare Einsicht in die Gedankenentwicklung, die allen Gesetzen der astronomischen Erdkunde zugrunde liegt. Pädagogisch durchaus richtig und zugleich auch eigenartig neu hat der Verfasser den Stoff in zwei getrennten Abschnitten behandelt, von denen der erste die „Erscheinungen“ und der zweite die dafür nötigen „Erklärungen“ behandelt. Die „Erscheinungen“ beziehen sich auf den Sternenhimmel, die Erde und die Zeit, während bei den „Erklärungen“ folgende Abschnitte besprochen werden: der Umschwung der Erde, die Entfernung und Größe der Himmelskörper, die Vorausberechnung der Himmelserscheinungen, die Schwerkraft, das Planetensystem und die Fixsterne. Das Hartmannsche Buch kann als Muster einer knappen und doch innerhalb des gesteckten Rahmens erschöpfenden Darstellung der „astronomischen Erdkunde“, also eines wichtigen Gebietes des geographischen Unterrichts, bezeichnet werden.

A. Marcuse, Charlottenburg.

Grinnell, Joseph, An account of the Mammals and Birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the distributional problems presented. In: Univ. of California Publ. in Zoology, vol. 12, 1914, pp. 51—294 pls. 3—13, 9 text figs.

Die vorstehende Arbeit des bekannten amerikanischen Zoologen *Grinnell* gibt einen ausgezeichneten Bericht über die Säugetiere und Vögel, welche im Jahre 1910 während einer dreimonatlichen Exkursion im Gebiete des unteren Colorado-Flusses, zwischen Needles und Yuma, gesammelt wurden. Miß *Annie M. Alexander*, die Begründerin des California Museum of Vertebrate Zoology in San Francisco, hatte die Mittel zur Durchführung einer Reise in das genannte Gebiet, deren Leitung dem Verfasser übertragen wurde, zur Verfügung gestellt. Gerade diese Gegenden Californiens waren von der hochherzigen Spenderin für eine Untersuchung in Vorschlag gebracht worden, weil sie einerseits wenig erforscht waren, und andererseits mannigfache zoogeographische Probleme bargen. Den an Arizona grenzenden südöstlichsten Teil Californiens bildend liegen sie in dem Herzen einer wüstenähnlichen, am Colorado sich entlang ziehenden Region, welche eine xerophile Fauna und Flora, die sich in vielen ihrer Formen eigenartig entwickelt hat, besitzt. Die genaue Kenntnis dieses Teiles von Californien bildete seit langer Zeit ein Desiderat der amerikanischen Wirbeltierkunde. Die Expedition war von Mitte Februar bis Mitte Mai auf ihrem Arbeitsfelde tätig. Es wurden 1272 Säugetiere, darunter zwei neue, der Gattung *Thomomys* angehörige Arten, ferner 1374 Vögel, darunter drei neue Formen, 443 Reptilien und Amphibien, Eier und

Nester, Fische und Pflanzen gesammelt, die dem California Museum überwiesen wurden.

Bei der vorliegenden Bearbeitung der Säugetiere und Vögel hat *Grinnell* Wert darauf gelegt, die Beziehungen der unteren Coloradoflußformen zu denen der angrenzenden Regionen klar zu stellen und die subspezifischen Abänderungen genau festzulegen. Neben Beibringung biologischer Details geht er bei der Behandlung der einzelnen Arten und Formen auf die Abhängigkeit derselben von der umgebenden Pflanzenwelt, die gerade hier in zoogeographischer Beziehung von wesentlicher Bedeutung ist, näher ein. Diese Richtung der Darstellung findet sich jetzt vielfach in amerikanischen faunistischen Veröffentlichungen. *Grinnell* bespricht aber, unter Heranziehung großen Beweismaterials, diese Zusammengehörigkeit so umfassend, daß ich hierin einen besonderen Wert der vorliegenden Arbeit erblicken möchte.

Bei der Erörterung zoogeographischer Fragen stehen sich in Amerika zwei Richtungen gegenüber. Die eine, unter Führung des alten *C. N. Merriam*, erblickt in der Temperatur den wichtigsten Faktor für die Verbreitung. Sie gliedert das Vorkommen der Tiere nach Lebenszonen (life-zones). Die andere Schule, mit *Adams*, *Ruthven* u. a., will der Temperatur nur einen geringen Wert beimessen, den Hauptfaktor für die Verbreitung der Tiere vielmehr in einer Reihe von Einflüssen, besonders solchen der Pflanzenwelt, erblicken, welche zu Verbreitungs- und Lebensgemeinschaften (ecologic associations) führen. Diese Theorien werden in der vorliegenden Arbeit besonders eingehend behandelt. Hierbei kommen dann vielfach die Beziehungen, welche zwischen den, oft hohen taxonomischen Wert besitzenden, sogenannten angenommenen strukturellen Eigenschaften der Tiere und zwischen gewissen mechanischen oder physischen Erscheinungen der Umgebung bestehen, zum Ausdruck. Dabei findet auch das interessante Faktum, daß der Colorado-fluß ein Hindernis für die Verbreitung einzelner Arten bildet, besondere Erörterung. Die Barrieren gegen die Ausbreitung der Tiere in jenem Gebiete können nach *Grinnell* mechanischer (Land- für Wasser-, Wasser- für Landformen) oder nicht mechanischer Art sein. In letzterer Beziehung sind sie dann, durch Temperatur bedingt, auf den Zonencharakter, oder durch atmosphärische Feuchtigkeit hervorgerufen, auf den Faunencharakter oder schließlich, durch Nahrung, Niststätten. Vorhandensein zeitweiser Zufluchtstätten gegen Feinde u. a., auf den Associationscharakter zurückzuführen.

Die mit sehr interessanten Tafeln — meist Wohngebiete einzelner Arten darstellend — ausgestattete Arbeit bildet einen wertvollen Beitrag zur Tierfauna des südlichen Californien.

H. Schalow, Berlin.

Naturdenkmäler der Herrschaft Schmalkalden. Herausgegeben vom Kreise Herrschaft Schmalkalden. Heft 1: *Brotterode und Trusental*. (24 Tafeln mit erläuterndem Text.) Bearbeitet von Professor Dr. *Schaefer* (Cassel) unter Mitwirkung vom Geheimen Bergrat Professor Dr. *Scheibe* (Berlin).

Der Kreis Schmalkalden hat sehr bedeutende Mittel aufgebracht, um die Naturdenkmäler des Gebiets aufzunehmen, in Abbildungen darzustellen und nach wissenschaftlichen Grundsätzen zu beschreiben. Die vorliegenden Tafeln bieten teils landschaftliches, teils geologisches, teils botanisches Interesse. In geologischer Hinsicht sind namentlich die zum Teil durch Steinbrüche aufgeschlossenen Porphyrgänge zu nen-

nen, die das Urgestein (Granit, Gneis, Glimmerschiefer) durchsetzen, ferner die Schwespatgänge, die stellenweise im Granit an die Oberfläche treten, sowie ein interessanter Eisenbahneinschnitt, der die Lagerungsverhältnisse (z. B. das Übergreifen des Zechsteins über das Rotliegende hinweg auf das Grundgebirge) vortrefflich aufzeigt. Professor *Scheibe* gibt zu diesen und anderen geologischen Dingen eingehende Erläuterungen. Botanisch ist besonders das von der Gemeinde Brotterode geschaffene Waldschutzgebiet Seimbergswald im Trusental interessant, das neben prächtigen alten Eichen, Buchen, Mornen usw. eine sehr reiche Flora von Sträuchern, Stauden und Kräutern birgt. In Professor *Schaefer*, dem wir bereits eine Flora von Brotterode verdanken, hat die Pflanzenwelt des geschützten Geländes und der anderen im Bilde wiedergegebenen Naturdenkmalstätten den besten Darsteller gefunden. *F. Moewes, Berlin.*

Kleine Mitteilungen.

Beobachtungen über Bleivergiftung bei Tieren. Es ist eine gewiß merkwürdige Tatsache, daß auch viele Tiere der Bleikolik unterworfen sind. War *Burserius* der erste, der die Ärzte hierauf aufmerksam machte, so finden wir in den Vorlesungen des englischen Klinikers *William Stokes* über die Heilung der inneren Krankheiten (Leipzig 1839, S. 132 f.) eine interessante Bemerkung, die *Stokes* seinem Vater verdankt, der selber Arzt und ein guter Naturbeobachter war. (Vgl. *W. Stokes*, London 1898, S. 24/5.) *Whitley Stokes* († 1845) also hat über diesen Gegenstand mehrere Beobachtungen gemacht, die er auf einer Reise in die *Bleibergwerke von Schottland* zu machen Gelegenheit hatte. Er fand, daß auf den Weiden in der Nähe der Bergwerke Kühe, Pferde, Schafe, Hunde und selbst Vögel an Bleikolik litten. „Die Zufälle waren denen, die man in der Regel bei den Menschen beobachtet, ziemlich gleich. So wurden z. B. Kühe verstopft, die Urinausscheidung wurde unterdrückt, und die Schmerzen im Leibe schienen sehr heftig zu sein, denn das Tier lief wie toll umher. Ehe sich die Bleikolik ganz entwickelt, werden die Tiere in der Regel steif, hartleibig und verlieren viel Speichel. Wenn die Gehirnsymptome bedeutend sind, so treten die Baucherscheinungen mehr zurück. Bei vielen Kühen ist die Milchsekretion unterdrückt, wie man es auch bei Frauen findet, die an Bleikolik leiden. Nach Aussage der Einwohner soll der zehnte Teil der Kühe an Bleivergiftung zugrunde gehen. Merkwürdig ist es, daß alle in der Nähe dieser Bleibergwerke lebenden Tiere sehr schwer gebären. Schafe bekommen epileptische Krämpfe; Hunde laufen wie toll umher, beißen jedoch nicht und sind überhaupt nicht gefährlich. Die Vögel hören auf, Eier zu legen. Vergleicht man diese interessanten Angaben mit den spärlichen in der neueren Literatur niedergelegten (*Friedberger* und *Fröhner*, Lehrbuch der spez. Pathologie und Therapie der Haustiere Bd. 1, 1904, S. 759), so werden unter den Symptomen auch hier Verstopfungen mit Kolik und epileptische Anfälle genannt und hervorgehoben, daß bei Ziegen Aborte und Sterilität häufig sind. Weiter berichtet *Stokes*: „Einige Meilen von diesen Bleibergwerken entfernt sind die Tiere ganz gesund; weiden sie jedoch in der Nähe derselben, dann erkranken sie sehr leicht. Namentlich sind diejenigen Weiden sehr gefährlich, die von einem Strom bewässert werden, der von den Bergwerken herabkommt; dieses Wasser scheint kohlen-saures Blei zu-

rückzulassen. Diese Gegend wird daher dort das *Gifttal* genannt.“ Einige sind der Ansicht, daß die aus den Schmelzöfen sich verbreitenden Dünste den Tieren besonders schädlich sind. Bis hierher muß man den trefflichen Angaben des Vaters *Stokes* gewiß beistimmen, bis auf die letzte Schlußfolgerung, die besagt: „Da jedoch der Name *Gifttal* schon älter sei als die Bergwerke, so ist es wahrscheinlich, daß besonders das von den Bergen herabkommende Wasser den Giftstoff enthält.“ Jedenfalls ist es sehr lehrreich, daß wir in den Bleibergwerken von Schottland einen Bezirk vor uns haben (ob noch heute?), in welchem chronische Bleivergiftung quasi experimentell erzeugt wird.

Den letzten derartigen Versuch bei Katzen und Kaninchen unternahm *Walther Straub*, der unter ihrer Rückenhaut ein Depot von Bleikarbonat oder -sulfat anlegte; das Zustandekommen der Bleikrankheit kommt nach ihm dadurch zustande, daß von der Injektionsstelle ein Bleistrom von meßbarer Dichte durch den Organismus zieht und eine Summe von Insulten setzt. Die quantitativen Verhältnisse scheinen nicht die entscheidende Rolle zu spielen; vielmehr scheint es, daß die Zeit mindestens ein ebenso wesentlicher Faktor ist, so daß nach *Straub* (Münch. med. Wochenschr. 1914, Nr. 1) „Bleikrankheit überhaupt entsteht, wenn Blei länger als ein bestimmtes Minimum von Zeit durch den Organismus fließt“.

Im Gegensatz zu diesen an Tieren, in der Natur und im Experiment gemachten Erfahrungen interessiert vielleicht noch die Bemerkung, wie sich die Menschen in dem im Norden Englands gelegenen Newcastle-upon-Tyne mit seinen großen Bleiwerken der Krankheit gegenüber verhalten. *Thomas Oliver* (Lead poisoning, Edinburgh u. London 1891, S. 102) hebt nun im Gegensatz zu *Garrod*, *Duckworth*, *Lauder Bruntun*, die ihre Beobachtungen im Süden Englands gesammelt haben, hervor, daß die Gicht bei den Bleiarbeitern im Norden Englands fast gar nicht vorkommt und nur bei denjenigen, deren Eltern an Bleivergiftung gelitten haben. *W. Ebstein* (Die Natur und Behandlung der Gicht, Wiesbaden 1906, S. 390) hat aus diesen Beobachtungen *Olivers* folgende Schlüsse gezogen: „Wenn ein zur Erkrankung an der Gicht disponiertes Individuum an Bleivergiftung erkrankt, infolge deren die Niere geschädigt wird, so ist es in Gefahr, gleichfalls an Gicht zu erkranken; besteht aber eine Disposition zur Gicht nicht, so kommt es trotz einer durch die Bleivergiftung veranlaßten Nephritis in der Regel doch nicht zum Auftreten typischer gichtischer Symptome.“ E.

Kohlensäureausbrüche beim Steinkohlenbergbau in Niederschlesien, Südfrankreich und Mährisch-Ostau. In einer sehr ausführlichen Abhandlung erörtern *Berggrat Werne* und *Dr.-Ing. Thiel* die in den genannten Bergbaugebieten zutage getretenen Kohlensäureausbrüche, ihre Entstehung und die zu ihrer Verhütung getroffenen Maßnahmen. Sie besprechen zunächst kurz die Lagerungsverhältnisse der niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenmulde und der durch Kohlensäureausbrüche heimgesuchten Bergwerke. Namentlich vier Gruben des Waldenburg-Neuroder Bezirks hatten bisher unter dieser Erscheinung zu leiden; sie liegen fast in einer Linie in der nächsten Nähe und parallel der nordöstlichen Begrenzung der niederschlesisch-böhmischen Karbonmulde. Diese Gebiete

haben anscheinend gewisse örtliche Beziehungen zu Sprüngen und anderen Störungen im Schichtenverband sowie zu porphyrischen Eruptivgesteinen; auch die Deckschichten scheinen mit dem Auftreten der Kohlensäure in einem gewissen Zusammenhang zu stehen. Die starke Verdichtung, in der die Kohlensäure in den Flözen und im Nebengestein angetroffen wird, hat öfters erhebliche Zertrümmerungen von Flöz, Nebengestein und Ausbau herbeigeführt. Die Ausbrüche erfolgen, sobald bei der Schieß- oder Schramarbeit ein Kohlensäureherd erreicht wird. Beim Austritt der Kohlensäure aus der Kohle tritt eine empfindliche Abkühlung der Umgebung ein (um 1 bis 8° C.). Wie stark die Kohlensäure verdichtet ist, konnte bis jetzt noch nicht einwandfrei festgestellt werden. In der Segen-Gottes-Grube z. B. ist das dauernde Austreten von Kohlensäure so bedeutend, daß der ausziehende Wetterstrom etwa 1,2 % Kohlensäure enthält (bei den westfälischen Zechen im Durchschnitt nur 0,30 %). Durch die Wetterführung werden täglich rd. 37 700 cbm Kohlensäure aus dieser Grube entfernt. Die bei den Kohlensäureausbrüchen entwickelte Kraft ist oft recht bedeutend, es werden dabei 40—50 t Kohle losgelöst; auf der Segen-Gottes-Grube betrug die Menge der zertrümmerten Kohle in einem Falle sogar mehr als 100 t. Die Kohlenstücke werden hierbei je nach ihrer Größe bis zu 30 m weit in die Strecke geschleudert. Der größte aller bisher im Waldenburger Gebiet beobachteten Kohlensäureausbrüche fand im Antonflöz der Cons. Rubengrube statt; hierbei wurden gegen 500 t Kohle gelöst. Der Zusammenhang der Kohlensäureherde mit Störungen war in diesem Falle unverkennbar.

Alle an niederschlesischen Kohlen angestellten Versuche weisen darauf hin, daß die in den Kohlen einiger Bergwerke örtlich aufgespeicherte verdichtete Kohlensäure juvenilen Ursprungs ist, also aus dem Erdinnern stammt. Daneben enthalten die Kohlen allerdings auch Kohlensäure organischen Ursprungs, und zwar bis zu 22 % in frischer Kohle. Bei den Kohlen, die aus den genannten vier Gruben stammten, wurden dagegen stets mehr als 40 % CO₂ in den beim Auskochen der Kohlenproben erhaltenen Gasgemischen gefunden. Absorptionsversuche mit Kohlensäure, die von Prof. *J. Meyer*, Breslau, ausgeführt wurden, ergaben, daß die Kohlen der vier niederschlesischen Gruben große Mengen von Kohlensäure zu absorbieren vermögen; so absorbierte z. B. Kohle aus dem Idaschacht bei 1 at Druck das 2,7fache, bei 2 at Druck dagegen das 5,4fache ihres Volumens an Kohlensäure. Hieraus geht klar hervor, daß die Kohlensäure von außen in die Kohle eingewandert ist. Weiter sprechen hierfür die geologischen Grundlagen, der vulkanische Charakter der niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenmulde u. a.

Weiter berichten Verfasser über den Hergang bei den einzelnen Kohlensäureausbrüchen, die mehrfach Verluste an Menschenleben forderten, sowie über die Sicherungsmaßnahmen, die im Verbot der Schramarbeit und in besonderen Bestimmungen für die Schießarbeit bestehen. Hieran schließen sich ausführliche Mitteilungen über Kohlensäureausbrüche in südfranzösischen und österreichischen Steinkohlengruben an. Auch in diesen Bezirken spricht vieles dafür, daß die Kohlensäure durch vulkanische Einwirkung entstanden ist und aus der Tiefe durch mächtige Sprünge den Flözen zugeführt wurde. (*Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen im preuß. Staate* 1914, S. 1—89.) S.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

RECEIVED

DEC 26 1914

U.S. Department of the Interior

Heft 42.

16. Oktober 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Aus dem Bereich der Meeresforschung im Jahre 1913/14. Von *Prof. Dr. Gerhard Schott, Hamburg*. S. 937.

Europäische Kolonisation in den Tropen. Von *H. Fehlinger, München*. S. 939.

Die Hemmungs- und Förderungsfasern der Arthropodenmuskeln. Von *Privatdozent Dr. Paul Hoffmann, Würzburg*. S. 941.

Zuschriften an die Herausgeber: Zur Praxis graphischer Darstellungen. Von *Dr. Wilhelm Schmidt, Wien*. S. 944.

Darstellungsmethoden des Wasserstoffsperoxyds. Von *Dr. Martin Mugdan, Nürnberg*. S. 944.

Besprechungen. S. 944.

Kleine Mitteilungen. S. 947.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Vereinfachte Blitzableiter

Von

Professor Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel

Frankfurt a. M.

Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 80 Textfiguren — Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark



9 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Tabellen zur Berechnung der „theoretischen“ Molrefraktionen organischer Verbindungen.

Von K. v. Auwers und A. Boennecke.

Preis M. 1.20.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die neueren Arzneimittel

und die pharmakologischen Grundlagen
ihrer Anwendung in der ärztlichen Praxis

Von

Dr. A. Skutetzky und **Dr. E. Starkenstein**

k. u. k. Stabsarzt, Vorstand der Abteilung für
innere Krankheiten am k. u. k. Garnisons-
spitale, Privatdozent für innere Medizin

Privatdozent
für Pharmakologie und
Pharmakognosie

an der deutschen Universität in Prag

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

16. Oktober 1914.

Heft 42.

Aus dem Bereich der Meeresforschung im Jahre 1913/14¹⁾.

Von Prof. Dr. Gerhard Schott, Hamburg.

Das nördliche Eismeer nördlich von der sibirischen Küste hat im Jahre 1913 Schiffsreisen gesehen, die begreiflicherweise schon an sich nicht zu den alltäglichen gehören, außerdem wegen der zugrunde liegenden Ziele, wegen der benutzten und für weitere Reisen in Aussicht genommenen Arbeitsmethoden und endlich wegen der Ergebnisse eine weit über russische Interessen hinausgehende Bedeutung erlangt haben. Sibirien als schier unerschöpfliche Schatzkammer für Getreide, Holz, Erze, Felle, Pelzwerk usw. steigert von Jahr zu Jahr seine Produktion in einem in Westeuropa meist ganz ungeahnten Grade. Die sibirische Eisenbahn genügt für die Fortschaffung der Produkte nicht, muß auch hohe Frachten — für rd. 5000 km von Krasnojarsk am Jenissei nach Petersburg — verlangen. Nun entwässern allein die gewaltigen sibirischen Ströme Jenissei und Ob Flächen von der zehnfachen Größe Deutschlands; aber ihre Mündungen liegen am Eismeer, und bisher hatte man im allgemeinen, trotz aller bis in das 16. Jahrhundert zurückgehenden Einzelfahrten, keine guten Erfahrungen mit einer Frachtschiffahrt nord um Europa und durch die Karasee nach den sibirischen Strömen gemacht.

Unter dem Zwange, das wirtschaftliche Problem der sibirischen Warenausfuhr zu lösen, hat die russische Regierung systematisch die Frage der Schiffbarkeit des nördlichen Eismeres entlang der sibirischen Küste von neuem bearbeiten lassen, und zwar durch Reisen, die von Osten, von Wladiwostock, durch die Beringstraße gingen, und durch solche, die von Westen her die Karische Pforte südlich von Nowaja Semlja benutzten. Jetzt, 1914, wurden die wichtigsten Ergebnisse bekannt.

Die zwei von Osten aus das Polarbecken 1913 betretenden Fahrzeuge unter Kapitän *Wilkizki* haben sowohl nördlich als südlich von den Neu-Sibirischen Inseln passieren können und dann nördlich von Kap Tscheljuskin ein bergiges Land entdeckt — Kaiser-Nikolaus II-Land —, dessen von SO nach NW verlaufende Küste rd. 550 km weit über den 80. Breitengrad verfolgt werden konnte; es ist von Renntieren, Lemmingen und Eisbären bewohnt. *Wer hätte wohl gedacht, daß so verhältnismäßig nahe vor den Toren Nord-europas solche überraschenden Landentdeckungen noch möglich seien!* Man wird gut tun, die seit

Nansens berühmter „Fram“-Trift geltende Meinung, das nördliche Eismeer sei im ganzen ein landfreies, nur von Packeis erfülltes Becken, zu ändern.

Die von Westen, von Europa ausgehende Expedition hatte außer der russischen Kommission keinen geringeren als den oben erwähnten *Frithjof Nansen* an Bord. Der 1500 Registertons große Dampfer „Correkt“ hat von Tromsö bis Nosonowskoi Ostrow am unteren Jenissei 22 Tage gebraucht, davon 14 Tage wegen der Eisverhältnisse in dem Karischen Meer zugebracht. Die Rückreise dauerte gar nur 10 Tage. Nansen, der über seine auf der Reise gewonnenen Erfahrungen und Ansichten einen viel beachteten Vortrag vor der Geographischen Gesellschaft zu London gehalten hat, tritt für regelmäßige Beobachtungen des Eises und seiner Veränderungen während der Schifffahrtssaison ein, und zwar sollen Flugzeuge, Wasserflugzeuge, mitbenutzt werden, um durch verhältnismäßig kurze Aufstiege in kurzen zeitlichen Abständen über die jeweilige räumliche Ausbreitung des Eises genaue Kunde zu erlangen; diese Kenntnis müßte dann endlich auf funkentelegraphischem Wege den vor der Fahrt stehenden Dampfern mitgeteilt werden: freie Passagen sind immer da, man muß nur wissen, wo sie gerade sind. Die Sache mag zunächst etwas absonderlich und umständlich erscheinen, ist aber tatsächlich durchführbar; die russische Regierung hat schon 3 Funkenstationen an wichtigen Punkten errichtet, und bei der im Sommer sehr ruhigen Witterung — die weniger Gefahren für den Flieger birgt als die vielfach gewitterhafte Atmosphäre unserer Breiten — braucht man kaum Bedenken zu haben, zumal kein Punkt des Karischen Meeres weiter als 200 km von der Küste entfernt ist.

Es wäre reizvoll zu sehen, wenn es in den nächsten Jahren gerade oben im „unwirtlichen“ Norden durch Hilfe des modernsten technischen Transportmittels und Nachrichtendienstes einer ganzen Flotte von Dampfern ermöglicht würde, die von der Natur nach Raum und Zeit so knapp bemessenen Gelegenheiten voll auszunützen.

Bis dicht an die Pforten des nördlichen Eismeres haben deutsche meereskundliche Untersuchungen auch unseren Forschungsdampfer „Poseidon“ geführt. Er sollte unter der wissenschaftlichen Leitung Dr. *Mielchs* von der Biologischen Anstalt auf Helgoland den Bestand der sogenannten *Barentssee* (nördlich von der Halbinsel Kola auf dem Wege zum Weißen Meer) an Nutzfischen, besonders an Schollen, Kabeljau und Schellfisch, feststellen. Auch diese entlegeneren

¹⁾ Abgeschlossen 1. Juli 1914.

Meeresgegenden werden nämlich immer häufiger von Dampftrawlern aufgesucht, da die heimischen Gewässer schon vielfach überfischt sind. Über die reichen zoologischen Ergebnisse der Fahrt werden später Spezialarbeiten erscheinen; beachtenswert ist im ganzen aber die Tatsache, daß alle unsere Fischereifragen, wie auch aus diesem Beispiele erhellt, zunächst wissenschaftlich angefaßt werden, und dies ist gut so. Die bloße Praxis, das Drauflossuchen nach Fischgründen ohne bestimmte Gesichtspunkte führt zu nichts.

Ähnliche Erwägungen liegen einer überaus bedeutsamen Veröffentlichung des norwegischen Fischereidirektors und Zoologen Dr. *Johann Hjorts* zugrunde: *Fluctuations in the great fisheries of Northern Europe*, Kopenhagen, 1914 (Internationale Meeresforschung). Wenigen Problemen der marinen Biologie kommt solch einschneidende wirtschaftliche Bedeutung zu wie den *Schwankungen in den Erträgen der Großfischereien*. Die bisherige landläufige Anschauung ist die, daß die Schwärme der Nutzfische „wandern“, aus irgendwelchen Gründen große Ortsveränderungen vornehmen, z. B. um ihnen zusagende Nahrung, das Plankton, aufzusuchen, das seinerseits wieder auf bestimmte Temperaturen und Salzgehalte genau abgestimmt ist, und daß deshalb eine — scheinbare — Abhängigkeit der Fischerei von diesen hydrographischen Faktoren vorliegt. *Hjort* bestreitet im Hinblick auf ältere schwedische Untersuchungen an der bohuslänschen Küste und auf norwegische Arbeiten bei den Lofoten nicht, daß kleinere *lokale* Verhältnisse damit erklärt werden können, aber für die gewaltigen Schwankungen der Erträge von Jahr zu Jahr in ganzen Meeresteilen müssen andere allgemeine Ursachen wirksam sein, um so mehr, als große „Wanderungen“ überhaupt höchst unwahrscheinlich sind, weil die Nutzfische, wie der Hering, Dorsch, Kabeljau, Schellfisch, im allgemeinen, z. B. im europäischen Nordmeer, über größeren Tiefen als 800—1000 m gar nicht oder nur sehr vereinzelt vorkommen, die Meeresflächen mit geringeren Tiefen als 800 m aber beschränkt sind. *Hjort* weist nun in seinem großen Werk, dem Ergebnis einer vieljährigen, intensiven, wissenschaftlichen Arbeit auf See und im Laboratorium, nach, daß die Jahresproduktion an Nutzfischen aus vorläufig nicht erkennbaren Verhältnissen heraus sehr stark schwankt, und daß daher in den einzelnen „Fischstämmen“ gewisse einzelne Jahresklassen, z. B. die 1904 geborenen Fischindividuen, durch eine große Zahl der Tiere sich hervortun, und zwar vom Jungfisch an bis in das spätere Alter, so daß mehrere Jahre hindurch reiche Fänge — im wesentlichen also Individuen derselben Jahresklasse enthaltend — gemacht werden, worauf wieder geringere Fänge folgen, usf. Diese neue Anschauung, die auf sehr viele aus der Zahl der Schuppenringe abgeleitete Bestimmungen des Alters der gefangenen Fische sich stützt, erscheint hochwichtig und wertvoll, denn sie gibt dem gesamten Problem ein ganz anderes

Gesicht. Nach *Hjort* ist die Theorie gültig für die am Atlantischen Ozean vor sich gehende norwegische Hering- und Dorschfischerei, ferner für die Hering- und Schellfischerei in der Nordsee und aller Wahrscheinlichkeit nach auch für die Kabeljaufischerei in der Nordsee.

Jedenfalls stellt das Werk *Hjorts* einen Markstein in der langen Reihe dieser Meeresforschungen dar; *Hjorts* Material aus den nordwesteuropäischen Gewässern liegt vor und kann von jedem Interessenten benutzt und je nach der Überzeugung des Einzelnen gedeutet werden¹).

Anders, und zwar weniger günstig, liegt die Sache für den offenen, tiefen Atlantischen Ozean. Zwar birgt er im allgemeinen keine Nutzfischstämme, aber die Probleme mancher Fische, wie z. B. der Makrele und besonders des Aales, weisen doch zum Ozean hinaus, ja bis in die tropischen Teile des *Nordatlantischen Ozeans*, so daß seine *systematische Erkundung* immer notwendiger wird, zumal hier zugleich große Fragen der Klimatologie Europas (unperiodische Wärmeschwankungen) und der Schifffahrt (Eisvorkommen) eine Bedeutung erlangen. Vom offenen Atlantischen Meere haben wir jedoch, einige vereinzelte Reisen für besondere Zwecke ausgenommen, überhaupt noch kein systematisch gesammeltes Material, das den jahreszeitlichen Wechsel und den Wechsel von Jahr zu Jahr in den hydrographischen und biologischen Grundtatsachen wirklich zu über-schauen gestattete.

Hier gilt es, überhaupt erst anzufangen, und die neuen amerikanischen, den Küsten nahen Untersuchungen innerlich und äußerlich mit den europäischen entsprechenden Untersuchungen zu verknüpfen durch *atlantische Expeditionen*. Bisher ist diese große Forderung der neueren Meereskunde von den Geographenkongressen erhoben und getragen worden; letztere konnten aber nur ein „Gutachten“, ein wichtiges allerdings, erbringen. Einen wesentlichen Fortschritt haben die Bestrebungen nun im letzten Jahre 1913/14 darum zu verzeichnen, weil die größte, auch mit Geldmitteln ausgestattete und von den Regierungen der Nationen gegründete Vereinigung, das „Conseil permanent international pour l'exploration de la mer“, auf seiner letzten Tagung im Herbst 1913 zu Kopenhagen beschlossen hat, durch gleichzeitige Forschungsreisen quer über den Ozean diese Fragen tatsächlich in Angriff zu nehmen. Da die meisten vorhandenen Forschungsdampfer nicht fähig sind, die atlantischen Reisen selbst auszuführen, sind die Regierungen gebeten worden, Kriegsschiffe dafür zur Verfügung zu stellen, und zwar sollen erstmalig dem in Rede stehenden

¹) Kein geringerer als Geheimrat *Hensen*, Kiel, hat zu diesen hier nur angedeuteten Forschungen in der ausführlichen Berichterstattung „Ein Fortschritt in der Biologie der Fische“, bereits Stellung genommen im Heft 27 dieses Jahrgangs der „Naturwissenschaften“ S. 650—654 (3. Juli 1914). Es möge auf diesen allgemein interessanten Aufsatz noch ganz besonders hingewiesen sein.

Zwecke die Schiffe dienstbar gemacht werden, die zur Eröffnung des Panamakanales den Ozean queren werden. Es werden nicht wenige europäische Staaten dem Ersuchen willfahren, und man darf vielleicht für 1915 einen großen Zuwachs an Beobachtungsmaterial, das gleichzeitig, aber auf verschiedenen Kursen gewonnen werden würde, in dem nordatlantischen Meere von der europäisch-afrikanischen Seite bis hinüber zur westindischen See erwarten¹⁾.

Des Schweden O. Pettersson bekannter Anspruch, daß die naheliegendsten Meere häufig die unbekanntesten — wissenschaftlich betrachtet — zu sein pflegen, gilt auch vom *Mittelmeer*. Die vielfach überraschenden Ergebnisse zweier Fahrten des dänischen Untersuchungsschiffes „Thor“ haben gezeigt, daß die Naturverhältnisse dieses Beckens ungleich verwickelter sind, als man glaubte, und daß wir, besonders in der westlichen Hälfte, von einer vollen Kenntnis der Zustände und Vorgänge noch weit entfernt sind. Dem soll abgeholfen werden. Im Februar 1914 hat eine *internationale Mittelmeerkonferenz* in Monaco unter dem Vorsitz des Fürsten A. von Monaco stattgefunden, zu der die Regierungen von Griechenland, Österreich, Italien, Monaco, Frankreich und Spanien Vertreter entsandt hatten; man plant nach dem Muster der internationalen Vereinigung für die nordeuropäischen Meere regelmäßige Terminfahrten (jeweils im Februar, Mai, August, November) zunächst drei Jahre hindurch, und man hofft, 1916 mit den Beobachtungen beginnen zu können. Hiermit ist ein beachtenswerter, wenn auch vorläufig nur organisatorisch wichtiger Schritt geschehen.

Nahezu reif für gesetzgeberische Maßnahmen ist die sogenannte *Schollenfrage in der Nordsee* geworden. Die Überfischung der Nordsee hat bei der Scholle soweit um sich gegriffen, daß nach jahrelangen genauesten Untersuchungen und sorgfältiger Abwägung aller Momente, wobei besonders der Leiter der biologischen Anstalt in Helgoland, Prof. Dr. Heincke, entscheidend gewirkt hat, der Zentralausschuß der internationalen Meeresforschung jüngst den Regierungen der an die Nordsee grenzenden Staaten empfohlen hat, das Fangen von Schollen unter 20 cm Länge ganz, das Fangen von solchen unter 22 cm zeitweise (1. 4. bis 30. 9.) zu verbieten.

Auch die im Gefolge der „Titanic“-Katastrophe erfolgten Beratungen haben, obwohl auf den *Londoner Konferenzen* 1913/14 überwiegend die rein technische Seite, d. h. die schiffbauliche und die navigatorische Seite, zur Erörterung stand, doch auch der Meereskunde manche Fragen gestellt, deren Beantwortung in die teilweise schon Gesetz gewordenen Beschlüsse hineingearbeitet wurde. Die von allen wichtigen Dampfergesellschaften des transatlantischen Verkehrs vereinbarten Wege zwischen Westeuropa und der Ostküste Nordamerikas

sind revidiert und etwas südlicher gelegt worden; zwei Eisspähschiffe, die von den Vereinigten Staaten gestellt, deren Kosten aber gemeinsam getragen werden, haben alljährlich den Eismeldedienst in der gefährdeten Zone, d. h. im Osten und Süden von der Neufundland-Bank, während der Monate Januar bis Juli übernommen.

Die Förderung zahlreicher und wichtiger Probleme der Meeresforschung, besonders der Erscheinungen der Meeresoberfläche, ist durchaus abhängig von dem Beobachtungsmaterial, das die amtlichen Dienststellen der seefahrenden Nationen durch die Handelsschiffe jahraus jahrein sammeln lassen. Die oft beklagte *Abnahme der großen*, in transozeanischer Fahrt beschäftigten *Segelschiffe* gewinnt daher auch für die Meereskunde eine immer ernstere Bedeutung. Wie überaus bedenklich die Verhältnisse in dieser Segelschiffahrt liegen, und daß das Aussterben dieses wirtschaftlich und für den seemännischen Nachwuchs unentbehrlich erscheinenden Zweiges des Weltverkehrs tatsächlich in greifbare Nähe gerückt ist, darüber hat der Zentralverband deutscher Reeder im Winter 1913/14 eine unanfechtbar scheinende Statistik veröffentlicht, die selbst manchen, der den Dingen näher steht, überrascht haben dürfte. Nach den Schiffslisten waren 1913/14 in der gesamten Welthandelsflotte nur noch 1419 hölzerne, eiserne und stählerne Segler von 1000 Br.-Reg.-Tons (à 2,82 cbm) vorhanden, deren Lebensdauer durchschnittlich 22 Jahre ist; um diesen Bestand zu erhalten, müßten also jährlich 64,5 solche Segelschiffe neu gebaut werden. Tatsächlich sind seit 1908 noch nicht 5 solche Segelschiffe jährlich auf Stapel gelegt worden! Im Jahre 1912 überhaupt kein einziges. Da nicht abzusehen ist, wie hierin ein wirklicher Wandel eintreten sollte, so muß damit gerechnet werden, daß schon in den nächsten 5—6 Jahren der Bestand auf die Hälfte gesunken sein und *nach 1920 ganz plötzlich der Rest von der Hochsee verschwinden wird*. Man wird versucht, zu sagen: wie die Naturvölker überall der andringenden Kultur erliegen, so vernichtet der heutige hochwertige Dampfer, der in einzelnen Bauten schon 50 000 Reg.-Tons Rauminhalt überschreitet, unabwendbar das Segelschiff, das sich lediglich auf die Naturkraft des Windes verläßt. Vielseitig sind die Schäden dieses Vorganges. Auch die Meereskunde muß sich dabei zu den Leidtragenden zählen; sie verliert damit zahlreiche gute Beobachter in den verschiedenen Meeren der Erde. Während wir noch vor 20 und 10 Jahren reiches wissenschaftliches Beobachtungsmaterial auf den viel verschlungenen Pfaden der transozeanischen Segelschiffwege erhielten, sind schon heute gewaltige Strecken des Weltmeeres von diesen Beobachtern dauernd entblößt. Die räumlich auf schmale Verkehrsbänder zusammengedrückte Dampfschiffahrt bietet dafür nur sehr teilweise einen Ersatz.

¹⁾ Diese große Kulturaufgabe, die unmittelbar vor ihrer Verwirklichung stand, ist natürlich durch den Krieg auf unabsehbare Zeit hinausgeschoben.

Europäische Kolonisation in den Tropen.

Von H. Fehlinger, München.

Überblickt man die Geschichte der europäischen Kolonisationsbestrebungen in den Tropen, so stellt sich heraus, daß die Erfolge im allgemeinen recht bescheiden waren; denn in keinem tropischen Land, wo Europäer in größerer Zahl angesiedelt wurden, haben sich deren Nachkommen auf die Dauer zu halten vermocht; sie gingen entweder durch Rassenkreuzung unter den Eingeborenen auf, oder sie degenerierten und starben aus. So sagt z. B. *J. H. F. Kohlbrugge*¹⁾, daß er in Niederländisch-Ostindien, wo seit 300 Jahren Kolonisation stattfindet, nur eine Familie ermittelte, die rassenrein geblieben war und bereits in der vierten Generation dort lebte. Die blonden Menschen auf der Insel Pitcairn in Ozeanien und auf Kisser in den Molukken sind Nachkommen weißer Männer und farbiger Frauen. In Surinam (Südamerika) ließen sich um die Mitte des vorigen Jahrhunderts holländische Bauernfamilien nieder; die meisten starben aus und nur wenige, darunter auch unvermischte, haben sich erhalten. Besser zu halten vermochten sich die portugiesisch-jüdischen Familien, die ebenfalls in Surinam schon seit Jahrhunderten ansässig sind; aber es fällt auf, daß ihre legitimen Kinder schwach und kränklich sind, während die aus illegitimen Verbindungen mit Negerinnen und Mulattinnen hervorgegangenen Kinder kräftig und gesund sind²⁾. Im tropischen Mittel- und Südamerika haben sich viele Spanier und Portugiesen angesiedelt; aber seit der Unabhängigkeitsklärung der lateinisch-amerikanischen Länder nimmt in den meisten davon die europäische Bevölkerung ab, die Eingeborenen- und Mischlingsbevölkerung jedoch zu. Ausnahmen von dieser Regel bilden Chile, Argentinien und Uruguay, die ganz oder überwiegend in der gemäßigten Zone liegen. Über den mittelamerikanischen Staat Nicaragua berichtet *Dr. Rothsuh*, daß dort die weißen Ansiedler arg unter Tropenkrankheiten leiden; bei den weißen Frauen tritt eine immer mehr zunehmende Anämie, Abmagerung sowie körperliche und geistige Erschlaffung auf, welche auch die Geschlechtsorgane betrifft, so daß weiße Frauen wenig Kinder haben, und die Kinder, die sie haben, sind nur wenig widerstandsfähig. *Karl Sapper* bemerkt, daß dieses ärztliche Urteil auch für die übrigen Gebiete Mittelamerikas gilt³⁾. Die Beispiele ließen sich leicht noch vermehren, doch ist dies nicht erforderlich.

Selbst die nur vorübergehend in den Tropen

¹⁾ Einfluß der Tropen auf den blonden Europäer; Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiologie, 7. Jg. S. 575.

²⁾ Ansiedlung von Europäern in den Tropen, 2. Teil, 3. Abschn.: *van Blom*, Niederländ. Westindien. München 1912.

³⁾ Ansiedlung von Europäern in den Tropen, 2. Teil, 1. Abschnitt: *Sapper*, Mittelamerika.

lebenden Kolonialbeamten und Kaufleute weisen eine große Sterblichkeit auf, obzwar diese in den Berichten, welche beispielsweise die britische Regierung veröffentlicht, zu gering angegeben wird, da die Statistiken jene Personen außer acht lassen, die vor dem völligen Zusammenbruch in die Heimat zurückgeschickt wurden und dort starben.

Das unbefriedigende Ergebnis der europäischen Kolonisationsversuche in den Tropen darf nicht wundernehmen, wenn bedacht wird, daß die verschiedenen Menschenrassen lokale Anpassungsformen sind und daß die im Laufe einer vieltausendjährigen Entwicklung stattgefundenen Differenzierung der körperlichen Eigenschaften nicht wieder rückgängig gemacht werden kann, wenn auch eine gewisse Plastizität der heutigen Menschenrassen, wie sie *Franz Boas* trefflich bewies¹⁾, nicht zu leugnen ist; aber an eine Ausgleichung der Unterschiede ist nicht zu denken.

Vor allem hat wohl schon die *Masse* des Körpers als eine wichtige Anpassungsform zu gelten, wenn auch Beobachtungen hierüber erst ganz selten angestellt wurden. Dem amerikanischen Arzt *Dr. C. E. Woodruff*, der nach Ausbruch des spanisch-amerikanischen Krieges am Rekrutierungsgeschäft teilnahm, fiel der Gegensatz zwischen den schwachen Körpern der Freiwilligen aus den Südstaaten der Union und den starken, massigen Körpern der Leute aus den Felsengebirgs- und den nördlichen Präriestaaten auf. Doch hat die Erfahrung bewiesen, daß sowohl in Westindien wie auf den Philippinen die „Schwächlinge“ aus den Südstaaten tüchtige, widerstandsfähige Soldaten waren, während der massige nordische Typus nur zu leicht dem Klima erlag. Der große und massige Körper der Nord- und Mitteleuropäer, wie der amerikanischen Nordstaater, ist wohl dem kalten Klima gut angepaßt, er eignet sich aber nicht für den Aufenthalt in den Tropen, wo er schwer kühl gehalten werden kann²⁾. Nach den Angaben, die *Rudolf Martin* in einem neuen Lehrbuch der Anthropologie³⁾ veröffentlicht, ist denn auch das Durchschnittsgewicht der in heißen Ländern wohnenden Menschenrassen erheblich geringer als das der Europäer, Nordchinesen, nordamerikanischen Indianer (Irokesen) und anderer Bewohner gemäßigter Klimate. Es gibt zwar in den Tropen sehr hochwüchsige Menschen, wie die Sudanneger, gewisse südamerikanische Indianervölker, Polynesier usw., aber erstens sind das Ausnahmen von der Regel und zweitens sind diese großwüchsigen Tropenbewohner, wie *Woodruff* zutreffend bemerkt, immer schlank und niemals massig.

Als eine Anpassungserscheinung an das Tropenklima kann zuversichtlich auch die dunkle

¹⁾ Vgl. meinen Aufsatz über Veränderungen der Körperformen, *Petermanns Mitteil.* 1913, Juliheft.

²⁾ *Woodruff*, *Expansion of Races*, Seite 244—245. New York 1909.

³⁾ *Martin*, *Lehrbuch der Anthropologie*, S. 238. Jena, 1914.

Hautfärbung gelten, welche fast alle in den niederen Breiten unserer Erde wohnenden Zweige der Menschheit auszeichnet. Ursprünglich scheint die Menschheit nicht dunkel pigmentiert gewesen zu sein, denn die Negerkinder kommen regelmäßig mit schmutzig fleischfarbener Haut zur Welt und dunkeln erst später nach. Einen direkten Schutz gegen die Sonnenhitze bildet die dunkle Hautfarbe gewiß nicht, denn es ist bekannt, daß dunkle Flächen die Sonnenwärme stärker aufnehmen als helle. Aber dieser Nachteil der dunklen Pigmentierung wird dadurch mehr als aufgewogen, daß sie die Ausstrahlung der Wärme erleichtert. Überdies ist das Epidermispigment eine Schutzeinrichtung gegen die blauen und ultravioletten Lichtstrahlen¹⁾, unter deren Einwirkung der pigmentarme Europäer in den Tropen ungleich mehr zu leiden hat als der stark pigmentierte Neger, Süd-Araber, Dravida, Australier usw. Die geschlechtliche Auslese wirkte bei der Differenzierung der Hautfarbe der Menschen mit; wo die Gesündesten und Besten sich durch eine bestimmte Hautfarbe auszeichnen, da wird sie ein Mittel der Anziehung des anderen Geschlechts sein, und sie wird dadurch als Rasseneigenart gesteigert und gefestigt werden.

Es kommen auch noch andere Eigenschaften der Haut in Betracht, die den Klimaten angepaßt sind. So erwähnt *Kirchhoff*²⁾, daß die Negerhaut durch eine unvergleichlich heftige Perspiration ausgezeichnet ist; diese massenhafte Verdunstung von Körperflüssigkeit durch die Haut erzeugt hochgradige Verdunstungskälte, und darum fühlt sich die Negerhaut um so kühler an, je heißer die Sonne brennt. *Kohlbrugge* fiel es in Ostindien ebenfalls auf, daß die Eingeborenen immer kalte Hände haben, so daß man bei zufälliger Berührung geradezu erschrickt, während die Hände der Weißen immer warm sind.

Ein weiterer Umstand, der den Tropenbewohnern zum Vorteil gereicht, ist, daß sie sich eine größere Elastizität des Körpers gewahrt haben. *Kohlbrugge* sagt diesbezüglich³⁾: Bei allen Eingeborenen (Niederländisch Ostindiens) kann man beobachten, daß ihre Gelenke zu Exkursionen fähig sind, an die wir für die unsrigen nicht denken können. Wir können die von ihnen so beliebte Hockerstellung nicht nachahmen, wir können unsere Beine nicht übereinanderschlagen wie ein Buddha, wir können unsere Fingergelenke nicht so bewegen wie sie, noch weniger unsere Zehen wie Finger benutzen. Jeder Japaner kann mit den Zehen schreiben, jede javanische Näherin hält das Zeug mit den Zehen, alle Javaner heben kleine Gegenstände, die auf die Erde fielen, lieber mit dem Fuß auf, anstatt sich danach zu bücken. Infolge der größeren Elastizität ihrer Körper

strengt Arbeit die in den Tropen lebenden Rassen weniger an, sie ermüden weniger leicht als die Europäer.

Das Nervensystem des Europäers wird in den Tropen ungünstig beeinflusst. Schlaflosigkeit und Reizbarkeit sind meist die ersten Anzeichen der Schädigung der Nerven. Unter gewöhnlichen Verhältnissen zeigt der Eingeborene die Reizbarkeit des Europäers nicht, wohl aber dann, wenn er eine höhere europäische Bildung genossen hat und sein Geistesleben sich dem europäischen nähert. Nach *Kohlbrugges* Ansicht sind auch die tropischen Berggebiete deshalb für europäische Ansiedlung nicht geeignet, weil die Europäer dort ebenso wie im Tieflande von tropischer Nervosität befallen werden, sobald sie sich bleibend niederlassen und mit europäischer Energie arbeiten. Bei nur zeitweisem Aufenthalt in Berggebieten der Tropen tritt eine solche Schädigung nicht ein. Die Europäer könnten sich schon aus dem Grunde nur dann in den Tropen erhalten und fortpflanzen, wenn sie ihre Kultur abstreifen und ihr Leben wie das der Eingeborenen einrichten.

Nach alledem wird es nicht möglich sein, eine europäische Bevölkerung in ein Land der heißen Zone zu verpflanzen. Europäer können in solchen Ländern zeitweise tätig sein, besonders dann, wenn sie Handarbeit nicht verrichten, aber die *Stelle des Eingeborenen* werden sie niemals einnehmen können.

Die Hemmungs- und Förderungsfasern der Arthropodenmuskeln.

Von Priv.-Doz. Dr. Paul Hoffmann, Würzburg.

Es ist seit langem bekannt, daß durch Nervenreizung nicht nur Kontraktionen von Muskeln, sondern auch andererseits Hemmung der Muskel-tätigkeit herbeigeführt werden kann. Das bekannteste Beispiel von Nerven dieser Art ist der N. vagus, dessen Reizung Herzstillstand herbeiführt. Weitere Untersuchungen haben nun eine große Reihe von derartigen Hemmungserscheinungen kennen gelehrt. Ein besonderes Interesse haben die im Zentralnervensystem auftretenden. Durch die sogenannte „Enge des Bewußtseins“ wird die allbekannte Tatsache hervorge-rufen, daß man nicht imstande ist, seine Aufmerksamkeit zugleich auf zwei Vorgänge zu richten, und daß andererseits die scharfe Aufmerksamkeit auf einen Vorgang bewirkt, daß wir einen andern Sinneseindruck nicht wahrnehmen. Richtung der Aufmerksamkeit auf einen Gegenstand hemmt also die Perzeption von anderen Eindrücken.

Naturgemäß sind diese psychischen Hemmungen zur experimentellen physiologischen Untersuchung vorläufig zu kompliziert, sie gehören zum Arbeitsgebiet der psychologischen Forschung. Wohl der genauen Untersuchung zugänglich sind aber die Hemmungserscheinungen, die im Rückenmarke eintreten, wenn man bestimmte Reflexe hervorruft.

¹⁾ *Bälz*, Über die Einwirkung der Sonnenstrahlen auf verschiedene Rassen. Verh. d. Berl. Ges. f. Anthr. 1901, S. 204.

²⁾ *Kirchhoff*, Darwinismus, angewandt auf Völker und Staaten, S. 43. Halle a. S., 1910.

³⁾ A. a. O. S. 568—569.

Die Rückenmarksreflexe von Warmblütern sind besonders von *Sherrington* genau studiert worden. Der springende Punkt der Sherringtonschen Methode besteht darin, daß er Tiere zu seinen Versuchen verwendet, die er durch Entfernung des Großhirns bewegungslos und schmerzunempfindlich gemacht hat. Er kann also die Versuche über durch das Rückenmark vermittelte Reflexbewegungen ohne Narkose anstellen, was sehr wichtig ist, da auch nur eine teilweise Narkose die Reflexbewegungen unregelmäßig und unklar werden läßt.

An so vorbereiteten (enthirnten) Tieren läßt sich mit vollkommener Regelmäßigkeit beobachten, daß Reizung eines sensiblen Nerven einer Extremität Beugung dieser und Streckung der kontralateralen hervorruft. Bei diesen Reflexen tritt stets mit der Kontraktion eines Muskels eine Erschlaffung des Antagonisten ein. Es wird also zugleich mit einer Erregung, die in einen Muskel fließt, eine Hemmung auf den Antagonisten ausgeübt. Das Sherringtonsche Verfahren ist besonders bequem und anschaulich zur Demonstration dieser Erscheinung, es ist aber nicht zweifelhaft, daß die Erschlaffung der Antagonisten bei allen willkürlichen Bewegungen auch des Menschen eintritt, wenn sie auch nicht so leicht demonstriert werden kann. Es ergibt sich aus diesen Überlegungen, daß hemmende Einflüsse im Rückenmark eigentlich ebenso oft eintreten müssen, wie erregende, daß also die Hemmung eine vollkommen gleichberechtigte Funktion des Zentralnervensystems ist, ohne die eine geregelte Muskeltätigkeit sich nicht denken läßt.

Eine anatomische Trennung hemmender und erregender Apparate hat sich im Zentralnervensysteme der Vertebraten bisher nicht durchführen lassen, wenn wir auch auf Grund von besonderen Experimenten eine Vorstellung haben, wo der hemmende Einfluß einsetzen muß.

Als ein Objekt, an dem sich nervöse Hemmung ausgezeichnet demonstrieren läßt, kennen wir seit den 1887 von *Biedermann* ausgeführten Experimenten die Krebschere. Nach dem Abschneiden des Scherenfußes vom Tiere befindet sich der Scherenöffner sehr häufig im Zustande einer dauernden (tonischen) Kontraktion. Diese Kontraktion kann durch entsprechend abgestuften Nervenreiz prompt gehemmt werden.

Bei den Nerv-Muskel-Präparaten von Vertebraten kennen wir derartige Hemmungserscheinungen nicht, hier bewirkt die Reizung des zuführenden Nerven nur eine Erregung. Die Hemmung, die, wie schon erwähnt, auch bei diesen Tieren vollkommen typisch auftritt, hat ihren Sitz im Zentralnervensystem.

Nun ist sehr wichtig, daß das Nerv-Muskel-Präparat des Krebses (denn als solches ist die abgeschnittene Schere ja aufzufassen) sich von dem der Vertebraten (als Typus nenne ich das Ischiadicus-Gastrocnemius-Präparat vom Frosch) auch

anatomisch dadurch unterscheidet, daß zu den Muskelfasern die Nerven nicht einzeln treten, sondern immer zu zweien. Manche Muskeln erhalten nur zwei Achsenzylinder, die sich immer wieder teilend an die Muskelfasern legen. Zu anderen Muskeln treten deren mehrere, ihre Verteilung ist dann so, daß zu jeder Faser schließlich doch nur zwei ziehen. Die Nervenendigung im Muskel zeigt nach unseren heutigen Verfahren keine anatomische Struktur, die Fasern werden immer feiner, bis man sie aus den Augen verliert. Beide Fasern scheinen in gleicher Weise zu endigen. Endplatten finden sich nicht.

Biedermann, der auch diese anatomischen Verhältnisse zuerst beschrieb, verband sie mit seinen physiologischen Beobachtungen und stellte die Hypothese auf, daß der eine der beiden Achsenzylinder ein Förderer, der andere ein Hemmer sei. Bei der Aufstellung dieser Hypothese blieb es; spätere anatomische Untersuchungen von *Mangold* zeigten, daß die Doppelinnervation offenbar eine in der ganzen Reihe der Arthropoden herrschende ist. Einen direkten Beweis für seine Ansicht hat *Biedermann* nicht erbracht.

Verfasser stellte sich die Aufgabe, die physiologische Bedeutung der Doppelinnervation festzustellen. Er will hier erwähnen, daß er starke Zweifel an der Berechtigung der Biedermannschen Hypothese hegte und eher anzunehmen geneigt war, daß die eine Faser sensibel und die andere motorisch sei. Die Bedeutung der sensibeln Fasern für die Muskelbewegungen der Vertebraten steht so außer allem Zweifel, daß es sehr merkwürdig wäre, wenn die Crustaceen keine sensibeln Fasern in den Muskeln hätten.

Ich begann damit, die beiden Achsenzylinder des Scherenöffners in ihrem Verlauf zu verfolgen. Die vitale Methylenblaufärbung erwies sich als äußerst brauchbar. Wenn man sie in schwach alkalischer Lösung beim Krebs anwendet, so sind die Resultate, wenigstens was die dickeren Achsenzylinder betrifft, gleichmäßig vorzüglich.

Ich richtete mein Augenmerk wesentlich auf die Nerven des Öffners der Schere. Dieser Muskel ist besonders gut physiologisch untersucht und gewissermaßen der Typus eines doppelt innervierten Krebsmuskels. Es ist nun entschieden als ein glücklicher Zufall anzusehen, daß die beiden Achsenzylinder dieses Muskels nicht in ihrem ganzen Verlaufe vom Bauchstrang zum Muskel dicht nebeneinander liegen. Es würden dann Durchschneidungsversuche außerordentlich schwierig gewesen sein, da die Nerven des Krebses im Gegensatz zu denen des Frosches sehr verletzlich sind, schon ein leichter Druck genügt, um die Leitung dauernd aufzuheben. Es ergab sich aber, daß die beiden Nervenfasern für den Öffner sich erst kurz vor dem Eintritt des Nerven in den Muskel aneinanderlegen, daß sie also den weitaus größeren Teil des Weges vom Zentrum her in zwei verschiedenen Nerven verlaufen, die unter der Lupe mit

Sicherheit unterschieden werden können. Der Verlauf ist nicht in allen Fällen ganz typisch, wenn man eine Durchschneidung unternommen hat, muß man stets hintereinander anatomisch feststellen, daß diese regelrecht erfolgt ist. Durch systematische Durchschneidungsversuche, die ich an beiden Achsenzylindern vornahm, ergab sich, daß der eine *nur einen fördernden*, der andere *nur einen hemmenden* Effekt auf den Muskel auszuüben vermag. Durch Reizung des Hemmers kann man die Wirkung einer Reizung des Förderers vollkommen aufheben.

Es erwies sich also die Biedermannsche Hypothese als richtig. Vorläufig allerdings nur für einen Muskel, doch ergaben sich sofort weitere Anhaltspunkte dafür, daß sie auch bei anderen gelte.

Ich konnte nämlich finden, daß der fördernde Achsenzylinder, vordem er in den Scherenöffner tritt, den Strecker der Schere innerviert.

Es verteilt sich also ein Achsenzylinder in zwei Muskeln. Nun wirken Scherenöffner und Scherenstrecker zwar oft, doch keineswegs immer, synergisch, es muß also der andere Achsenzylinder des Scherenstreckers hemmende Wirkung haben. Wenn z. B. der Scherenöffner kontrahiert, der Scherenstrecker erschlafft ist, so kann dies nur dadurch kommen, daß die Förderungsfaser für den Öffner und Hemmer und Förderer für den Strecker in Tätigkeit treten.

Es ist also auch für diesen zweiten Muskel experimentell sichergestellt, daß er eine hemmende und fördernde Faser erhält.

Es ist nun zu fragen, welche biologische Bedeutung hat die doppelte Innervation der Arthropodenmuskeln? Es ist nicht recht einzusehen, warum die Krebse einen hemmenden Achsenzylinder zu den Muskeln senden müssen, während doch die Vertebraten ohne einen solchen auskommen. Es müssen also die Bewegungen des Tieres nach Durchschneidung des Hemmernerven untersucht werden, um festzustellen, welche Wirkung der Ausfall der peripheren Hemmung auf sie hat. Der Versuch ist sehr einfach auszuführen. Man muß die Durchschneidung des Nerven beim sonst unverletzten Tier machen, statt an der abgeschnittenen Schere.

Es ist nun sehr merkwürdig, daß der Krebs, sobald man ihm den Hemmernerven für den Öffnermuskel der Schere durchschnitten hat, andauernd die Schere geöffnet hält und jede Berührung mit einer Verstärkung dieser Öffnung beantwortet. Sobald er sich spontan zu bewegen beginnt, nimmt die Kontraktion des Öffnermuskels zu, nur wenn er vollkommen in Ruhe gelassen wird, läßt sie langsam nach. Dies geschieht schon an und für sich mit der Zeit durch Ermüdung des Muskels. Es ergibt sich also, daß der Krebs mit einem peripheren Förderer des Muskels allein nicht auszukommen vermag. Bei jeder Reizung sensibler Nerven kontrahiert sich ausnahmslos der Muskel. Da er dies normal keineswegs tut,

sondern nur bei den ersten Reizungen gelegentlich mit einer Kontraktion antwortet, so muß man annehmen, daß mit der Erregung des Förderers, die ja offenbar bei jeder sensibeln Reizung erfolgt, stets auch eine solche des Hemmers verknüpft ist, die verhindert, daß die Erregung auf den Muskel übertritt. Man kann nun eine derartige reflektorische Erregung des Hemmers ebenfalls erweisen.

Es ist nach diesen Resultaten mit Sicherheit anzunehmen, daß auch in dem Falle, daß der Muskel nicht in Tätigkeit gerät, Erregungen zu ihm hinfließen, und zwar in der hemmenden wie in der fördernden Faser. Erst wenn die Erregung der fördernden überwiegt, kommt es zu einer Erregung des Muskels, überwiegt die des hemmenden, so bleibt er in Ruhe.

Es wird also bei den Crustaceen erst in der Peripherie die Resultante der hemmenden und erregenden Impulse gezogen, was bei den Vertebraten schon im Rückenmarke erfolgt. Es sind bei diesen Tieren Apparate, die beim Menschen im Rückenmark liegen, nach außen bis an die Muskeln verlegt, und so dem Experiment einzeln zugänglich gemacht.

Die einfache Anordnung der Muskeln bei den Crustaceen und ihre relativ sehr geringe Zahl (für jedes Glied nur zwei), außerdem die geringe Menge der zu den Muskeln laufenden Achsenzylinder machen es möglich, die Hemmungsapparate an die Peripherie zu legen, ohne daß die Zahl der Nervenfasern sehr groß wird. Im Vergleich mit den Vertebraten ist die Zahl der motorischen Nervenfasern beim Krebs ja ganz verschwindend. Ich brauche nur daran zu erinnern, daß der Scherenschließer des Krebses 4—5 Achsenzylinder erhält, der wesentlich kleinere Abducens des menschlichen Auges aber 2500. Der so beim Krebs gelungene Beweis, daß ein Reiz gewissermaßen das ganze Zentralnervensystem erfaßt und an seinem Erfolge schließlich nur durch einen zugleich innervierten Hemmungsapparat gehindert wird, ist von großem Interesse, insofern er zeigt, daß in dem Falle, daß man bei Reflexversuchen keinen Erfolg sieht, noch keineswegs bewiesen ist, daß die Erregung nicht das ganze Zentralorgan ergriffen hat. Der Muskel ohne Hemmungsfaser verhält sich ähnlich wie alle Muskeln eines mit Strychnin vergifteten Tiers. Bei der Strychninvergiftung sind alle Hemmungen zerstört und auf jeden taktilen Reiz kontrahieren sich sämtliche Muskeln des Körpers. Wenn wir alle Hemmungsnerven des Flußkrebss durchschneiden könnten, würden wir wahrscheinlich einen ähnlichen Effekt erhalten wie bei der Strychninvergiftung der Vertebraten. (Auf Krebse wirkt Strychnin nicht.)

Ich möchte hier noch hinzufügen, daß man nicht denken darf, daß von jeder Stelle des Körpers und durch jedes Sinnesorgan schließlich ein Reflex ausgelöst wird, der nur durch gleichzeitige Erregung des Hemmers verhindert wird. Be-

kanntlich hat jeder Reflex sein sogenanntes „rezeptives Feld“. Z. B. der Hautbezirk, von dem aus der Kratzreflex des Hundes hervorgerufen werden kann, ist ein sattelförmiges Feld am Rumpf; von der Schwanzspitze kann er nicht ausgelöst werden. Ich bin nun der Meinung, daß eine Reizung, die außerhalb des rezeptiven Feldes erfolgt, deshalb keinen Reflex hervorruft, weil die anatomischen Verbindungen fehlen. Wenn aber die Reizung im rezeptorischen Feld erfolgt und es kommt doch nicht zum Reflex, so nehme ich eine gleichzeitige Erregung von Hemmungs- und Förderungsapparaten nach der Analogie beim Krebs an.

Es entsteht nun noch die Frage, ob denn die Muskeln des Krebses wirklich keine sensibeln Fasern erhalten. Es wäre an und für sich sehr merkwürdig, wenn diese Tiere keine Organe für die Erkennung der Muskelspannung (Kraftsinn) hätten.

In den Muskeln selbst finden sich nach meinen Ergebnissen tatsächlich keine sensiblen Nervenendigungen; massenhaft sind sie dagegen in den Gelenken vorhanden. Man muß also annehmen, daß beim Krebs die Organe, die dem Kraftsinn entsprechen (deren Existenz bei diesen Tieren allerdings nicht bewiesen ist), in den Gelenken und nicht in den Muskeln liegen.

Zuschriften an die Herausgeber.

Zur Praxis graphischer Darstellungen.

F. Auerbach hat im letzten Bande dieser Zeitschrift (1913, S. 139 u. 159) eine ausführliche Zusammenstellung der verschiedenen Arten graphischer Darstellung gegeben, eines Verfahrens, das nicht nur im Gebiete der Mathematik, Physik und Technik immer größere Bedeutung erlangt. Die mannigfache Ausdrucksmöglichkeit, die wir dadurch gewinnen, muß uns aber dazu anleiten, nicht immer bloß die bequemste, einfachste Darstellung herauszusuchen, sondern diejenige, welche uns am wenigsten zu falschen Vorstellungen verleitet, also gewissermaßen die logischste.

Es wäre z. B. vollkommen meiner Willkür überlassen, die Mitteltemperaturen der einzelnen Monate durch eine Punktreihe darzustellen, deren Ordinaten die Temperaturen wiedergeben, während die Abszissen um konstante Beträge zunehmen. Es ist dann nur zu verlockend, durch diese Punkte eine sanft geschwungene Kurve durchzulegen und weiter daraus etwa die Mitteltemperaturen einzelner Tage ablesen zu wollen. Obwohl das Unzulässige dieses Verfahrens, das, wie auch Auerbach bemerkt, bloß bei kontinuierlichen Funktionen angewendet werden darf, ohne weiteres klar ist, wird der Fehler doch oft genug gemacht. Dies alles wird vermieden, wenn man von vornherein Mittelwerte immer durch (den Flächeninhalt der) Rechtecke wiedergibt, deren Höhe jenen Werten entspricht, während die Grundlinie, auf der sie aufsitzen, den Raum (es braucht ja nicht gerade ein Zeitraum zu sein) gibt, über welchen sie gewonnen wurden. Man erhält so die bekannte Darstellung durch Säulen oder eine Treppelinie, und wenn man jetzt durch sie eine geschwungene Linie durchlegt, doch so, daß die Flächeninhalte in

jedem Bezirk gleich bleiben, dann hat man eine berechnete und nicht so einseitig fälschende Annäherung. Übrigens schützt dieses Verfahren oft auch vor der Versuchung, aus einer ungenügenden Anzahl von Punkten eine schön geschlungene Kurve herauskonstruieren zu wollen, was wohl meistens mit der mangelnden Orientiertheit des Autors entschuldigt werden darf.

Ein anderer Fehler wird unwillkürlich häufig begangen, daß man nämlich bei dem — im allgemeinen ziemlich verlässliche Resultate liefernden — Ausgleich von Beobachtungswerten durch eine nach dem Augenmaß durchgelegte Kurve sich nicht vor Augen hält, daß meistens die eine Größe (der Einteilungsgrund z. B.) ganz genau gegeben ist, die Fehler sich nur in der anderen, davon abhängigen, finden. Ist diese als Ordinate angenommen, jene als Abszisse, so darf man die Mittelkurve nicht so durchlegen, daß die räumlichen Abstände der einzelnen Punkte im allgemeinen möglichst klein werden, es müssen vielmehr die Abstände in der Ordinatenrichtung ausgeglichen erscheinen. In allen solchen Fällen kann ein möglichst großer Abszissenmaßstab eine wirksame Hilfe bilden, während sonst auch bei geübtem Auge überraschend große systematische Abweichungen eintreten.

Diese beiden Hinweise werden vielleicht manchem, der sich nur gelegentlich mit dem Lesen oder Anwenden graphischer Darstellungen beschäftigt, von Nutzen sein können.

Wien, den 17. September 1914.

Dr. Wilhelm Schmidt.

Darstellungsmethoden des Wasserstoffs-superoxyds.

Der Artikel in Heft 36 der „Naturwissenschaften“ hat derjenigen Wasserstoffsuperoxyd-Fabrikationsmethode nicht gedacht, der seit mehreren Jahren die größte technische Bedeutung nächst dem alten Bariumoxydverfahren zukommt. Bei diesem Verfahren wird zunächst Schwefelsäure auf elektrolytischem Wege zu Überschwefelsäure oxydiert, worauf diese bzw. die daraus sofort entstehende Carosche Säure durch Destillation im Vakuum in Wasserstoffsuperoxyd übergeführt wird. Dieses fällt hierbei unmittelbar als 20prozentiges sehr reines Produkt an, während sich gleichzeitig Schwefelsäure zurückbildet, welche immer wieder in die Elektrolyse zurückgeführt wird, so daß also bei der Fabrikation nur Wasser und elektrische Energie aufgewendet werden. Dieses Verfahren des Konsortiums für elektrochemische Industrie G. m. b. H. in Nürnberg (D. R.-P. 217 539 vom 16. Juni 1905) ist weit älter als das in dem genannten Artikel erwähnte Verfahren von Adolf & Pietzsch (D. R.-P. 241 702 vom 9. Oktober 1909), welches den gleichen Gedanken verwertet, indem es statt von der Überschwefelsäure von überschwefelsauren Salzen ausgeht. Nach dem obengenannten Verfahren wird seit vielen Jahren in großem Maßstabe seitens der Chemischen Fabrik Weissenstein in Österreich Wasserstoffsuperoxyd erzeugt.

Nürnberg, den 22. September 1914.

Dr. Martin Mugdan.

Besprechungen.

Der Jahresbericht der Smithsonian Institution in Washington über das am 30. Juni 1912 abgelaufene

Berichtsjahr ist vor einigen Monaten erschienen und zeigt aufs neue, in welcher Weise das Stiftungsvermögen dazu verwendet wird, die Absicht des Stifters: „die Mehrung und die Ausbreitung des Wissens unter den Menschen“ zu verwirklichen.

Das Institut wurde im Jahre 1846 durch eine Kongreßakte in Washington gegründet, nach den Bestimmungen des Testamentes von *James Smithson*, der (ein natürlicher Sohn des Herzogs von Northumberland) im Jahre 1829 den Vereinigten Staaten 120 000 Pfund Sterling hinterlassen hatte, „for the increase and diffusion of knowledge among men.“ Aus den Zinsen des Legates wurde auf einem Grundstück, das die Vereinigten Staaten zur Verfügung stellten, das Smithsonian Building errichtet. Im Laufe der Zeit sind eine ganze Anzahl von Instituten geschaffen worden, die der Leitung der Smithsonian Institution unterstellt sind, und zu deren Unterhaltung der Kongreß der Vereinigten Staaten alljährlich namhafte Summen bewilligt, da das eigene Einkommen der Stiftung dazu nicht ausreichen würde.

Als Ganzes umfaßt die Smithsonian Institution das Nationalmuseum (das hauptsächlich den Naturwissenschaften, der Archäologie und der Anthropologie dient), das Institut für amerikanische Ethnologie, einen Zoologischen Garten, das astrophysikalische Observatorium (im Jahre 1890 von *Langley*, dem dritten Sekretär, dem bekannten amerikanischen Astronom begründet), das Institut des internationalen Kataloges der wissenschaftlichen Literatur und die Bibliothek. Mit diesen Instituten und deren Veröffentlichungen und mit seinem internationalen Austausch von literarischen Veröffentlichungen dient die Stiftung international der gesamten Naturwissenschaft, aber auch der Anthropologie und der Archäologie. Die statutenmäßigen Mitglieder sind der Präsident und der Vizepräsident der Vereinigten Staaten, der Präsident des höchsten Gerichtshofes und die verschiedenen Staatssekretäre (der Finanzen, des Krieges, der Flotte usw.). Der Jahresbericht richtet sich an das Kuratorium (Board of Regents), dem der Vizepräsident der Vereinigten Staaten und der Präsident des obersten Gerichtshofes ex officio angehören, ferner drei Mitglieder des Senats, drei Mitglieder des Repräsentantenhauses und sechs Bürger, „von denen zwei in Washington wohnen sollen und die andern vier Einwohner irgend eines Staates, aber nicht zwei davon desselben Staates, sein sollen.“ Verantwortlicher Leiter des Institutes ist der Sekretär (*Charles D. Walcott*), der der ausführende Beamte des Kuratoriums ist.

Das Vermögen des Institutes beträgt jetzt ungefähr eine Million Dollar (weit über eine halbe Million aus dem Smithsonschen Legat und über eine viertel Million aus einer Schenkung von *Thomas G. Hodgkins* aus den Jahren 1891 und 1894) und wird von dem Schatzamt der Vereinigten Staaten mit 6 % verzinst. Während des Berichtsjahres 1912 betrug das Einkommen des Institutes über 100 000 Dollar. Es setzt sich zusammen aus den Zinsen des Vermögens, aus Beiträgen für besondere Zwecke und den Erträgen aus verschiedenen kleinen Einnahmequellen. Mit dem Restbetrage aus dem Jahre 1911 betrugen die gesamten für das Berichtsjahr 1912 verfügbaren Mittel rund 139 600 Dollar, davon wurde in dem Berichtsjahre rund 106 500 Dollar verbraucht. Die Zuschüsse des Kongresses für die verschiedenen der Smithsonian Institution unterstellten Institute und Unternehmungen betrugen 742 000 Dollar, der weitaus größte Teil davon,

nämlich 542 500 Dollar, für das Nationalmuseum und 100 000 Dollar für den Zoologischen Garten.

Der Umfang der von dem Institut geleisteten Arbeit wird, wie der Bericht hervorhebt, lediglich durch die zur Verfügung stehenden Mittel beschränkt. „Zahlreiche wertvolle Projekte können aus Mangel an Mitteln jetzt nicht in Angriff genommen werden, Projekte, deren Durchführung aber die Smithsonian Institution ohne weiteres übernehmen könnte, wenn die Mittel verfügbar wären.“ In diesem Zusammenhange verdient die Gründung einer Studiengesellschaft besonderes Interesse, an der die Institution beteiligt ist. Dr. *Frederic G. Cottrell* von dem Bergbauamt der Vereinigten Staaten hat der Smithsonian Institution eine Reihe wertvoller Patente zum Geschenk angeboten, die sich auf die elektrische Beseitigung von Staub, Rauch und chemischen Abgasen auf elektrischem Wege beziehen, namentlich Abgasen aus Schmelzöfen und Zementfabriken. Die Obstplantagen und die sonstigen Ernten in der Nähe großer Zementanlagen in Kalifornien haben durch deren Abgase schwer gelitten. Das Cottrellverfahren entfernt die Zementteilchen daraus, und aus den Abgasen der Schmelzöfen Blei und andere Metalle, die bisher nicht hatten unschädlich gemacht werden können. — Es schien dem Kuratorium ratsam, zur geschäftlichen Verwertung der Patente eine Aktiengesellschaft gründen zu lassen, in der die Institution indirekt durch den Sekretär als Privatmann vertreten sein sollte. Nach einem Übereinkommen zwischen dem Kuratorium und Dr. *Cottrell* wurde demgemäß die *Research Corporation of New York* organisiert und als Gesellschaft eingetragen. Die Studiengesellschaft soll ein sich selbst erhaltendes Mittel zur Förderung wissenschaftlicher und technischer Untersuchungen sein. Sie hat zwei Ziele, erstens Erfahrungen und Patente zu erwerben und sie der Industrie und dem Kunstgewerbe nutzbar zu machen, während sie sie selber als Einkommensquelle benutzt, und zweitens allen Gewinn daraus zur Förderung wissenschaftlicher und technischer Untersuchungen und Erfahrungen anzuwenden unter Mitwirkung der Smithsonian Institution und anderer wissenschaftlicher und Unterrichtsinstitute. Zu diesem Zweck ist die Gesellschaft mit 20 000 Dollar (in 200 Anteilen) kapitalisiert worden. Aber das Statut setzt fest, daß keine Dividenden gezahlt werden dürfen und der gesamte Verdienst, ohne irgend welchen persönlichen Nutzen, Untersuchungszwecken gewidmet werden muß.

Eine große Anzahl von Entdeckungen, die zweifellos einen größeren oder geringeren Wert besitzen, gehen gegenwärtig aus Mangel an genügender Durcharbeitung zugrunde; in manchen Fällen, weil die Erfinder im Dienste der Regierung oder der Universitäten oder anderer Institute stehen und entweder durch amtliche Rücksichten oder aus Mangel an Mitteln oder aus Abneigung gegen geschäftliche Unternehmungen gehemmt werden, und in andern Fällen, weil eine zufällig im Laboratorium gemachte Entdeckung oft aus dem Rahmen des Betriebes herausfällt, dessen Zwecken das Laboratorium eigentlich dienen soll. Solche, man möchte sagen Nebenprodukte, sollen weiter entwickelt und in dem Umfange, in dem sie dazu fähig sind, auch ausgenützt werden. Die Studiengesellschaft wünscht, hier helfend einzugreifen. Die Cottrellschen Apparate sind bereits ausprobiert worden und sind in mehreren Staaten im Westen im Betriebe. Der Besitz dieser Patente und das ausschließliche Recht zu ihrer Verwertung sichert der Studiengesellschaft einen gewissen Geschäftsumfang; sie hat auch bereits von

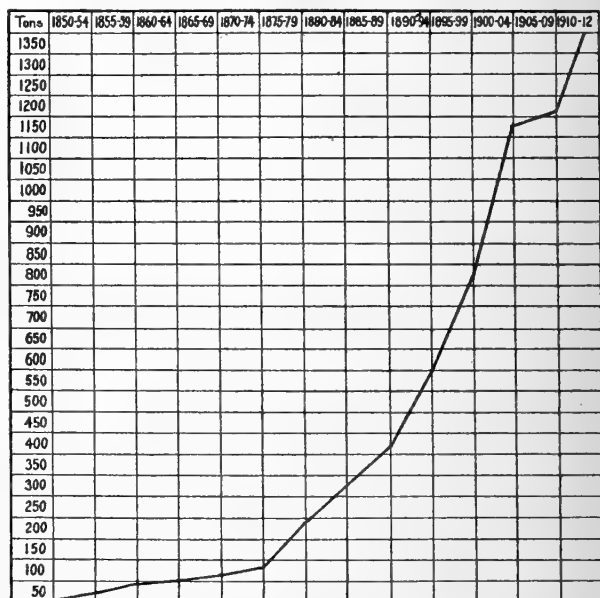
einigen namhaften industriellen Unternehmungen, darunter z. B. der New York Edison Company und der Baltimore Copper Refinery, Aufträge auf Versuchsanlagen erhalten. Geleitet wird die Studiengesellschaft von einem Direktorium, dem Kaufleute und Techniker angehören, die zu großen industriellen, im besonderen Hüttenunternehmungen in Beziehungen stehen. Zu ihnen gehört auch der Sekretär der Smithsonian Institution und Professor *Elihu Thomson*. —

Von den Berichten der Abteilungsvorsteher haben diejenigen über das Nationalmuseum und über die Abteilung für amerikanische Ethnologie in erster Linie ein in gewissem Sinne lokales Interesse. Von den 238 000 neuen Gegenständen, die dem Nationalmuseum zugeführt worden sind, waren 168 000 biologischer, 63 000 geologischer und paläontologischer und 7000 anthropologischer Art. Unter den neuen Erwerbungen befindet sich auch der erste Wrightsche Flugapparat, einige interessante polnische Münzen aus der Zeit von 1386 bis 1835, eine große und einzigartige Sammlung von Briefmarken und anderen Dingen aus dem Postbetrieb der Vereinigten Staaten, 4000 Säugetiere (neben Vögeln, Reptilien, Fischen und Wirbellosen) von einer Expedition nach British Ostafrika, eine große Sammlung kambrischer Fossilien und dergleichen mehr. Ein großer Teil des Museums ist dem Kunstgewerbe gewidmet, im besonderen der Textilindustrie und Keramik, ein kleiner Teil auch der reinen Kunst. —

Die Abteilung für amerikanische Ethnologie dient zum großen Teil dem Studium der Geschichte, der Sprachen und der Sitten und Gebräuche der amerikanischen Indianer. (Seit ihrer Einrichtung im Jahre 1879 sind 27 Jahresberichte und über 50 andere Berichte veröffentlicht worden, die eine wertvolle ethnologische Bibliothek bilden.) Eine besondere Untersuchung hat sie dem Inschriftfelsen El Morro im Staate Neu-Mexiko gewidmet, der dort befindlichen spanischen Inschriften wegen, die für die frühe Geschichte bestimmter Indianerstämme (Pueblo) wichtig sind. Der Felsen El Morro ist eine malerische Sandsteinanhöhe, die sich aus einem sandigen Tal erhebt. Eine Quelle an seinem Fuße, die jetzt allerdings nur ein Rinnsal ist, machte ihn zu einem wichtigen Lagerplatz der Spanier auf ihren Reisen zum und vom Rio Grande und den dortigen Stämmen. Die Inschriften dieser frühen Erforscher des Landes sind nahe dem Fuße des Felsens eingegraben und enthalten der Hauptsache nach die Namen der Besucher und den Zeitpunkt der Besuche, manche auch mehr oder weniger ausführliche Angaben über den Zweck der Reise. Die früheste Inschrift stammt von dem Kolonisateur Neu-Mexikos und Gründer der Stadt Santa Fé, der seinen Namen und den Zweck seines Besuches im Jahre 1606 einschrieb, bei seiner Rückkehr von einer gefährlichen Reise zu dem Golf von Kalifornien; aus dem Jahre 1629 stammt die Inschrift des Mannes, der die ersten Missionare nach Zuñi (35 Meilen von El Morro) geleitete; die Inschriften reichen bis tief in das 18. Jahrhundert. Sie wurden jetzt photographiert und in sorgfältigen Faksimile-Abdrücken plastisch reproduziert. Die Reproduktion ist um so notwendiger, da die Witterung des Felsens beträchtliche Fortschritte gemacht hat und die Inschriften, obwohl El Morro zum Nationaldenkmal erklärt worden ist, dem Vandalismus schon beträchtliche Opfer haben bringen müssen. Ein neues Forschungsgebiet ist dem Institut für amerikanische Ethnologie durch den Bau des Panamakanals erschlossen worden, besonders durch die westindische Archäologie. —

Rein lokales Interesse besitzt begreiflicherweise der Bericht über den Zoologischen Garten, der zwar einen erheblichen Zuwachs an Tieren erfahren hat, der aber trotz der großen Mittel des Instituts merkwürdigerweise darüber klagen muß, daß „eine nationale Sammlung wenigstens diejenigen Tiere enthalten sollte, die allgemein Gegenstände des Interesses seien, wie die Giraffe, das Dromedar, das Rhinoceros, der afrikanische Elefant, die verschiedenen Bergziegen. Der hohe Preis dieser Tiere hat ihre Anschaffung bisher verhindert, aber hoffentlich wird ihr Ankauf in der Zukunft ermöglicht werden.“ —

Ganz allgemeines Interesse beansprucht der Bericht über den internationalen Austausch literarischer Erzeugnisse. Der vom Kongreß bewilligte Zuschuß für die Unterhaltung des Austauschverkehrs beträgt Jahr für Jahr 32 000 Dollar. Im ganzen standen der dafür bestimmten Abteilung im Berichtsjahr rund 36 600 Dollar zur Verfügung. Das Diagramm zeigt die unge-



Zunahme der Austauschsendungen in Tonnen (von je 2000 Pfund) von 1850—1912 (in Zwischenräumen von je 5 Jahren).

heure Entwicklung des Austauschverkehrs. Die Austausch-Publikationen zerfallen in vier Kategorien, von denen drei auf Politik, Parlaments- und Regierungsangelegenheiten entfallen, die vierte die verschiedensten wissenschaftlichen und literarischen Veröffentlichungen umfaßt. Diese letzten gehen hauptsächlich an die gelehrten Gesellschaften, Universitäten, wissenschaftlichen Institute und Museen in den Vereinigten Staaten und werden an ähnliche Institute nach allen Teilen der Welt verschickt. Der Bericht hebt ausdrücklich hervor, daß das Institut ebensoviel an solchen von auswärts empfängt als es selber abgibt. Aus der Liste von Ländern, die mit der Smithsonian Institution in Austauschverkehr stehen, geht hervor, daß während des Berichtsjahres an England 423 Kisten gesendet worden sind, an Deutschland 410, an Frankreich 207, an Österreich-Ungarn 122, an Italien 96, an Rußland 81, an Japan und Belgien je 62 usw. — Für den Austauschverkehr mit Deutschland ist in dem „Amerika-Institut“, das seine Räume in der Königlichen Bibliothek in Berlin hat, eine Zentralstelle geschaffen worden. Das im Oktober 1910 unter Mitwirkung des preußischen Kul-

tusministeriums gegründete Institut dient überhaupt der Pflege kultureller Beziehungen zwischen den Vereinigten Staaten und Deutschland. —

Der internationale Katalog der wissenschaftlichen Literatur ruht auf einer Organisation, die aus 32 die verschiedenen Länder vertretenden Bureaus besteht. Die Aufsicht über das ganze Unternehmen liegt bei einer internationalen Kommission, die in regelmäßigen Zwischenräumen zusammentritt. Die 32 Bureaus liefern das für den Katalog bestimmte Material an das Zentralbureau in London, das die Zusammenstellung und die Herausgabe besorgt. Der Katalog umfaßt 17 Jahresbände, je einen für Mathematik, Mechanik, Physik, Chemie, Astronomie, Meteorologie, Mineralogie, Geologie, Geographie, Paläontologie, allgemeine Biologie, Botanik, Zoologie, Anatomie, Anthropologie, Physiologie und Bakteriologie. Jedes mitwirkende Land erhält ein eigenes Bureau, die dazu erforderlichen Mittel werden in den meisten Fällen von der Regierung zur Verfügung gestellt. Das Zentralbureau, das die Kosten für die Herausgabe des Katalogs trägt, erhält sich aus dem Verkauf der veröffentlichten Bände. Die *Royal Society of London* hat seit der Begründung des Unternehmens im Jahre 1901 die finanzielle Garantie übernommen, und durch die weitgehende finanzielle Unterstützung die Publikation des Werkes möglich gemacht. Allerdings ist der Preis des Kataloges, obgleich er unter den Selbstkosten bleibt, so groß, daß seine Zweckmäßigkeit stark eingeschränkt wird. Das Zentralbureau müßte über einen permanenten Fonds verfügen können, um von den Einnahmen aus dem Verkauf der veröffentlichten Bände unabhängig zu werden. Wenn ein solcher Fonds geschaffen werden könnte, so würde der Subskriptionspreis des Kataloges, der jetzt 85 Dollar das Jahr beträgt, vermutlich auf die Hälfte heruntergesetzt werden können. Die von dem Kongreß für das Bureau der Vereinigten Staaten gewährte Beihilfe betrug für das Berichtsjahr (wie auch im vorigen Jahr) 7500 Dollar. Während des letzten Jahres wurden von diesem Bureau 27 201 Katalogkarten an das Zentralbureau geliefert. In der Zeit von 1901 bis 1911 hatte das Zentralbureau von den 32 zusammenarbeitenden Bureaus im ganzen 2 059 036 Karten erhalten, hiervon 262 335 aus dem Bureau der Vereinigten Staaten. —

Der Bericht über die eigenen Veröffentlichungen der Smithsonian Institution lehrt die Mannigfaltigkeit ihrer Interessen am besten kennen. Eine besondere Rolle spielt unter den Veröffentlichungen der Jahresbericht, der in seinem General Appendix stets einen geradezu bewundernswürdigen Überblick über den gegenwärtigen Stand des modernen Wissens bildet. Es verdient hervorgehoben zu werden, daß allein für die Publikation dieses Jahresberichtes 10 000 Dollar in den Etat des Institutes eingestellt werden.

Der General Appendix enthält auf etwa 600 Seiten 38 Aufsätze aus den führenden amerikanischen, deutschen, englischen und französischen wissenschaftlichen Zeitschriften aus den Jahren 1910—1912, die dazu bestimmt sind, über den gegenwärtigen Stand des Wissens in dem betreffenden Zweige zu orientieren. Dahin gehört z. B. ein Aufsatz von *Abbot*, dem bekannten Direktor des astrophysikalischen Observatoriums der Smithsonian Institution, über die von diesem geleisteten Arbeiten zur Ermittlung der Solarkonstante, mit denen sich auch der an den Board of Regents gerichtete Bericht beschäftigt, ferner Aufsätze über die neuesten Fortschritte in der Astronomie, über die Beziehungen der Paläobotanik zur Geologie, über Madagaskar und dessen Reichtum an

Edelsteinen, über die Pinguine der Südpolarregion, über Eisberge und ihre Bedeutung für die Schifffahrt, über die Geschichte und Varietäten der menschlichen Sprache, über Versuche mit Seifenblasen (von *Boys*), über Messungen minimaler Mengen von Substanzen (von *Ramsay*), über Molekulartheorie und Mathematik, über die Verbindung zwischen Äther und Materie (von *Poincaré*) und dergleichen mehr. Von den 38 Aufsätzen stammen 6 von deutschen Verfassern: Die neuesten Leistungen und Aufgaben der chemischen Industrie von *Duisburg*, Anpassung und Vererbung im Licht moderner experimenteller Forschung von *Kammerer*, Ameisen und ihre Gäste von *Wasmann*, die Abstammung der europäischen Haustiere von *Keller*, das Sinaiprobem von *Oberhummer*, die Musik der primitiven Völker und die Anfänge der europäischen Musik von *Pastor*.

Schon um dieses General Appendix wegen bildet der Jahresbericht der Smithsonian Institution eine wertvolle Bereicherung einer jeden naturwissenschaftlichen Bibliothek. Als Ganzes betrachtet aber wird er jeden, dem die „Mehrung und Ausbreitung des Wissens unter den Menschen“ am Herzen liegt, mit Bewunderung für den Stifter des Institutes erfüllen, der vor nahezu hundert Jahren und noch dazu in dem jüngsten aller Kulturländer eine für die damalige Zeit sicher ungeheure Summe einer Aufgabe dienstbar gemacht hat, deren Erfüllung auch heute noch in den ältesten Kulturländern dem Staate nur zum kleinsten Teile von dem Privatvermögen abgenommen wird, in den Vereinigten Staaten aber dank dem vorbildlichen Beispiele *James Smithsons* überwiegend von diesem geleistet wird. *A. Berliner, Berlin.*

Kleine Mitteilungen.

Der Urmensch in Südamerika. Im Laufe der letzten Jahrzehnte sind in Südamerika zahlreiche fossile Reste von Menschen gefunden worden und besonders viele amerikanische, aber auch andere Forscher haben aus ihnen den Schluß gezogen, daß in Südamerika ehemals verschiedene fossile Menschenrassen gelebt haben, und einige wollten sogar die gesamte Menschheit von diesem Kontinente herleiten. Bei Gelegenheit einer Expedition des Smithsonian Institutes hat nun *A. Hrdlička* 1910 alle diese Funde einer genauen Musterung unterzogen und kommt in Übereinstimmung mit anderen nordamerikanischen Geologen und Anthropologen zu dem vor kurzem veröffentlichten Resultate, daß alles ohne Ausnahme gegen die Existenz des Urmenschen und seiner Vorläufer in Südamerika spricht (*The American Journal of Science*, 1912, XXXIV, p. 543—554). Anthropologie, Geologie, Archäologie, das Studium der gebrannten Erden und Schlacken, der Muscheln, die das hohe Alter der Schichten erweisen sollten und die chemische Untersuchung der Gebisse sprechen gleichzeitig gegen die angenommene Existenz von Urmenschen oder Urmenschenformen in Südamerika. Es scheinen hier immer nur Verwandte der jetzigen Indianer gegessen zu haben. Eine ganze Reihe Fehlerquellen für die falschen Bestimmungen der amerikanischen Forscher lassen sich nachweisen. Zunächst sind die Funde fast durchweg nicht von fachwissenschaftlich gebildeten Männern gemacht worden, sondern meist von ganz ungebildeten Arbeitern, Schiffern, Gärtnern, im günstigsten Falle von Sammlern ohne genügende Schulung. Infolgedessen sind wir meist über die Art der Auffindung ganz im

unklären, manche Reste sind auch ganz wieder verloren gegangen, ohne wissenschaftlich untersucht und beschrieben zu sein, und trotzdem hat man auf ganz ungenügende Angaben über sie hin sogar neue Arten aufgestellt. Oft haben die Funde fast jahrzehntelang unbeachtet gelegen, so daß sich bei ihrer endlichen Beschreibung keine genauen Daten über ihre Herkunft mehr ermitteln ließen. Zu der Sammlung durch ungeeignete Leute kam ein falsches Urteil über das Alter der sie einschließenden Schichten, das vielfach überschätzt wurde. Ganz besonders zeigten aber viele Beschreiber einen auffälligen Mangel an Erfahrung in anthropologischen Dingen. Am ärgsten tritt uns dies bei dem sogenannten *Diprhomomo* entgegen, nach *Ameghino* dem zweiten Vorläufer des Menschen. Hier wurde das aufgefundene Schädelstück nicht in die Lage gebracht, die ihm in der Natur zukommt, sondern beschrieben, wie es aussah, wenn man es auf den Tisch legte. So wurde ein abnorm niedriger Schädel vorgetäuscht, während in Wahrheit die aufgefundenen Stirnbeine durchaus normal in die Höhe strebten. Von den angeblichen Resten des noch älteren *Tetraprhomomo* gehört der Oberschenkel einem kleinen Raubtiere an, der Halswirbel fällt aber noch ganz in die Variationsbreite der vorgeschichtlichen und vielleicht sogar der geschichtlichen Indianer. Hiernach kann von einer Entwicklung der Menschenrassen auf südamerikanischem Boden keine Rede mehr sein.

Th. A.

Über die Beteiligung beider Hirnhemisphären an der Funktion der Sprache. Die Zentren für Rede und Wortverständnis liegen gewöhnlich beim Rechtshänder in der linken Hirnhemisphäre — *Goethe* hat, noch bevor dieses Verhalten wissenschaftlich erkannt war, hierzu bekanntlich eine treffende Beobachtung gemacht (S. 237, Heft 10, 1914, dieser Zeitschrift) — und zwar im Fuß der dritten Stirnwindung resp. in den oberen Schläfenwindungen. Nicht nur beim Linkshänder, sondern auch dort, wo die linke Hemisphäre nicht zur Entwicklung gekommen ist, übernimmt nun die rechte die betreffende Funktion, wie *Mingazzini* (*Folia neuro-biologica* Bd. VII, Nr. 1/2, 1913) an dem Gehirn eines mit rechtsseitiger Lähmung geborenen Epileptikers ersehen konnte, bei welchem neben ausgedehntem völligen Schwund großer Hemisphärenabschnitte links, darunter der hinteren Drittel der drei Schläfenwindungen, starke Verödung der Nerven Elemente u. a. in den vorderen zwei Dritteln der Schläfenwindungen und dem Fuße der dritten Stirnwindung bestand, ohne daß der Patient, dessen Intelligenz fast normal war, eine Beeinträchtigung des Wortverständnisses oder der Sprechfähigkeit gezeigt hätte. Im Zusammenhange hiermit weist *Mingazzini* weiter darauf hin, daß diese umgekehrte Lokalisation der betreffenden Funktionen auch bei Rechtshändern auftreten kann („Rechtshirnnigkeit“) und führt dazu einen Fall *Gianellis* an, bei welchem ein Erweichungsherd bei einem 65jährigen Rechtshänder in der dritten rechten Stirnwindung die Redefähigkeit (nicht das Wortverständnis) vernichtet hatte, und bei dem sich bei der Sektion die gleiche Stelle links, die normalerweise die Funktion hätte besorgen sollen, intakt erwies. Ferner wird ein weiterer Fall eines Rechtshänders besprochen, bei welchem nach einer Läsion nur der rechtsseitigen Schläfenwindungen gleichwohl dauernde starke Beeinträchtigung des Wortverständnisses ein-

trat. *Mingazzini* ist der Ansicht, daß die gedachten Fähigkeiten in der Entwicklung des Menschen und beim Kinde (wie beim Papageien, bei dem dies experimentell nachgewiesen ist) ursprünglich auf beiden Seiten gleichmäßig verteilt sind und daß sie erst später und meist nicht ganz vollständig sich auf der einen Seite lokalisieren. Eine eingehende Begründung dieser Anschauungen enthält die neue Auflage des ausgezeichneten Lehrbuchs des Verfassers „*Anatomia clinica dei centri nervosi*“, Turin 1913, mit 470 Abbildungen, 936 S.

E. J.

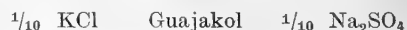
Nachweis freier Aminosäuren im Blut. Die Frage, ob und welche freien Aminosäuren im normalen Blut nachweisbar sind, ist von großer Bedeutung für die Physiologie des Eiweißstoffwechsels. War auch schon bekannt, daß während der Verdauung der Anteil des Blutstickstoffs, der nicht im Eiweiß enthalten ist, eine Vermehrung erfährt, so war doch noch nie die Isolierung chemisch definierter Aminosäuren aus dem Blut gelungen. Auf dem Internationalen Physiologenkongreß in Groningen hat *Abel* eine geistvoll erdachte Methode angegeben, durch die es gelingt, Aminosäuren in solcher Menge zu erhalten, daß ihre Identifizierung möglich ist. Gleichzeitig ist es *Abderhalden* (*Zeitschr. f. physiol. Chemie* Bd. 88, 1913, p. 478—483) gelungen, bei Verarbeitung von je 50—100 Liter Blut eine ganze Reihe von Aminosäuren in einer zur Kennzeichnung genügenden Menge zu erhalten. Es wurden bisher isoliert und identifiziert: Prolin, Leucin, Valin, Asparaginsäure, Glutaminsäure, Alanin, Glykokoll, Arginin, Lysin, Histidin, also 10 von den etwa 16 Aminosäuren, die als normale Bausteine aller Eiweißkörper bekannt sind.

P.

Ein neues Schutzverfahren für Stahl und Eisen gegen Rost ist von *Sherord Cowper-Coles* angegeben worden. Es besteht dies darin, daß man die Gegenstände aus Stahl oder Eisen elektrolytisch mit reinem Eisen überzieht. Ein solcher Überzug wirkt dann ebenso schützend wie ein Überzug von Zink, indem er gleich diesem elektropositiv gegenüber dem Stahl ist. Der in dem Elektrolyteisen enthaltene Wasserstoff ist hierbei noch insofern von besonderem Vorteil, da er das Eisen noch etwas mehr elektropositiv macht. Die englische Mannesmannröhrengesellschaft hat eine Lizenz für Anwendung dieses Verfahrens auf Dampfkesselröhren und für andere Zwecke erworben. (*Engineering* 97, 828, 1914.)

Mk.

Wasserunmischbare organische Substanzen zeigen nach *R. Beutner* ein **elektrodenähnliches Verhalten**, nach Art der Metalle. Es lassen sich aus ihnen in Verbindung mit wässrigen Salzlösungen Ketten bilden, z. B.



An die Stelle von Guajakol können auch Salizylaldehyd, o-Toluidin und ähnliche Substanzen treten. Allgemein gilt für solche Zusammenstellungen, daß durch zwei ungleich konzentrierte wässrige Lösungen zweier Elektrolyte, welche durch eine Schicht einer wasserunmischbaren organischen Substanz (von elektrolytischem Leitvermögen) getrennt sind, eine E. K. erzeugt wird, die von den Teilungskoeffizienten dieser beiden Salze zwischen Wasser und der organischen Flüssigkeit gemäß der elektromotorischen Phasengrenzregel abhängt. (*Z. phys. Chem.* 87, 385, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 43.

23. Oktober 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Über H. Simroths Pendulationstheorie. Von Dr.
Ernst Fischer, Halle. S. 949.

in London (Schluß). Von *Privatdozent Dr.*
W. M. Guertler, Grunewald. S. 955.

Vom diesjährigen Kongreß des Institute of Metals

Technische Mitteilungen. S. 958.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Vereinfachte Blitzableiter

Von

Professor Dipl.-Ing. Sigwart Ruppel

Frankfurt a. M.

Dritte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 80 Textfiguren — Preis M. 1.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschienen:

Die neueren Arzneimittel

und die pharmakologischen Grundlagen ihrer Anwendung in der ärztlichen Praxis

Von

Dr. A. Skutetzky und **Dr. E. Starkenstein**

k. u. k. Stabsarzt, Vorstand der Abteilung für
innere Krankheiten am k. u. k. Garnisons-
spitale, Privatdozent für innere Medizin

Privatdozent
für Pharmakologie und
Pharmakognosie

an der deutschen Universität in Prag

Zweite, gänzlich umgearbeitete Auflage

In Leinwand gebunden Preis M. 12.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

23. Oktober 1914.

Heft 43.

Über H. Simroths Pendulationstheorie.

Von Dr. Ernst Fischer, Halle a. S.

H. Simroths Pendulationstheorie ist vor kurzem in zweiter und vermehrter Auflage erschienen, ein stattlicher Band von nunmehr fast 600 Seiten.¹⁾ Ein ungeheures Material ist hier zusammengebracht, mit scheinbar unerschöpflichem Eifer hat der Verfasser sich bemüht, Belege und Beweise für seine Theorie aus den verschiedensten Wissensgebieten zusammenzutragen. Und das mit Recht, denn kaum eine andere Theorie der letzten Jahrzehnte ist so sehr dazu geschaffen, weiteste Gebiete der verschiedensten Natur zu umspannen, zusammenzufassen und zu konzentrieren, eben in ihrem Brennpunkte, der Annahme gesetzmäßig, periodisch schwingender Polverlegung. Das große Problem der Geologie im weitesten Sinne, wie es nicht nur die Geschichte der Erde darstellt, die Entstehung und der Wechsel ihrer Klimate, Meere, Festländer und Gebirge, sondern auch die Geschichte der Entwicklung aller ihrer Bewohner und deren oft rätselhafte Verteilung, und ihre verschiedene Anpassung, ja selbst die Geschichte der Menschheit, all dies ist hier mit *einem* Schlüssel zu lösen gewagt.

Die Theorie bedeutet, wenn sie sich bewährt, einen ungeheuren, grundlegenden Fortschritt unseres Wissens. Sie bedarf eben deshalb auch der gewissenhaftesten und sorgfältigsten Prüfung von den verschiedensten Seiten.

Es soll im folgenden versucht werden, die Theorie, die im Kreise der Tier- und Pflanzengeographen anscheinend schon Anhänger gefunden hat, von einer Seite zu betrachten, die für ihre Existenz entscheidender ist, als alle Tier- und Pflanzenverbreitung der Gegenwart, sie zu prüfen an den Tatsachen, wie sie die Geologie uns liefert, dem einzig wirklichen Kriterium jeder Theorie, die sich mit der Vergangenheit der Erde befaßt.

Es soll vorher versucht werden, die Theorie, die doch vielleicht nicht allgemein vertraut sein dürfte, noch einmal kurz zusammenzufassen.

Außer den beiden Rotationspolen, den Enden der Nord-Süd-Achse, besitzt unsere Erde noch zwei *Schwingpole*, Ecuador und Sumatra, zwischen denen sie hin- und herpendelt. Während nun diese beiden Pole dauernd ihren Platz behalten, wandern die Rotationspole, und zwar eben regelmäßig pendelnd, süd- bzw. nordwärts auf

einem größten Kreise, der dem Meridian 10° östl. Länge von Greenwich entspricht, dem *Schwingkreis*. Mit der Lage der Drehpole ändert sich nun auch die Lage des Rotationsäquators, mit ihm verlegen sich die Klimazonen und zugleich das Maximum bzw. Minimum der Zentrifugalkraft, wie es eben am Rotationsäquator bzw. den Polen vorhanden ist. Dies bedingt eine mit der Pendulation Hand in Hand gehende Änderung in der Gestalt der Erde, indem dann stets der Erdhalbmesser in der Region des Äquators sich zu verlängern, an den Polen sich zu verkürzen bestrebt ist. Hierbei wird das beweglichere Wasser ganz allgemein der Erdkruste voraneilen, d. h. die jeweils in äquatorialer Pendulationsphase befindlichen, den Äquator zu sich verlegenden Gebiete werden mit Wasser überschwemmt, scheinbar gesenkt werden, die in polarer Phase befindlichen sich über das Wasser zu erheben scheinen. Wenn wir nun durch die Pendulationspole, die ja allein stets sich auf dem jeweiligen Äquator befinden und durch die Rotationspole einen Kreis legen, den sog. *Kulminationskreis* (weil ihn schneidend jeder Punkt seine größtmögliche Polhöhe erlangt, entsprechend dem 80° westl. L. bzw. dem 100° östl. L.), so finden wir durch ihn die Erde in 2 Hälften geteilt, die pazifische und die atlantisch-indische Hemisphäre, diese beiden werden wiederum durch den Äquator zerlegt in eine nördliche und eine südliche Hälfte, so daß wir nunmehr 4 Quadranten haben, von denen sich jeweils 2 in äquatorialer, 2 in polarer Schwingungsphase befinden.

Wir z. B. in Europa befinden uns zurzeit in äquatorialer Phase, wir bewegen uns, wenn wir uns nunmehr die Erde quasi unter dem Netzwerk der Breitengrade beweglich vorstellen, dem Süden zu. Während der Eiszeit lagen wir nördlicher, zur Jura- und Kreidezeit südlicher usw.

Daß die angegebenen Ausgleichbewegungen des Flüssigen und des Festen zur Wiederherstellung der durch die Pendulation gestörten Geoidform unter dem Schwingungskreise in der Tat ausreichen, auch die gewaltigsten Transgressionen, Senkungen und wiederum Hebungen zu erklären, geht schon daraus hervor, daß der Unterschied der Länge des Erdhalbmessers an den Polen gegenüber demjenigen am Äquator rund 20 km beträgt. Es können also auf diese Weise bequem Niveaushiftungen selbst von Tausenden von Metern erklärt werden.

Neben den Bewegungen des Flüssigen werden natürlich auch solche des Festen durch die Pendulation hervorgerufen. An den Polen bilden sich durch Einbruch junge Meeresbecken. Unter dem

¹⁾ *Simroth, Heinr.*, Die Pendulationstheorie, 2. Aufl. XV, 597 S. Berlin, K. Grethlein, 1914. Preis geh. M. 8,—, geb. M. 10,—.

Schwingkreis ist die Bildung von Depressionen geradezu charakteristisch für die äquatoriale Phase. Kaspisee, Totes Meer und ostafrikanische Gräben werden hierfür aus unserem Quadranten genannt. Entgegengesetzt verhalten sich die Quadranten entgegengesetzter, polarer Phase. Bei ihnen hebt sich das Land mehr und mehr aus dem Meere. Es entstehen Druckdifferenzen und Gebirgsstauchungen, so sind die Gebirge Folgen der polaren Pendulation. Ihre verschiedenartige Ausbildung entspricht der verschiedenen Widerstandsfähigkeit der Gesteinsschichten, älteren Widerlagern u. dgl. Überhaupt erweist sich das Land als spröder, ungleicher als die Wasserhülle und verursacht so mancherlei Unregelmäßigkeiten im Bild unseres Erdkörpers.

Bei allen diesen Bewegungen bleiben indes die beiden Pendulationspole in ständiger Ruhe. Sie sind durch den absolut größten Erddurchmesser verbunden, entsprechend ihrer dauernd äquatorialen Lage. Sie bieten, und hier setzt nun die wesentlich biologische Seite der Theorie an, den Zufluchtsort, die Stätte konstant bleibender Lebensbedingungen, für alte Tier- und Pflanzengruppen, im schärfsten Gegensatz zu den Schwingkreisgebieten, deren Bewohner, den stärksten Impulsen der stets geänderten Breiten- und sonstigen Verhältnisse unterworfen, sich in lebhaftester Entwicklung befinden müssen. Indem die neu entstandenen Tiergruppen nun in gleicher Breite nach Ost und West abströmend sich zu verbreiten versuchen, werden sie von der weitergehenden Pendulationsbewegung nach Süden (bzw. Norden) abgelenkt, ihr ursprüngliches Heimatgebiet aber gerät inzwischen auf dem Schwingungskreise in andere Lage, sie werden dort entweder weiter entwickelt oder vernichtet, so daß sich aus diesen stets sich gesetzmäßig wiederholenden Vorgängen außerordentlich charakteristische Verbreitungsgebiete der verschiedensten Tier- und Pflanzengruppen ableiten lassen, und daß damit das Grundgesetz der Tier- und Pflanzengeographie gefunden erscheint. Als besonders regelmäßig auftretende Verteilung ist nach dem Gesagten die Verteilung nahestehender Tierarten, Gattungen oder Gruppen auf Punkte symmetrischer Lage zu beiden Seiten des Schwingungskreises anzusehen, nach den sogenannten *symmetrischen Punkten*. — Das Ausweichen der Gruppen vom Schwingkreis wird sie nun häufig bis zum Kulminationskreise führen, und da jenseits desselben Gebiete anderer Schwingungsphasen sich befinden, werden sie sich an ihm stauen. Dort, wo dies infolge des geringen Ausmaßes der durch die Pendulation verursachten Änderungen relativ leicht möglich ist, anderseits auch unter dem Schwingkreise selber, wo die dauernd wechselnden Bedingungen unterworfenen Arten eine größere Amplitude der Anpassungsfähigkeit besitzen, werden sie, z. B. unter Benutzung von Gebirgen oder Meerestiefen, auch den Äquator halb aktiv, halb passiv, zu über-

schreiten vermögen und sich dann jenseits desselben, den alten Gewohnheiten getreu, in Gebiete begeben, die denen ihrer Entstehung am ähnlichsten beschaffen sind, und es wird sich dadurch häufig eine *meridiale Symmetrie* herstellen.

Indem so die ganze Verteilung der Tier- und Pflanzenwelt wesentlich von der Pendulation und der Sonnenstellung abhängig ist, so ergibt sich schließlich auch die Notwendigkeit für Arten oder Gruppen, welche die mannigfachsten Schicksale hinter sich haben, daß sie in ihren überbleibenden Resten an Punkten erhalten bleiben, die zu den Schwingpolen gleiche Lage und gleichen Abstand haben, die also in gleicher Sonnenstellung sich befinden, die sogenannten *identischen Punkte*.

Es ist nun wohl noch ein Wort über die Bildung und Umbildung der Tierwelt zu sagen: der eigentliche Herd der organischen Umgestaltung ist der Schwingkreis, wo die Lebewesen immerfort den stärksten klimatischen Schwankungen ausgesetzt sind und wie mechanisch unter stets veränderte Bedingungen (Land und Wasser) geführt werden. Hier verbindet nun H. Simroth mit dem Gedankengang der Pendulation einen zweiten von ihm schon lange ausgesprochenen und verteidigten Gesichtspunkt, nämlich den von der *schöpferischen Überlegenheit des Landes* über das Wasser. Allezeit erreicht nach ihm die Schöpfung ihren Höhepunkt auf dem Lande, und jeder große Fortschritt in der Entwicklung der Lebewesen ist auf dem Lande geschehen, ja gewissermaßen dem Lande zu verdanken. Es ist es, das mit seinen wechselnden Bedingungen, mit heiß und kalt, naß und trocken, mit den großen Schwierigkeiten und der reichen Mannigfaltigkeit der Fortbewegung, mit der stärkeren Atmung stets aufs neue die Entwicklung hervorruft. Ein Rücksinken, eine Flucht in gleichmäßigere, beschränktere Verhältnisse bedeutet die Anpassung ans Wasser. Und so wird nun mit einem Schlage von der Zahl der in Betracht kommenden Quadranten dem einen das Übergewicht verliehen, der die reichste Mannigfaltigkeit der Gliederung, den buntesten Wechsel von Meer und Land, hoch und tief, umfaßt, dem atlantisch-indischen Nordquadranten. Europa einschließlich Nordafrika ist der Herd, von dem die ganze Schöpfung ausgeht und wo sie ihre Vollendung erreicht hat. Hier ist das Zentrum, von dem aus Faunen und Floren sich immer wieder neugebildet über die ganze Welt verbreitet haben und noch verbreiten.

Indem nun diese Verbreitung von einer Gegend aus sich gleichmäßig im Rhythmus der Pendulation vollzieht, bewegen sich die einzelnen, stets neu gebildeten Faunen und Floren gleich großen Wellenkreisen konzentrisch über die Erde weg, und längst sind im Entstehungspunkte die alten Gestalten der Tiere und Pflanzen erloschen, neue, andersartige entstanden und

weiter verbreitet und noch jüngere eben im Entstehen begriffen, wenn sich an den entfernten Punkten die alten noch lebhaften Blühens und Gedeihens erfreuen.

Das bisher Gesagte dürfte im wesentlichen den Kern der Theorie umschreiben. Weniger grundsätzlich mit ihr verbunden dürfte eine Anzahl anderer Annahmen sein, die sich mehr auf peripherische Einzelheiten beziehen, mehr versuchsweise die Verbindung der Theorie mit mancherlei zunächst nicht ganz leicht zu deutenden Einzelheiten herzustellen versuchen. Hierher dürfte vor allem der Abschnitt über die mutmaßlichen Ursachen der Pendulation zu rechnen sein, wo der Verfasser nichts Geringeres als den Sturz eines zweiten Mondes auf die Erde, wo er heute in der Gestalt Afrikas erhalten ist, als Anstoß für die Pendulation verantwortlich macht. Dieser Gedanke wird in dem Kapitel der neuen Auflage: Zur mechanischen Auffassung der Pendulation nicht mehr berührt, hier wird vielmehr auf Grund der neueren Literatur der Gedanke ausgesprochen, es möchte sich die Pendulation nur auf einen über dem eigentlichen Erdkern, der seine Lage beibehält, beweglichen Mantel beschränken, was dem Verfasser viele Schwierigkeiten zu beseitigen scheint. Auch der Gedanke, die Pendulation auf magnetische Kräfte zurückzuführen, wird kurz angedeutet, doch scheinen diese astronomischen und geophysikalischen Fragen zunächst noch nicht hinlänglich geklärt. Es wird vielleicht noch Zeit sein, darauf erst dann näher einzugehen, wenn sich die Theorie auf anderen, leichter prüfbaren Gebieten erst genügend gerechtfertigt haben wird. Dies gilt namentlich von einem Gebiete, das dafür ganz besonders geeignet erscheint und auf dem andererseits gerade die Theorie die größten Umwälzungen hervorzubringen gedenkt, dem der historischen Geologie.

Vorerst möge es gestattet sein, noch einmal die große Bedeutung dieser neuen Lehre für den Fall ihrer Bestätigung zu betonen. Dies zeigt zugleich die Fülle der Irrwege und Irrtümer, die eine nicht genügend begründete Annahme der Theorie über weite Gebiete der Wissenschaft verbreiten könnte.

Die Geologie als Erdgeschichte würde in ihr mit einem Male ein Grundgesetz erhalten, das ihr beinahe den Rang einer exakten Wissenschaft verliehe. Ihre Zeitrechnung wäre auf eine ganz neue Basis gestellt, von der aus sich selbst die Lösung der heute völlig unlösbaren Probleme einer Bestimmung der geologischen Zeiträume wohl ohne allzu große Schwierigkeiten erreichen ließe. Die Klimate der Vorzeit, die Entwicklungsgeschichte der Meere und der Kontinente, der Gebirge und Tiefländer, die Bildung und Zerstörung der Gesteine, all dies wäre mit einem Schlage aus einer großen Gesetzmäßigkeit heraus geklärt oder doch von ihr aus klärbar geworden. Die Entwicklung der Lebewelt, der Pflan-

zen und der Tiere, hätte ihre gesetzmäßigen Ursachen gefunden, ihre Wanderungen und Schicksale in Vergangenheit und Gegenwart wären grundsätzlich klargestellt.

Auch für die Kenntnis des Zukünftigen wäre die Theorie von Bedeutung. Wenn einmal das die Geschichte der Erde bestimmende Grundgesetz erkannt ist und sein einfacher Rhythmus erforscht ist, so muß es mit fortschreitender Erkenntnis möglich sein, immer genauer die Geschehnisse der geologischen Zukunft vorherzusagen. Da selbst der Mensch mit seiner gesamten Entwicklung und Kultur denselben Gesetzen unterworfen ist, seine Wanderungen und seine Geschehnisse (wie z. B. das Hervortreten der Japaner auf die polare Pendulation zurückgeführt wird, in der sich ihr pazifischnördlicher Quadrant gegenwärtig befindet!) denselben Regeln folgen, wie diejenigen der Tier- und Pflanzenwelt, so werden sich nicht nur für die Geschichtsschreibung die interessantesten Gesichtspunkte und Lösungen mancher Rätsel ergeben, sondern wird vielleicht auch in dieser Beziehung eine ganz andere Voraussicht der Zukunft möglich sein, als dies bis heute auch nur denkbar scheint.

Indes lassen wir diese Utopien, zu denen die erhitze Phantasie den Vertreter einer Theorie verführen könnte, deren Grundlagen noch nicht einmal genügend geprüft und gesichert erfunden sind!

Wenden wir uns zu den Beweisen der Theorie, wie sie in scheinbar unerschöpflicher Fülle in *Simroths* Werke gesammelt und mit Eifer vorgetragen sind. Da ist zunächst ohne weiteres zuzugeben, daß eine ganze Anzahl von Beobachtungen, wie sie besonders auf Grund der Vorträge von *P. Reibisch*, dem Schöpfer der Theorie 1901, dargestellt sind, und die ja wohl den Ausgangspunkt der ganzen Theorie gebildet haben, auf bemerkenswert auffällige Weise mit dem auf Grund der Theorie zu Fordernden übereinstimmen. Die angeführten Hebungen und Senkungen passen ebenso gut wie so manche andere, die nicht angeführt sind, z. B. die starken jungen Hebungen an der nordamerikanischen Westküste, die entsprechenden Hebungen der Ostküste von Nordchina, die Senkungen fast sämtlicher australischer Küsten, die Hebung eines Teiles der südamerikanischen Ostküste usw. usw. (Bezüglich der Kritik dieser und entgegenstehender Angaben muß ich auf später verweisen.) Auch manche andere paläogeographische Annahmen lassen sich recht gut mit der Theorie in Übereinstimmung bringen. Die Hauptmasse der Beweise aber soll die Tiergeographie bringen, und es gibt in der Tat fast keine vorhandene Verteilung der Tiere, die nicht auf die eine oder andere Weise auf die Pendulation zurückgeführt würde. Ein wahres Riesenmaterial ist hier verarbeitet, und mit unerschöpflicher Geduld und Energie wird immer wieder auf die Theorie als die Deuterin aller Tatsachen, die Löserin aller Zweifel hinge-

wiesen. Ein nicht unwesentliches Merkmal aller Tierverteilung ist das jeweilige Vorkommen der ersten Vertreter jeder Gruppe im nordatlantisch-indischen Quadranten. Meist ist es ja Europa, das die Belege liefert, zum Glück gehört aber auch ein Teil von Nordamerika dazu, und wo die Sache ja nicht recht stimmen will, da sind entweder weitere Funde oder Untersuchungen abzuwarten oder aber sind die Altersbestimmungen nach den oben angeführten Prinzipien irrig und nach der Theorie zu korrigieren.

Indes sind in der Tat einzelne Tatsachen geradezu verblüffend. Die Beispiele vom heutigen Vorkommen von Alligator, Limulus, Pleurotomaria, Lepidosiren, Ceratodus mit ihrer ausgesprochenen Verteilung nach symmetrischen Punkten sind einfach mustergültig, noch dazu wenn man die uralten europäischen Vorkommen derselben oder doch höchst nahe stehender Formen im Auge behält. Und ähnlich schöne Beispiele finden sich in einer ganzen Reihe von Gruppen wieder, so daß man nur diese Beweisreihen berücksichtigend wohl geneigt sein möchte, die Ausführungen und Folgerungen anzuerkennen, die ein so umfassender Forscher auf diesen Gebieten mit soviel Detailkenntnis, Geist und Überzeugung vertritt.

Schon etwas zweifelhafter sind die Ausführungen über den Menschen, sein Werden, seine Kultur und seine Verbreitung, so überraschend und geistreich auch hier manche der angeführten Zusammenstellungen und Schlüsse sein mögen. Indes mag bei einem derartigen ersten Versuche eine neue Theorie auf fremdem Gebiete zu erproben wohl manches zunächst befremdlich scheinen. Auf jeden Fall möchte ich mir nicht anmaßen, hier ein nicht fachmännisches Urteil auszusprechen. Ähnliches gilt von den botanischen Beweisen, die freilich auch nur Einzelnes herausgreifen. Es wird Sache der Botaniker und Pflanzeographen sein, ihr Urteil über die Brauchbarkeit der Theorie auf ihrem Gebiete zu fällen.

Wir kommen damit zu dem Punkt, der der Kernpunkt der Beweise sein sollte, die geologischen Grundlagen der Pendulationstheorie, die allein bestimmend für das Urteil über die ganze Theorie sein müssen. Ein Teil der geologischen Gesichtspunkte, die sich mit dem Thema verbinden, ist bereits angeführt worden. Eine weitere Anzahl geologisch-paläontologischer Tatsachen fand sich schon im systematischen Teil über die Tierwelt verwendet. In einem Kapitel „Bemerkungen zur Geologie“ bringt nun Simroth den Rest dessen, was er in dieser Richtung noch anzuführen hat. Es muß hier leider konstatiert werden, daß die geologischen Grundlagen, auf denen er basiert, nur als durchaus ungenügend bezeichnet werden können. Es wäre ein leichtes, hier ausführlich und im einzelnen dafür den Beweis zu führen — aus lauter Zitaten des Buches zusammengesetzt —, einen Beweis, der nichts zu wünschen übrig ließe. Es muß indes doch betont werden, daß

dies alles noch nichts gegen die Theorie selbst beweisen würde, und so kann dies denn mit Stillschweigen übergangen werden.

Zunächst ist der Theorie wohl zweifellos die Möglichkeit einer Polverlegung im Laufe der geologischen Zeiten zuzugeben, wenschon die Notwendigkeit dieser Annahme noch bestritten wird. Dagegen kann bei der großen Kompliziertheit der ganzen geophysikalischen Probleme, und bei dem lebhaften Fluß, in dem sich unsere diesbezüglichen Anschauungen heute befinden, vorläufig von dieser Seite ein Beweis der Theorie ebensowenig erwartet werden, wie eine einwandfreie Widerlegung. Es wird sich also unser Urteil darüber zunächst wohl am besten auf den rein geologischen Befund stützen.

Gegenüber den im wesentlichen auf *P. Reibisch* zurückgehenden Angaben über Hebung und Senkung wäre zunächst wohl zu betonen, daß sehr häufig der gegenwärtige Prozeß an den Küsten nicht so ganz einfach festzustellen und auf seine Ursachen festzulegen ist. Hebungs- und Senkungserscheinungen scheinen doch sehr vielfach und oft rasch nach Zeit und Ort zu wechseln, und während diese an alten Strandlinien, Terrassen usw. meist leicht zu beobachten sind, ist dies bei jenen oft nicht ebenso leicht der Fall. Die allermeisten Küsten, die überhaupt zu derartigen Beobachtungen geeignet sind, bieten Zeugnisse beider Vorgänge dar, und dabei ist dann die zeitliche Festlegung sowie eine etwaige Entscheidung über das Vorwiegen des einen oder des anderen oft gar nicht einfach. — Neben vulkanischen Einflüssen können vielfach auch Sackungen des Untergrundes lokale Senkungen veranlassen, die keineswegs auf die allgemeinen Ursachen der Pendulationstheorie zurückgeführt werden dürfen. Es soll natürlich nicht geleugnet werden, daß großzügige, lange andauernde derartige Bewegungen bestehen, die wohl der Betrachtung wert sind. Hier wäre besonders an die gut bekannte Hebung des skandinavischen und des kanadischen Schildes zu erinnern, die freilich gerade im Widerspruch mit dem von der Theorie Geforderten steht. Es muß zugleich betont werden, daß neben den mit der Theorie übereinstimmenden Beobachtungen aus aller Welt eine wohl ebenso lange Reihe anderer steht, die ihr widersprechen. Neben der sich hebenden Ostküste von Nordchina steht auf demselben Quadranten die sich senkende Südküste, neben der Senkung der Nordküste Frankreichs die Hebung der Westküste. Hebungen sind vom Roten Meere, von der Ostküste Afrikas, aus dem ganzen malayischen Archipel bekannt. Auf Kreta hebt sich die West- und senkt sich die Ostküste. In Südamerika macht auf der Westküste der peruanische Teil eine Ausnahme von der allgemeinen Hebung, indem er sich senkt, dasselbe gilt von größeren Teilen der Ostküste usw. Ob ferner die angeführte geringe Mächtigkeit einer Korallenkalkdecke auf Florida mehr auf die Pendulation oder auf lokale Begünstigung bzw. Hemmung, z. B.

durch Schlammzufuhr, oder auf die relativ jugendliche Ansiedlung der Korallen zurückzuführen ist, mag wohl zweifelhaft erscheinen. Auf alle Fälle wird man hier wie auch sonst neben der etwa angenommenen Pendulation noch auf andere Kräfte zurückgreifen müssen, die hemmend oder fördernd, auf alle Fälle aber komplizierend eintreten und die meist die ganze Pendulationstheorie leicht auszuschalten erlauben.

Während weiterhin die Gebirgsbildung unter dem Schwingkreise wohl am größten, an den Pendulationspolen aber am geringsten sein müßte, zumal der Ort ihrer stärksten Entwicklung stets unter 45° liegen soll, kann ich aus der dem Buche beigegebenen Karte der jungen Kettengebirge so wenig als aus meiner sonstigen Kenntnis der Verbreitung der Gebirgsbildung auf der Erde diesen Eindruck gewinnen, im Gegenteil erweisen sich die Pendulationspolgebiete gerade als lebhaft von den gebirgsbildenden Kräften betroffen.

Wenn ferner, nach der Theorie, die Pendulationskräfte schon seit unendlichen Zeiten an der Gestaltung der Erdoberfläche bestimmend wirksam sind, so erscheint die noch immer (oder warum jetzt auf einmal?) so wenig regelmäßige Gestaltung der Länder und Meere recht merkwürdig.

Danach müßte sich doch alles längst symmetrisch nach Schwingkreis, Kulminationskreis und Schwingpolen angeordnet haben. Denn der heruntergefallene Mond Afrika ist doch wohl kaum ganz ernst zu nehmen. —

Um nun auf eine weitere Unmöglichkeit der Simrothschen Darstellung zu kommen, so ist dies die Parallelisierung der geologischen Epochen mit den Schwingungsphasen. Sie erfolgt für den maßgebenden nordatlantischen Quadranten wie folgt:

- Gegenwart, äquatoriale Phase;
- Diluvium, polare Phase;
- Tertiär, polare Phase;
- Mesozoikum, äquatoriale Phase;
- Paläozoikum, polare Phase.

Es ist mir nicht recht verständlich, wie *Simroth Zeiträume*, die doch wohl zweifellos verschiedenen Größenordnungen angehören, so gleich setzen kann, wie man dies bei einer *Pendulation* doch annehmen muß, wenn auch der Ausschlag des Pendels verschieden sein sollte. Es müßte doch gerade dem Biologen ohne weiteres klar sein, daß die ganze Entwicklung der organischen Welt, wie sie im Rahmen von Tertiär und Diluvium sich abspielt, so hoch man immer dabei die Entwicklung der Säugetiere anschlagen mag, nur ein geringer Bruchteil ist gegenüber den zahlreichen Lebensphasen des Organischen, wie sie das Paläozoikum umfaßt. — Er wird nicht einen Geologen und Paläontologen finden, der ihm hierin zu folgen vermag.

Einen nahe liegenden Punkt treffen wir in der weiteren Parallelisierung dieser Pendelausschläge. Zweimal, sagt *Simroth*, haben wir Europäer mindestens eine Eiszeit durchgemacht, im Perm und an der Grenze zwischen Tertiär und Quartär, wo-

bei der geringere Wechsel zwischen Glazial- und Interglazialzeiten zunächst vernachlässigt wird. Gut! aber wie steht es mit der permischen Eiszeit? Sichere permische Moränen sind aus Europa nicht bekannt. Einige völlig vereinzelte Mitteilungen über vermutliche Glazialspuren aus Deutschland und England sind wohl mit Recht als irrig zurückgewiesen worden. Aber selbst wenn sie richtig wären, eines der Hauptgebiete der permischen Eiszeit, das südafrikanische, liegt in seiner gut erforschten Hauptmasse nahe dem Schwingkreis *südlich* des Äquators, liegt gar nicht im nord-, sondern im südatlantischen Quadranten, und ebendahin gehören die Glazialreste der Falklandsinseln. Bei einer Lage entsprechend der für die diluviale Eiszeit angenommenen nähert sich sogar das südafrikanische Vereisungsgebiet dem Äquator noch mehr als dies schon der Fall ist. Die beiden andern Hauptzentren der permischen Vereisung, das indische und das australische, liegen aber in symmetrischer Lage derart in der Nähe des einen Schwingpols, daß es einfach undenkbar erscheint, dort den Äquator hinzuverlegen, wenn man schon Polverlegungen für diese Eiszeit heranziehen will. Dagegen zeigt sich in Europa eine Ausbildung der Gesteine, wie sie kaum anders als durch ein heißes und trockenes Klima erklärt werden kann. Rote Arkosen, die Abscheidung gewaltiger Mengen von Salzen, darunter von solchen sehr hoher Hygroskopizität, das alles in einer Periode, die unserem Diluvium doch wohl einigermaßen entsprechen soll! Das Problem der permischen Klimagliederung ist gewiß kompliziert, soviel erscheint gewiß, daß die Pendulationstheorie nicht der Schlüssel ist, es zu lösen!

Es wäre nun weiter darauf hinzuweisen, daß auch die diluviale Eiszeit in der Pendulation keine so ganz unbedingt befriedigende Erklärung findet. Die starke Stütze, die die Theorie der Polverschiebung durch das Fehlen von Vereisungsspuren in Japan zu erhalten schien, ist inzwischen durch weitere Untersuchungen wieder etwas zweifelhaft geworden. Vollends gefährlich erscheint für die Simrothsche Ansicht die mehr und mehr platzgreifende Überzeugung von der Gleichzeitigkeit der Eiszeiten auf der nördlichen und südlichen Halbkugel. So leicht, wie dies *Simroth* tut, mit kurzfristigen Trocken- und also Abschmelzperioden während des Besuches der europäischen Forscher läßt sich das weitverbreitete Vorkommen der zum Teil doch beträchtlich tiefer liegenden Glazialreste in den südlichen Erdteilen doch wohl nicht abtun.

Noch leichter freilich macht sich's *Simroth* mit der Deutung der paläontologischen Urkunden. Da unsere Zeiteinteilung von Europa ausging, so erkennt er sie hier an, aber diktatorisch wird die gesamte Zeitrechnung der Geologie für alle anderen Erdteile nach den Bedürfnissen der Pendulationstheorie zurechtgewiesen.

Die Geologie stützt ihre Zeitrechnung wesentlich auf die Einteilung der Vergangenheit in

eine Anzahl von Perioden, die jeweils durch eine bestimmte Entwicklung der Fauna charakterisiert sind und die sich in gleichartiger Folge gesetzmäßig über fast die ganze Erde hin haben verfolgen lassen. Es werden daher im großen und ganzen gleichartige, oft noch durch geeignete charakteristische Formen, die sog. Leitfossilien, noch besonders gekennzeichnete Faunen über die ganze Erde hin als im ganzen gleichzeitig betrachtet. Mag sein, daß gelegentlich eine einzelne Bestimmung dabei falsch wird, sie wird sich häufig dann noch durch die große Entwicklung der Schichten des ganzen Gebietes, durch die tektonischen und lithogenetischen Verhältnisse richtigstellen lassen, auf jeden Fall aber ist die Deutung auf Grund der Fossilreste, der Entwicklungshöhe der Lebewelt, unendlich zuverlässiger als die willkürliche Deutung zugunsten einer noch zu beweisenden Theorie! Mir scheint, daß *Simroth* sich überhaupt über die große Bedeutung des *Zeitbegriffs* für die Geologie nicht völlig klar geworden ist. Schon oben bei der historischen Deutung der Pendulation trat dies deutlich hervor, vielleicht sind auch diese Ansichten darauf zurückzuführen. Er betont, daß ihm kein Leitfossil für die Gegenwart bekannt sei, außer dem Menschen. Sein eigenes Werk beweist die oft außerordentlich weite Verbreitung einer sehr großen Anzahl von Tiergattungen und wohl selbst nahestehenden Arten, ihr Auftreten an den entferntesten Punkten und bei einer ganzen Anzahl von Formen eine zwar nicht universelle, aber doch auf ganz gewaltige Areale sich erstreckende Verbreitung. — Wir erforschen die Verbreitung der Tiere genauer seit vielleicht 100 Jahren. Wir haben in dieser kurzen Zeit eine ganze Reihe von Vorgängen und Wanderungen kennen gelernt, die die relativ rasche Verbreitungsfähigkeit von Land- wie von Meeresbewohnern beweisen. Und wenn wir dieselben Faunenfolgen gesetzmäßig weitverbreitet wiederfinden, so dürfen wir bei den großen Zeiträumen, um die es sich handelt, annähernde Gleichzeitigkeit, d. h. die Gleichzeitigkeit der großen geologischen Zeiträume, die jeweils eine Fauna beherrschte, ruhig annehmen.

H. Simroth hat aber auch insofern unrecht, als er annimmt, daß die geologischen Faunen sich so völlig gleichartig verhielten. Auch bei fossilen Faunen sind den Geologen und Paläontologen lokale Ausprägungen, klimatische Sonderungen, Wanderungen, vikariierende Arten, junge frisch auftretende und sich entwickelnde Stämme und länger lebende Relikten längst bekannt, und es ist noch nie jemand eingefallen, auf eine Ausnahme hin die Regel zu ändern. *H. Simroth* hätte hier vielleicht im Triumph eine Schrift des bekannten Paläontologen *E. Stromer* anführen können „Über Relikten im indopazifischen Gebiete“ —, wenn nicht auch diese Arbeit des gewissenhaften Autors eine bestimmte Ablehnung der Pendulationstheorie enthielte in dem Schluß-

satz: „Jedenfalls darf die Bedeutung der indopazifischen Relikten nicht überschätzt werden, weil wir aus allen möglichen Zonen und Lebensreichen Relikten kennen.“

Diese kennt auch *H. Simroth*, vom Schwingkreise so gut wie von den Schwingpolen: der bekannte adriatische Winkel! Dies Beispiel zeigt vielleicht am besten, wie sich mit dem famosen Schema der diversen Symmetrien so ziemlich jede Verteilung der Organismen erklären und auf die Theorie zurückführen läßt. Leben die alten Arten unterm Schwingkreise, so leben sie noch oder wieder am Ort ihrer Entstehung und beweisen die Theorie, leben sie rechts oder links davon, so sind sie eben dahin abgeströmt oder sind schon den Schwingpolen genähert — und beweisen die Theorie! Allah ist groß und Muhammed ist sein Prophet! —

Nun wäre aber auch noch darauf hinzuweisen, daß die von *Simroth* betonte Erscheinung eines gesetzmäßigen Erstauftretens sämtlicher Formen im nordatlantischen Quadranten doch wohl ein Selbstbetrug des Autors ist. Nicht weil Europa die Heimat all dieser Stämme ist, deren älteste Vertreter bis jetzt hier gefunden sind, nicht deshalb sind sie hier gefunden, sondern weil es die Heimat der Geologie ist, weil hier bei intensivstem Abbau aller Erdschätze zugleich auch am meisten und längsten auf den fossilen Inhalt der Schichten geachtet wird! Schon heute, wo Nordamerika in dieser Hinsicht mit uns wetteifert, verlegt sich der Schwerpunkt des Erstauftretens sehr stark dorthin — zum Glück für die Theorie gehört noch der östliche Teil zu unserem Quadranten —, aber ein Erstauftreten vieler Formen in der Nähe des Kulminationskreises darf doch wohl nicht als Beweis für die Theorie gerechnet werden. Aber wenn tatsächlich, wie dies nur sehr teilweise der Fall sein dürfte, das erste fossile Bekanntwerden eines Stammes mit all seinen Zufälligkeiten kennzeichnend sein soll für den Ort seiner Entstehung, so kennen wir doch schon jetzt, trotz des Vorsprungs, den Europa nach dem oben Ausgeführten haben muß, eine ganze Reihe von Fällen, wo dies eben nicht der nordatlantische Quadrant ist. Präkambrische Fossilien sind aus Nordamerika bekannt geworden, der erste zweifellose Cephalopode *Cyrtoceras* (wenn wir von den immer etwas zweifelhaften Vorbortallen absehen) aus China, *Walcotts* herrliche Funde ältester bekannter und wunderbar erhaltener Anneliden, Holothurien, Arthropoden stammen aus Britisch Kolumbien, die älteste bekannte Fährte eines Landbewohners stammt ebenso wie die ältesten Skelettreste eines Reptils aus Nordamerika. Von ebenda kam der heute herrschende Zweig der Laubbäume zu uns herüber, ihre frühere Ankunft in Portugal als in Deutschland zeigt noch in Europa deutlich die Richtung der Wanderung an. Die große Bedeutung Nordamerikas für die Entwicklung der Säugetiere ist ja bekannt, bezüglich der sehr gut erforschten Pferde (und Kamele)

muß *Simroth* selbst die Schwierigkeiten seiner Theorie bekennen.

Es wird die Aufgabe künftiger Forschung sein, die Entwicklung und die Wanderungen der Tierwelt im Lauf der geologischen Perioden noch genauer zu erforschen, ob aber dabei die Pendulationstheorie viel gewinnen oder viel leisten wird, das muß nach dem bis jetzt Bekannten recht zweifelhaft erscheinen.

Ich hoffe damit über die geologische Begründung und wahre Bedeutung der Pendulationstheorie genug gesagt zu haben, sie ist in keinerlei Weise mit einer großen Anzahl unzweifelhafter Beobachtungen und Erfahrungen in Einklang zu bringen.

Sowenig ich in denselben Fehler verfallen möchte, nun auch über Dinge zu reden, die meinen Kenntnissen fern liegen, so kann ich doch die wohl jedem aufmerksamen Leser sich aufdrängende Beobachtung einer Eigentümlichkeit des Werkes nicht unterdrücken. Es ist die merkwürdig dogmatische Prävalenz Europas in der Entwicklung der Vergangenheit. Ihr Grund liegt vielleicht im Gebrauch der Merkatorkarte. Es scheint dem Verfasser auch nicht der Gedanke an eine entsprechende Entwicklungsmöglichkeit auf dem entsprechenden Südquadranten (oder auch auf den andern Quadranten) gekommen zu sein, obwohl er dort Küstenlinien und Gebirgszüge konstruiert. Es ist ferner die absolute Sterilität des pazifischen Ozeans zu allen Zeiten und in allen seinen Teilen. Selbst eine so leicht gangbare, wahrscheinlich noch vor kurzem vorhandene Verbindung zwischen zwei großen Kontinenten, wie die heute unter der Beringstraße liegende Landbrücke, wird nicht erwähnt! Es ist in der Tat als ob unsere Erde eine Vorderseite bekommen hätte, die atlantische Hälfte — und eine Hinterseite, von der man nicht spricht! —

Vom diesjährigen Kongreß des Institute of Metals in London.

Von Privatdozent Dr. W. M. Guertler, Grunewald.
(Schluß.)

Die Kommission zur Erforschung des Korrosionsproblems hat nach jenem zweiten Bericht, den ich in meinem vorigen Aufsatz behandelte, noch keinen weiteren folgen lassen. Dagegen ist die Arbeit von *Desch* und *White*, die dasselbe

Problem unabhängig behandelt (vgl. S. 98 meines vorigen Aufsatzes), fortgesetzt worden. Die Verfasser haben neue Untersuchungen über die Mikrochemie der Korrosion des Messings angestellt. Die erste Versuchsreihe war auf die sogenannten festen Lösungen „ β “ beschränkt worden, denn es hatte sich herausgestellt, daß bei gleicher Anwesenheit von α - und β -Kristallen die β -Kristalle zuerst korrodieren. Diese neue Untersuchung beschäftigt sich mit solchen Messingen, die α allein oder β und α gleichzeitig enthalten. Wieder wird bei Durchführung der Versuche die Korrosion durch Anlegung elektromotorischer Kräfte beschleunigt. Dies hat neben mancherlei Nachteilen den Vorteil, daß zufällige und unkontrollierbare Nebenwirkungen ausgeschaltet werden. Der Vergleich der Laboratoriumsversuche mit der Untersuchung korrodiierter Stücke aus der Praxis zeigte, daß die Korrosion immer mit einer Entzinkung beginnt, und daß bei langsamem Verlauf und ständigem Zutritt von Sauerstoff auch das zurückbleibende schwammige Kupfer in Oxyd verwandelt wurde. Als Versuchsmaterial dienten dabei vier Legierungen, nämlich reines Messing, genannt Probe 1 und 2 (angelassen und unangelassen), ferner solches mit Zinnzusatz und solches mit Bleizusatz mit einem bis zwei Prozent. Das Gesamtgewicht der Korrosionsprodukte ist in der nachfolgenden Tabelle angegeben (für die Dauer von 5 Min. und 60 Min.). Es bildete sich in der Flüssigkeit ein flockiger Niederschlag und auf dem Metall eine festhaftende Korrosionsschicht, welche mit Zinkoxychlorid bei den Proben 1, 2, 4 und 5 und mit Zinnoxchlorid bei der Probe 3 gemengt war. Diese Kruste ließ sich auf der letzteren Probe nicht abschaben. Nach der Behandlung mit verdünnter Salzsäure hinterläßt sie kupfrige Kristalle. Wie bei den früheren Versuchen mit reinen β -Kristallen zeigt sich eine scharfe Trennungsgrenze zwischen dem Messing und der entzinkten Schicht. Bezüglich der Legierung 2 ist zu beachten, daß sie durch das Anlassen vollkommen homogen geworden war.

Die Korrosion verlief wesentlich anders wie bei den früheren β -Legierungen. Hier war die Kupferhaut stets innig mit basischen festhaftenden Salzen gemischt, die sich durch rasche Behandlung mit sehr verdünnter Salzsäure entfernen ließen, so daß oktaedrische Kupferkristalle zurückblieben. (Die Bilder zeigen, daß deren Di-

% Cu	% Zn	% Sn	% Pb	thermische Behandlung	Gesamtmenge des Korrosionsproduktes	
					nach 5 Min.	nach 60 Min.
69,88	30,12	—	—	ungeglüht	2,62—2,71 mg	21,95—21,65 mg
69,88	30,12	—	—	geglüht	2,65—2,49 "	20,87—20,63 "
69,89	29,03	1,08	—	geglüht	4,03—4,14 "	22,95—23,62 "
70,15	28,85	—	1,00	—	3,44—3,30 "	19,86—19,49 "
69,90	28,11	—	1,99	—	2,30—2,28 "	14,75—14,19 "

mensionen sehr viel kleiner waren als die der ursprünglichen Polyeder.) Die ungeglühte Probe 1 zeigte starke Zonenentwicklung, während die geglühte Probe 2 sehr gleichmäßig korrodierte.

Sehr beachtenswert war der Einfluß des Bleies. Unter der anhaftenden Schicht von Korrosionsprodukten zeigte sich jeder Bleifleck von einer entzinkten Zone umgeben.

Vergleichende Untersuchung eines in der Technik korrodierten Rohres zeigte völlige Entfernung des Zinks unter Hinterlassung von schwammigem Kupfer mit völlig scharfer Grenze zwischen der korrodierten und der unangegriffenen Zone. Die Entzinkung war den Korngrenzen entlang vorgedrungen. Ein besonders lehrreiches Bild zeigt auch, wie in einer Zwillingslamelle der Zerfressungsvorgang einen Vorsprung gewonnen hat. Das Messingrohr enthielt 27 % Zink bei 0,15 % Eisen und 0,09 % Blei. Elektrolytische Korrosionsversuche mit demselben Material ergaben genau die gleichen Erscheinungen.

Die wichtigsten Ergebnisse sind folgende: Die α -Legierungen korrodieren sehr viel weniger als die β -Legierungen. Es geht auch viel mehr Kupfer zugleich mit dem Zink in Lösung. Das Ausglühen hat auf die Korrosion des reinen Messings eine geringe und zwar verbessernde Wirkung gehabt. Zusatz von 1 % Zinn hat den größten Korrosionsbetrag ergeben, und Zusatz von 2 % Blei den geringsten. Doch bezieht sich dies nur auf die Anfangsstadien, während später die Eigenart des Korrosionsniederschlags eine Rolle spielt. Schon bei der 60 Minuten dauernden Probe ändert sich das Bild zugunsten des Zinnzusatzes. Die kupferige Korrosionshaut mit basischen Salzen ist sehr dicht und festhaftend. Bei 1 % Blei ist die Korrosionshaut lose und locker, bei 2 % Blei wieder festhaltend und zum Teil von basischen Salzen durchsetzt. Die Abnahme der Korrosionsgeschwindigkeit macht sich mit der Zeit immer mehr bemerkbar.

Dem Bestreben, immer weitere Zusätze zu den bestehenden Legierungen zu erforschen, und nach Möglichkeit deren Eigenschaften noch weiter zu verbessern, ist eine Arbeit von *Read* und *Greaves* entsprungen. Speziell die englische Schule bringt viele Forschungen dieser Art. Sie gleichen im allgemeinen mehr kurzen und isolierten Streifzügen in das unbekannte Gebiet hinein, ohne allerdings damit die grundlegenden Aufklärungen über die Konstitution der untersuchten Legierungen gänzlich außer acht zu lassen. Die deutschen Forschungen pflegen weiter auszugreifen und mit einer Festlegung der Konstitution des ganzen Systemes zunächst zu beginnen, ohne anfangs dabei einen praktischen Nutzen erzielen zu können, aber doch mit dem Bestreben, späterhin zielbewußt die Aufmerksamkeit auf diejenigen Gebiete zu konzentrieren, in denen gute Eigenschaften erwartet werden können. Es wurden im wesentlichen zwei Serien von Kupfer-Aluminium untersucht, in denen die eine 5, die andere 10 % Al bei sukzes-

sive wachsenden Nickelgehalten enthielt. Das Studium des Kleingefüges zeigte, daß das Nickel von beiden Kristallarten α und β aufgenommen wird, daß aber gleichzeitig wahrscheinlich zwei neue Kristallarten auftreten. Wenn deren Wesen auch noch nicht aufgeklärt werden konnte, so konnte doch gezeigt werden, daß die mechanischen Eigenschaften im engsten Zusammenhang mit ihrem Auftreten stehen. Die Einzelheiten hierüber dürften hier nicht von allgemeinem Interesse sein. Im übrigen zeigten Korrosionsversuche, daß Nickel den Korrosionswiderstand gegenüber Seewasser wesentlich erhöht, während die Legierungen im Süßwasser ohnehin sehr wenig angegriffen werden. Die elektrische Leitfähigkeit wird in beiden Serien durch Nickelzusatz herabgedrückt, was sich wahrscheinlich daraus erklärt, daß die Hauptmasse des Nickels von den α - und β -Kristallen in fester Lösung aufgenommen wird.

Auf die Einzelheiten der Walzversuche, Schmiedeproben und sonstige Untersuchungen der mechanischen Eigenschaften näher einzugehen, ist hier vielleicht nicht der rechte Ort. Die Untersuchung ist ein neues Beispiel dafür, wie es gelingt, mit schrittweisem und methodischem Vorgehen unter Anleitung der neuen allgemeinen Grundsätze ständig den Weg von technisch wertvollen zu noch wertvolleren Legierungen zu finden.

Nach ganz analogen Prinzipien arbeitet eine Untersuchung von *Dunn* und *Hudson*. Sie erforschten den Einfluß des Vanadiums auf Messing und zwar zunächst auf die Konstitution. Da die im Handel erhältlichen Legierungen dieser Art stark durch Aluminium, Eisen und Silicium verunreinigt sind, erzeugten die Verfasser reine Legierungen, indem sie in geschmolzenes Kupfer ein Gemisch von Vanadinsäure und Aluminium eintrugen, wobei dann Vanadiummetall und Tonerde gebildet werden. Der in der Legierung zurückbleibende Überschuß von Aluminium wurde durch eine experimentell festgestellte Menge von Kupferoxyd entfernt. Dann wurde Zink eingeführt (und es ist zu hoffen, daß dieses einen eventuell verbleibenden Sauerstoffüberschuß vertilgte). Thermische Versuche zeigten zunächst, daß der thermische Effekt des eutektoiden Zerfalls der β -Kristalle des Messings durch Vanadinzusatz langsam und regelmäßig erhöht wird. Der höchste erreichte Grad betrug allerdings nur 1,5 Prozent. Viel energischer wird diese Temperatur gesteigert durch Gegenwart von verunreinigendem Aluminium, wie das nach den Versuchen von *Carpenter* und *Edwards* bereits zu erwarten war. Die Beeinflussung des Erstarrungspunktes wurde leider nicht verfolgt. Immerhin machen es die Messungsergebnisse wahrscheinlich, daß das Vanadin bis zu dem untersuchten Maximalbetrage in fester Lösung aufgenommen wird.

Die mikrographischen Untersuchungen beschäftigten sich speziell mit der Frage, wie weit das Vanadin imstande sei, die Aufspaltung der

β -Kristalle in die Phasen α und γ durch Kornvergrößerung sichtbar zu machen. Im Gegensatz zu den Resultaten von *Carpenter* (1912) konnte eine wesentliche Wirkung des Vanadiums nicht festgestellt werden. In den von 650° langsam abgekühlten Proben schien durch den Vanadinzusatz die relative Menge der β - und γ -Kristalle etwas vergrößert zu sein. Auch hier ist der Schluß zulässig, daß das Vanadin in fester Lösung aufgenommen ist und darin mehr als die gleiche Gewichtsmenge Zink ersetzt. Andere Proben wurden nach dem *Carpenterschen* Verfahren auf 445° angelassen. Eine Legierung, die aus reinen β -Kristallen bestand, zeigte nach 9 Wochen langer Behandlung immer noch keinen sichtbaren Zerfall. Eine andere Probe, die freie α -Kristalle daneben enthielt, zeigte diese merklich zusammengeballt, aber auch hier waren die β -Kristalle unverändert, ebenso bei einer anderen Probe mit überschüssigem γ .

Ein neuer Konstituent war in keinem Falle durch die vorliegenden Vanadinzusätze in die Legierung hineingebracht. Allerdings traten mit großer Hartnäckigkeit dunkle blaue Flecken auf, die offenbar ein unvermeidliches Oxydationsprodukt des Vanadiums waren: Unter 0,5 % V traten diese Massen noch nicht auf. Das Hauptresultat ist also, daß kleine Vanadinzusätze an sich die Struktur des Messings überhaupt in keiner Weise beeinflussen.

Alles in allem hatte also der Vanadinzusatz keinen ungünstigen, vielleicht vielmehr einen vorteilhaften Einfluß auf das Messing. Die Kornfeinheit ist dabei von einschneidender Bedeutung, da sie die mechanisch-technischen Qualitäten des Metalles bestimmt.

Sehr eingehende Studien ähnlicher Art an einem Messing mit 40 % Zinn haben *Stead* und *Stedman* ausgeführt. Proben dieser Legierung wurden auf verschiedene Temperaturen bis zum Schmelzpunkt erhitzt und dann entweder an der Luft gekühlt oder abgeschreckt, andere Proben wurden Wochen und Monate lang gelinde geglüht. Mikrographische Studien zeigten dann, wie sich die relativen Mengen von α - und β -Kristallen, aus denen bekanntlich alle Messinge aufgebaut sind, mit der Temperatur verschieben, so daß nach genügend langem Glühen bei 430° das Messing fast ausschließlich aus α -Kristallen, und nach dem Erhitzen auf etwa 800° mit nachfolgender Abschreckung ausschließlich aus β -Kristallen besteht. Auf der Grundlage dieser mikrographischen Feststellungen war es dann sehr interessant, die Festigkeitseigenschaften und die günstigste Glühbehandlung im Zusammenhang mit der Struktur festzustellen.

Weiter behandelt ein Vortrag von *Dewrance* die Festigkeit von Bronzen bei höheren Temperaturen, speziell bei Beanspruchung durch den Druck überhitzten Dampfes. Die Festigkeit der Metalle und Legierungen zeigt im allgemeinen bei relativ geringen Temperaturerhöhungen bereits

sehr unangenehme Abnahmen. Die erwähnte Untersuchung gab das merkwürdige Resultat, daß ein Zusatz geringer Mengen Blei, obwohl das Blei einen so niedrigen Schmelzpunkt hat und erfahrungsgemäß im freien, ungebundenen Zustande in den Bronzen isoliert bleibt, noch bei fast 300° eine weit höhere Festigkeit und Dehnung als bleifreie Bronze bewirkt. Der Verfasser hofft durch weitere Zusätze noch anderer Metalle noch weitere Verbesserungen zu erreichen.

Endlich liegt noch ein sehr interessanter Vortrag von *Gulliver* vor, welcher ein Thema von allgemeiner Bedeutung behandelt. Wir beschreiben bekanntlich neuerdings die Gesamtheit der in einem aus der Vereinigung zweier Metalle gebildeten System auftretenden Verbindungen, festen Lösungen, Schmelzen usw., ferner ihre gegenseitigen Sättigungsgrenzen, die Gebiete der aus ihnen gebildeten Mischungen, die Temperaturkurven der beginnenden und der vollendeten Schmelzung durch ein sogenanntes Zustandsdiagramm, dessen Koordinaten Temperatur und Zusammensetzung sind. Wir können mit Hilfe dieser Diagramme ohne weiteres jede beliebige Zusammensetzung und Temperatur ablesen, woraus eine Legierung in diesem Zustande aufgebaut ist. Diese Zustandsdiagramme stellen nun aber bloß die Gleichgewichtszustände dar. Diese aber werden bei der Kristallisation aus den Schmelzen und der nachherigen weiteren Abkühlung unter normalen Abkühlungsbedingungen selten eingehalten. *Gulliver* lehrt uns nun, wie es möglich ist, aus dem Zustandsdiagramm gleichzeitig abzulesen, in welchem Sinne die Änderungen liegen werden, die bei Nichteinhaltung des Gleichgewichtes durch relativ zu schnelle Abkühlung eintreten müssen. Bereits in einem früheren Vortrage hatte der Verfasser zunächst den Fall der Erstarrung eines Systems mit der bekannten sogenannten eutektischen Mischung zweier elementarer Kristallarten behandelt, die in begrenztem Maße feste Lösungen miteinander bilden. Er machte zunächst die extreme Annahme, daß Diffusionsvorgänge innerhalb der ausgeschiedenen Kristallart bei genügend schneller Kühlung gänzlich ausgeschlossen seien, daß aber andererseits die eutektische Restschmelze pünktlich und ohne Verzögerung kristallisierte, sobald ihre Kristallisationstemperatur, die sogenannte eutektische Temperatur, erreicht ist. Ferner wird zur Vereinfachung angenommen, daß die „Solidus“ und „Liquidus“, d. h. die Kurven des Endes und des Beginns der Kristallisation in Abhängigkeit von der Zusammensetzung, gerade Linien sind. Unter diesen Bedingungen werden mathematische Gleichungen abgeleitet, welche den Betrag der eutektischen Restschmelze zu berechnen gestatten. Bekanntlich ist der Betrag gegenüber dem Gleichgewichtsbetrage zu groß. Dieses Plus stellt der Verfasser in seinen Arbeiten sehr geschickt graphisch durch ein schwarzes Feld dar. Er wendet seine Berechnungsmethode zunächst auf die Blei-Zinn-Legie-

rungen an und erhält in einer Tabelle die Beträge der eutektischen Restschmelze in diesen Legierungen. Einen Vergleich dieser Ergebnisse mit den sehr interessanten quantitativen Ergebnissen *Mazzottos*, der eine sehr wertvolle Nachprüfung hätte ergeben müssen, führt der Verfasser leider nicht aus.

Er berechnet ferner in ähnlicher Weise die mittlere Zusammensetzung der infolge der Gleichgewichtsstörungen nicht abgesättigten Primärkristalle von zinnhaltigem Blei. Auch diese Zahlen würden sich gut mit *Mazzottos* Berechnungen vergleichen lassen.

Fernere Studien über den Einfluß einer Krümmung der Liquidus und Solidus (die ja bisher beide geradlinig angenommen wurden) ergeben, daß diese im allgemeinen so gering ist, daß man ohne Kenntnis des genaueren Verlaufs von Liquidus und Solidus lediglich aus der Lage des eutektischen Punktes und der Endpunkte der Eutektikalen im Gleichgewicht den Grad der Gleichgewichtsstörung berechnen kann.

Das Ergebnis der Versuche ist eine *scheinbare* Lage der Soliduskurve. Zwischen dieser und der *wahren* Lage müssen die bei normalen Abkühlungsgeschwindigkeiten erhaltenen *realen* Werte liegen. Die Lage des Endpunktes der Eutektikalen hängt von der Abkühlungsgeschwindigkeit und mehr noch von der Zusammensetzung der Legierung ab. Dabei ist zu beachten, daß die Abkühlungsgeschwindigkeit auch in den verschiedenen Teilen einer Metallmasse ungleich ist.

Der Verfasser läßt dann weiter die Annahme des geradlinigen Verlaufes von Solidus und Liquidus fallen und gibt eine erweiterte und komplizierte Formel für die Bewältigung dieses Problems. Er wendet diese Gleichung auf die Kristallisation der Messinge, Bronzen und Kupfer-Nickel-Legierungen an und berechnet so die bei Erreichung der verschiedenen Umsetzungstemperaturen (bei denen die vorher ausgeschiedene Kristallart sich mit der Schmelze unter Bildung anderer Kristalle umsetzt) übrig bleibenden Mengen Flüssigkeit und die scheinbaren Verschiebungen der Soliduskurven. Diese Reaktionen selbst werden in die Rechnungen vorläufig nicht eingezogen.

Auf den Abkühlungskurven, die die fallenden Temperaturen in Abhängigkeit von der fortschreitenden Zeit darstellen, prägen sich bekanntlich die verschiedenen Wärmeentwicklungen, die den Reaktionen im Inneren der Masse, beispielsweise der eutektischen Kristallisation entsprechen, als Abkühlungsverzögerungen aus. Der Betrag dieser Verzögerung, in Abhängigkeit von der Gesamtzusammensetzung der Legierung dargestellt, muß nach *Tammanns* Ausführungen, solange Gleichgewicht innegehalten wird, geradlinig verlaufen. Mit Recht weist nun aber der Verfasser darauf hin, daß in den zahlreichen Untersuchungen des *Tammanns*chen Institutes die Kurven der eutektischen Haltezeiten nicht geradlinig vom eutek-

tischen Punkte zu den beobachteten Endpunkten der Eutektikalen hin verlaufen, wie der Gleichgewichtszustand verlangen würde, sondern eine schwache Krümmung zeigen, die eine so regelmäßige Gestalt zeigt, daß der Versuch lohnt, für diese eine allgemeine Gleichung aufzustellen. Das Auftreten dieses gekrümmten Verlaufs gestattet immer den Rückschluß auf mangelhafte Einstellung des Gleichgewichts.

Die relativen Mengen der Schmelze bei mittleren Abkühlungsgeschwindigkeiten lassen sich bei stärkerer Krümmung von Liquidus und Solidus nicht berechnen.

Der Verfasser gedenkt seine Ausführungen späterhin noch weiter fortzusetzen. Ihre wesentliche Bedeutung liegt darin, daß sie uns lehren, aus der Gestalt der Zustandsdiagramme nicht allein die Gleichgewichtszustände der Legierungen für alle Zusammensetzungen und Temperaturen abzulesen, und die verschiedenen sich in ihrem Inneren vollziehenden Reaktionen zu kennen, sondern auch die Gleichgewichtsstörungen ihrem Wesen und ihrem Betrage nach ohne weiteres zu beurteilen, mit denen wir unter normalen Umständen zu rechnen haben.

Alles in allem bilden die Verhandlungen auch dieses Kongresses ein glänzendes Beispiel für das segensreiche und befruchtende Zusammenarbeiten von Theorie und Praxis. Es wäre nur zu wünschen, daß auch in Deutschland eine gleiche Organisation bestände.

Technische Mitteilungen.

Wassergekühlte Hohlroste für den Dampfkesselbetrieb. Die ersten Versuche mit hohlen (s. Heft 16 ds. Jahrg., S. 403), aber nur gußeisernen Einzelroststäben zur Verfeuerung von Steinkohlen machte man schon vor ungefähr 75 Jahren. Diese Roststäbe von 70–100 mm Durchmesser und quadratischem Querschnitt fanden jedoch, ihrer zu breiten Brennbahn wegen, keine Aufnahme. Erst der im Jahre 1884 von *Mehrtens* entworfene und später im Walzverfahren hergestellte Rost aus schmalen, im Querschnitt keilförmigen hohlen Stäben zeigte einwandfrei die Überlegenheit des wassergekühlten Hohlrostes dem Vollrost gegenüber, er konnte aber noch keine allgemeine Anwendung finden, weil ihm die absolute Dichtigkeit und Betriebssicherheit fehlten. Seitdem aber auch diese Mängel durch den von *Grabowsky* konstruierten Hohlrost beseitigt sind, seitdem es gelang, mit Hilfe des modernen Walz- und autogenen Schweißverfahrens einen Hohlrost aus Siemens-Martin-Stahl herzustellen, ist die Dichtigkeit und dauernde Betriebssicherheit in jeder Weise gewährleistet.

Die intensive Wasserkühlung bewirkt ein Absprätzen der Schlacke vom Rost. Dieser ist mit einer kühlen Schicht aus Aschen und Schlackestückchen bedeckt. Die Brennstoffschicht liegt demnach nicht direkt auf dem Rost, sondern ist durch die kühle Aschen- und Schlackenschicht von diesem getrennt. Infolgedessen ist die Luftzufuhr zur Brennstoffschicht viel gleichmäßiger, der Schornsteinzug kommt inten-

siver zur Wirkung, die Schlacke brennt besser aus, der Luftüberschuß der Rauchgase wird geringer. Diese neue Hohlrostkonstruktion ist, wie Fig. 1 zeigt¹⁾, wie die bisher bekannten Planroste vollkommen unabhängig vom Kesselinnern angeordnet und wird ebenso wie diese beschickt. Die Auflagerung ist derartig, daß sich jeder einzelne Roststab unbehindert ausdehnen kann. Die im Walzverfahren aus Siemens-Martin-Stahl hergestellten glatten Roststäbe *A* (siehe Fig. 2) sind im Innern für den Durchfluß des Wassers in die beiden Kanäle *a* und *b* geteilt. Die einzelnen Stäbe sind mit einem schmiedeeisernen, quer vor ihnen liegenden Wasserkasten ver-

meter am Auslauf die Temperatur des auslaufenden Wassers beobachtet. Das für den Hohlrost benötigte Kühlwasser wird bei Landkesseln am zweckmäßigsten der allgemeinen Wasserversorgungsstelle entnommen und nach dem Austritt aus dem Roste entweder in einen Behälter geleitet oder — wenn eine Wasserreinigung für die betreffende Kesselanlage erforderlich ist — durch den Wasserreiniger geschickt, um dann als vorgewärmtes und gereinigtes Speisewasser dem Kessel wieder zugeführt zu werden, wodurch jeder Wärme- und Wasserverlust vermieden wird. Die Temperatur des Kühlwassers kann je nach dem Verwendungszweck beliebig

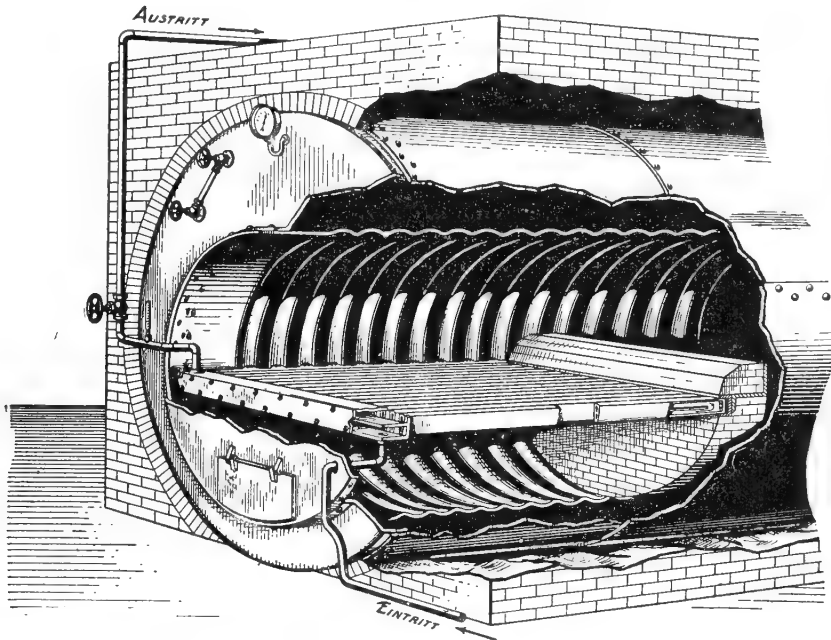


Fig. 1.

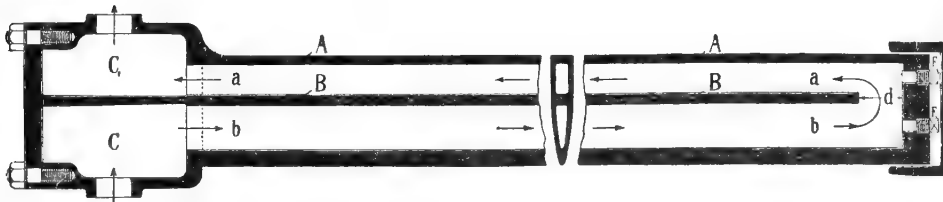


Fig. 2.

schweißt, der in der Mitte durch eine horizontale Trennungswand in eine obere und untere Wasserkammer *C*₁ und *C* geteilt ist. Das in die untere Kammer *C* eintretende Kühlwasser läuft in den Hohlroststäben zuerst durch den unteren Kanal *b*, tritt am Stabende durch die Ausfräsung *d* der Scheidewand *G* in den oberen Kanal *a* über und gelangt so wieder in die obere Kammer *C*₁ des Wasserkastens zurück, von wo es dem Speisewasserbehälter zugeführt wird. Am hinteren Ende der Roststäbe verschließen die Stopfen *F* die Reinigungsöffnungen der Roststabkanäle. Durch ein Ventil am Einlauf wird die Durchflußgeschwindigkeit des Kühlwassers geregelt, an einem Thermo-

hoch oder niedrig reguliert werden. Eingehende Versuche haben ergeben, daß bei Steinkohlenfeuerungen pro Quadratmeter Rostfläche stündlich ungefähr $\frac{3}{4}$ bis 1 cbm Wasser um ungefähr 20—30 °C erwärmt wird. Da bei diesem Hohlrost mit Steinkohlenfeuerung ganz gut ohne Anstrengung pro Quadratmeter Rostfläche ungefähr 1 cbm Wasser stündlich verdampft werden kann, so wird das von dem jeweilig in Betracht kommenden Kessel benötigte Speisewasser in dem zugehörigen Hohlrost um ungefähr 20—30 °C vorgewärmt. Eine Verstopfung des Hohlrostes ist nicht zu befürchten, da einerseits für eine Kesselsteinbildung die Temperatur des Kühlwassers nicht hoch genug, andererseits für eine Schlammablagerung die Wassergeschwindigkeit zu groß ist. Außerdem sind aber geeignete Reinigungsöffnungen vorgesehen, welche für alle Fälle auch eine gute und sorgfältige mechanische Reinigung des Rostinnern zulassen. Unter Berücksichtigung der

¹⁾ Die folgenden Figuren zeigen Ausführungen der Deutschen Prometheus Hohlrostwerke, G. m. b. H., Hannover.

hohen Rostbelastungen, wie sie bei angestregten Betrieben in Schiffskesseln und auch in größeren Landkesselanlagen vorkommen, sind die Profile und deren Innenkühlung derartig bemessen, daß die Hohlroste selbst bei einer Rostlänge von $2\frac{1}{2}$ m ausreichend gekühlt werden, um Belastungen von 300 kg Kohle und mehr pro Quadratmeter Rost und Stunde zuzulassen, ohne die dauernde Tragfähigkeit der Stäbe oder die dauernde Dichtigkeit des Hohlrostes im geringsten zu gefährden. — Die wassergekühlten Hohlroste obiger Konstruktion eignen sich für die Verbrennung aller in Betracht kommenden festen Brennstoffe. Es können auf denselben nicht nur die hochwertigen Steinkohlen, Anthrazite und insbesondere auch Koks verbrannt werden, sondern auch die minderwertigeren, aschen- und schlackenhaltigeren Kohlen geringen Heizwerts sowie die Abfallprodukte als z. B. Koksasche, Müll usw. Auch Kohle wird gespart, da nach den vorliegenden Versuchsergebnissen eine um 10–15 % bessere Ausnutzung der verfeuerten Brennstoffe festgestellt worden ist. Dies ist darin begründet, daß die Schlacke nicht an den wassergekühlten Rost anbrennen kann, sondern lose darüber liegt, ohne den Luftzutritt zu hindern. Die Schlacke hat daher Gelegenheit, länger im Feuer zu liegen und somit besser auszubrennen. Sie kann aber auch vor allem schneller und leichter entfernt werden. Bei Vollrosten und anderen Feuerungsanlagen mit Luft- bzw. Dampfkühlung ist das Abschlagen je nach Güte des Brennmaterials ungefähr nach 2–4 Stunden, mindestens aber innerhalb 5 Stunden, dagegen bei dem wassergekühlten Hohlrost selbst bei schlackenreicher Kohle nur in Zwischenräumen von 6–8 Stunden erforderlich. Hierdurch wird das öftere Aufreißen und längere Offenhalten der Feuerungstüren vermieden, der Rost kann weit höher beansprucht werden und die konstant bleibenden Ausstrahlungsverluste des Mauerwerks und der freien Kesselteile können sich auf eine größere Dampfmenge verteilen.

H. W.

Tonreinigung auf elektrischem Wege. Die bisher zur Reinigung des Tones gebräuchlichen Schlämmverfahren nehmen längere Zeit in Anspruch und sind recht umständlich; bei fettem, plastischem Ton sind sie überhaupt nicht anwendbar. Durch ein neues elektrisches Reinigungsverfahren werden diese Übelstände vollkommen beseitigt und es wird ein Ton von größter Reinheit gewonnen. Bei dem neuen Verfahren wird der Tonschlamm in einem kontinuierlich arbeitenden elektrischen Scheideapparat (Elektro-Osmosemaschine) behandelt, wobei sich die Tonpartikelchen von den Verunreinigungen scheiden. Die reinen Tonpartikel setzen sich als kompakte Masse an der Anode ab, nachdem die Verunreinigungen vorher niedergeschlagen und entfernt worden sind. Dieser Scheidungsvorgang beruht auf der eigentümlichen Wirkung des elektrischen Gleichstromes auf Kolloide; hierbei tritt eine Wanderung und Trennung der Gemengteile ein, die sich in fester Form an den Polen abscheiden. Zugleich wird bei diesem Prozeß ein großer Teil des Wassers aus dem feuchten Ton ausgeschieden, und zwar in so hohem Maße, wie es durch mechanischen Druck nicht möglich wäre. Der an dem positiven Pol der Osmosemaschine in fester Form abgeschiedene Ton enthält im Mittel 20 % Feuchtigkeit und kann kontinuierlich mechanisch entfernt werden.

Die chemische Beschaffenheit des Tones erleidet

bei diesem Reinigungsprozeß keine Veränderung, dagegen wird durch die Entfernung aller unerwünschten Verunreinigungen die Feuerfestigkeit und ebenso die Plastizität des Tones erhöht. Da der Ton den elektrischen Scheideapparat als eine vollkommen homogene Masse verläßt, ist eine weitere Aufbereitung nicht erforderlich. Der in dieser Weise veredelte Ton eignet sich für das Gießverfahren, ganz besonders vorteilhaft macht sich aber die Reinheit des Materials bei der Herstellung von Tönhäfen für die Glasfabrikation geltend. (*Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen* 1914, S. 170.)

S.

Warum glänzen nur bestimmte Kohlen? Diese Frage erörtert R. Potonié in der Zeitschrift „*Braunkohle*“ 1914, S. 113–116. Er weist kurz auf die Untersuchungen von Bergius hin, aus denen hervorgeht, daß dem Gebirgsdruck bei der Entstehung des Glanzes der Kohlen eine große Bedeutung zukommt. Diese Ansicht hatte H. Potonié schon vor mehreren Jahren ausgesprochen. Um weitere Beweise hierfür beizubringen, hat Verfasser ebenfalls Versuche in dieser Richtung angestellt, die er näher beschreibt. Brikettierfähige Braunkohle wurde teils feucht, teils getrocknet, fein pulverisiert und mit einer hydraulischen Presse einem Druck von 14 000 at ausgesetzt. Hierbei zeigte sich, daß, je grobkörniger die Kohle in den Zylinder der Presse geschüttet wird, um so glänzender sie nachher auf der Bruchfläche ist. Nicht die Größe des Druckes allein bedingt den Grad des Glanzes, sondern auch das Maß, wie stark sich eine Kohle durch den Selbstzerseßungsprozeß reduziert, sowie der Harzgehalt der Kohle und andere Umstände. Das Ergebnis seiner Untersuchungen faßt Verfasser, wie folgt, zusammen: Glanzkohlen entstehen nur aus einem Ausgangsmaterial, das wie Torf eine Anhäufung von größeren Individuen oder von deren Teilen ist. Nur in diesem Falle können sich größere Reibflächen bilden, und zwar dadurch, daß sich durch Gebirgsdruck die Lücken wieder schließen, die ohne Gebirgsdruck durch den Selbstzerseßungsprozeß der sich reduzierenden Pflanzenteile in dem Material entstehen würden. Besteht dagegen das Ausgangsmaterial, wie der Faulschlamm, aus winzig kleinen Individuen, die sich durch den Fäulnisprozeß bald in einer kolloidalen Grundmasse befinden, wie sie beim Torf nur untergeordnet auftritt, so können keine größeren Reibflächen entstehen, die auf dem Bruche sichtbar werden. Die Größe des Druckes scheint von geringerer Bedeutung zu sein als der Grad, um den sich ein Material bei der Kohlewerdung reduziert und um den es deshalb zusammengedrückt wird. Je weiter sich eine Humuskohle von dem Volumen ihres Ausgangsmaterials entfernt, desto glänzender dürfte sie in der Regel werden.

S.

Über ein einfaches Verfahren, die **Bahn von α -Partikelchen sichtbar** zu machen, haben Walmsley und Makower in der *Physical Society* in London berichtet. Wenn eine α -Partikel ein Korn eines Silberhalogens trifft, so wird dieses infolge davon photographisch entwickelbar. Läßt man also eine α -Partikel tangential eine photographische Platte streifen, so ist auf dieser nach der Entwicklung die Bahn der Partikel unter dem Mikroskop sichtbar. So läßt sich auf photographischen Platten die Bahn von α -Partikeln verfolgen und auch ihre Zerstreuung beim Zusammenstoß mit schweren Atomen, wie Silber, beobachten. (*Engineering* 97, 773, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 44.

30. Oktober 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Zur Erkennung des Schmelzens der Gläser. Von
Dr. E. Zschimmer, Jena. S. 961.

Über die elektrische Leitfähigkeit der Metalle in
den allertiefsten Temperaturen. (Nach den
Entdeckungen von Kamerlingh Onnes.) Von
Dr. A. Mahlke, Hamburg. S. 963.

Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete
der Samenkeimung. Von *Dr. Georg Lakon,*
Hohenheim. S. 966.

Geographische Mitteilungen. S. 970.

Kleine Mitteilungen. S. 972.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Wechselstromtechnik

Von

Dr. G. Roessler

Professor an der Königlichen Technischen Hochschule in Danzig

Zweite Auflage von

„Elektromotoren für Wechselstrom und Drehstrom“

I. Teil

Mit 185 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 9,—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark

9 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Über Rassenhygiene

Von

Dr. Kurt Goldstein

Universitätsprofessor in Königsberg i. Pr.

1913. Preis M. 2.80

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Einführung in die Mikroskopie

Von

Professor Dr. P. Mayer

in Jena

Mit 28 Textfiguren

In Leinwand gebunden Preis M. 4,80

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung.

1. Handhabung des Mikroskopes.
2. Anfertigung und Beobachtung einiger einfacher Präparate.
3. Anfertigung schwierigerer Präparate.
4. Fertigmachen der mikroskopischen Präparate.
5. Fixieren und Härten der Objekte.
6. Schneiden der Objekte und Weiterbehandlung der Schnitte.
7. Färben der Objekte.

8. Schleifen, Entkalken, Bleichen und Mazieren der Objekte.
9. Beobachtung lebender Wesen mit dem Mikroskope.
10. Zeichnen und Messen der Objekte.
11. Alphabetisches Verzeichnis der Farbstoffe und anderen Reagenzien, sowie der Geräte für die praktischen Übungen.
12. Verzeichnis des Materiales an Tieren, Pflanzen und anorganischen Gebilden zu den Übungen.

Register.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Zur Erkennung des Schmelzens der Gläser.

Von Dr. E. Zschimmer, Jena.

(Mitteilung aus dem Jenaer Glaswerk.)

Nur Kristalle haben einen bestimmten „Schmelzpunkt“. Er bedeutet die Temperatur, bei welcher die regelmäßige Molekularstruktur des Kristalls übergeht in die regellose Struktur des amorphen Körpers, im besonderen der Flüssigkeit. Beim Glase findet ein solcher Wechsel in der Struktur nicht statt, es geht, wie man sagt, allmählich aus dem festen in den flüssigen Aggregatzustand über. Daher kann auch nicht von einem „Schmelzpunkt“ des Glases die Rede sein. Trotzdem wird man zwischen dem deutlich festen und dem deutlich flüssigen Zustand des Glases unterscheiden müssen. Die bekannte Formel, Glas sei eine Flüssigkeit, kein fester Körper, nur Kristalle seien fest, kann so lange nicht befriedigen, solange der Nachweis fehlt, daß die Teilchen des scheinbar festen Glases sich fortgesetzt bewegen im Sinne des Sich-Ausbreitens einer Flüssigkeit auf fester Unterlage. Hierfür fehlt jeder wissenschaftlich sichergestellte Beweis.

Geht man von der Beobachtungstatsache aus, daß fester und flüssiger Zustand des Glases in dem Sinne bestehen, daß beim festen Zustand ein „Fließen“, auch mit sehr großer Reibung, *nicht*

erfolgt, die Teilchen vielmehr dauernd um dasselbe, wenn auch regellose ideale Punktgitter schwingen (wie man alsdann annehmen muß), so erscheint die Frage durchaus sinnvoll, bei welcher Temperatur dieser Zustand der Molekularanordnung aufhört und also die Fortbewegung der Teilchen (fortgesetzte Entfernung voneinander im Sinne des Fließens) beginnt.

Nun läßt sich folgende Überlegung anstellen: zwei plangeschliffene Plättchen des Glases mögen zur Adhäsion gebracht werden. Hierbei befindet sich zwischen den Glasflächen eine Luftschicht, deren Dicke (nach W. Voigt) etwa 0,05 mm beträgt. Wird das adhärierende Plattenpaar erhitzt, so werden die Glasteilchen an den Grenzen der Luftschicht pendelartige Schwingungen ausführen, deren Energie mit der Temperatur wächst. Schließlich muß aber eine Temperatur erreicht werden, bei welcher die Teilchen des einen Glases so weit fortgeschleudert werden, daß sie, zwischen den Luftmolekülen „hindurchschlagend“, die Grenzfläche des anderen erreichen und umgekehrt. Nach einiger Zeit wird daher bei dieser Temperatur der Fall eintreten, daß sich stellenweise nur noch Glasteilchen in der Grenzschicht befinden, während die Luftteilchen vollständig verdrängt sind. An einem solchen Punkte strömen die Teilchen also wie in der Flüssigkeit ineinander und muß nach erfolgter Abkühlung Glas durch Glas verbunden sein,

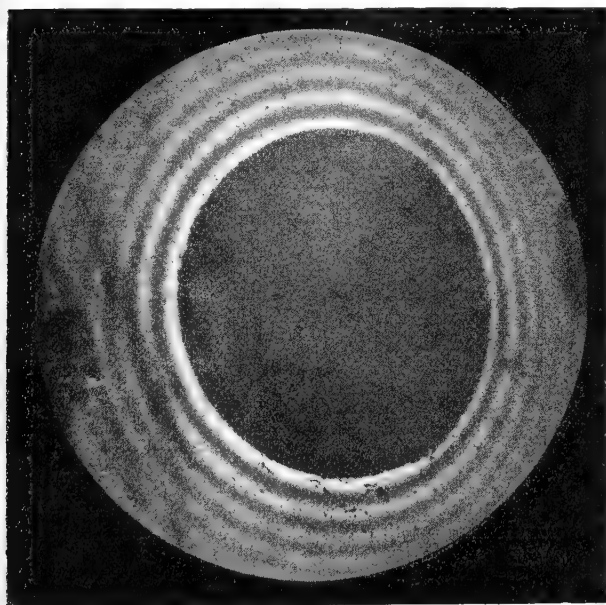


Fig. 1.

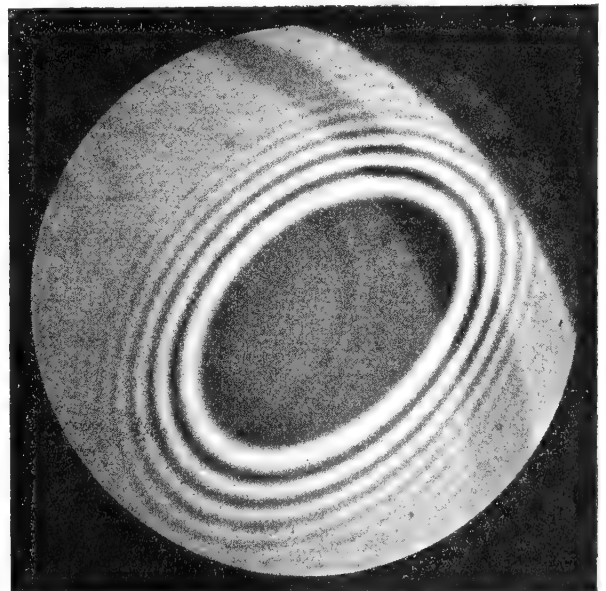


Fig. 2.

d. h. es muß an dieser Stelle die anfangs bestehende Adhäsion in Kohäsion, genau wie im Innern der einzelnen Platten, übergehen.

Ein Versuch¹⁾ bestätigte sofort, daß es möglich sein muß, in scharfer Weise zu erkennen, ob Kohäsion eingetreten ist, nachdem zwei plan-geschliffene Plättchen eine gewisse Zeitlang bei einer bestimmten Temperatur adhärirt haben. Man beobachtet im reflektierten Licht durch die polierte Oberfläche des einen der beiden Plättchen hindurch alsdann einen dunklen, einem Nadelstich vergleichbaren Fleck, umgeben von Interferenzringen, wie die Aufnahmen Fig. 1 und 2 zeigen. (Vergrößert.)

Trennt man die Plättchen gewaltsam, so zeigt sich auf dem einen ein winziger Höcker, in dem anderen die entsprechende Vertiefung (Fig. 3 u. 4).

Die Temperaturen, zwischen denen das erste

eine molekulartheoretisch begründete Temperatur zu bestimmen, die die Rolle des Schmelzpunktes spielt. Ich nenne diese Temperatur den „Kohäsionspunkt“ des Glases bei gegebener Berührungszeit (Adhäsionszeit) und gegebenem Druck.

Die Zeiten, innerhalb deren Kohäsion eintritt, nehmen mit der Temperatur rasch ab, wie Fig. 5 an einem Borosilikatglase (Jenaer Prismenkron) zeigt. Wählt man eine bestimmte Adhäsionszeit, so bildet der Kohäsionspunkt für diese Zeit eine Funktion der chemischen Zusammensetzung des Glases. In folgender Tabelle führe ich die Kohäsionspunkte einer Anzahl verschieden zusammengesetzter optischer Gläser für 30 Min. Berührungszeit an:

Man ersieht daraus die beträchtlichen Unterschiede in der Schmelzbarkeit der optischen Gläser.

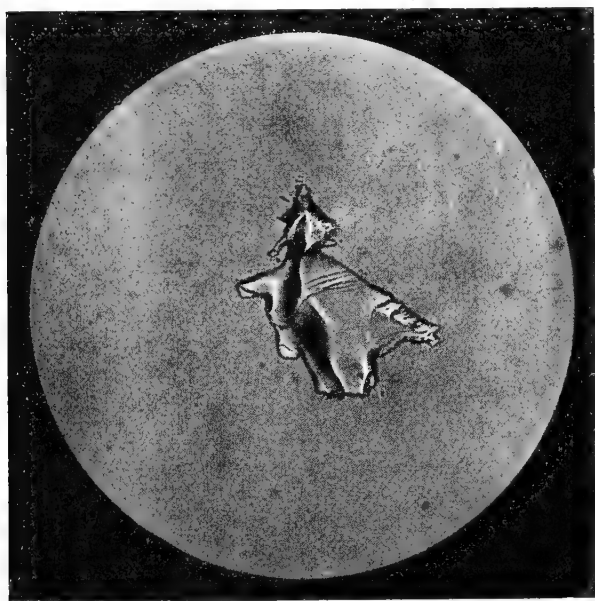


Fig. 3.

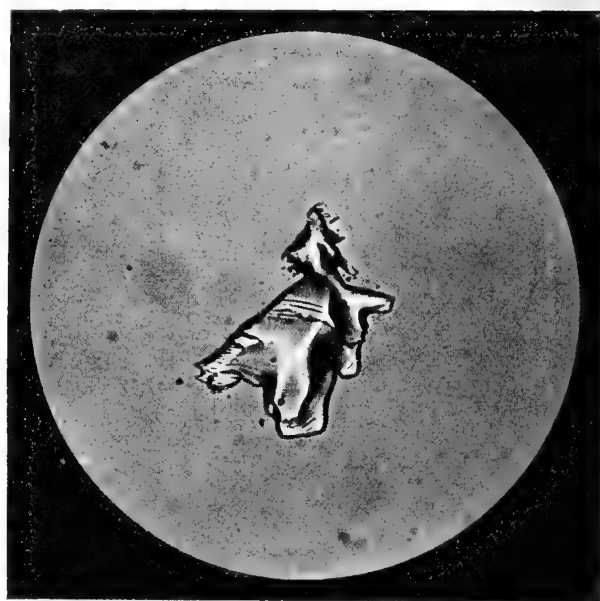


Fig. 4.

Kohärieren beobachtet wird, nähern sich bis auf 2—3°, wahrscheinlich aber auf weniger. Der

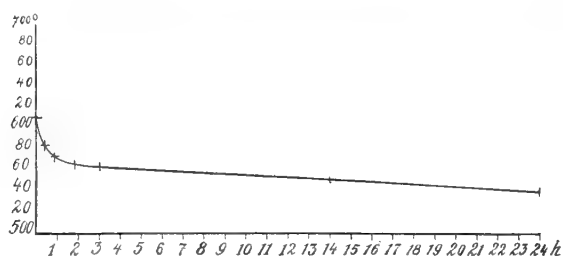


Fig. 5.

Eintritt der Kohärenz ist also außerordentlich scharf zu erkennen, und hiermit ist, wie ich glaube, ein Mittel gegeben, um auch für Gläser

¹⁾ Vergl. meine Mitteilung in der Silikatzeitschrift 2 (1914), Nr. 7.

Eine gewisse Willkür liegt in der Wahl der Berührungszeit, die ich hier so getroffen habe, daß die Fehler beim Temperaturanstieg der Plättchen ohne Einfluß sind und andererseits die Zeit nicht länger als erforderlich wurde, um zu praktisch brauchbaren Ergebnissen zu kommen. Indessen läßt sich diese Willkür ausschalten. Wie aus der Betrachtung der Kurve Fig. 5 hervorgeht, muß es für jedes Glas gelingen, diejenige Temperatur aus der Gleichung der Kurve zu ermitteln, bei welcher der Eintritt von Kohäsion innerhalb einer (praktisch) unendlichen Zeit erfolgt. Die Kurve nähert sich offenbar asymptotisch einer Parallelen zur Zeitachse, der Schnittpunkt dieser Asymptote mit der Temperaturachse ist alsdann der Kohäsionspunkt für die Zeit ∞ . Diesen Punkt würde ich als den „absoluten Kohäsionspunkt“ im Gegensatz zu den einer beliebigen Zeit zugeordneten „relativen Kohäsionspunkt-

Glasart	Typus- nummer	Schmelz- nummer	Mittl. Brechung n_D	Mittl. Dispersion $C-F$	Spez. Gewicht	Linearer Ausd.-Koeff.	Kohäsions- punkt 30 Min.
Schwerstes Silikat-Flint	S 386	S 350	1,8997	0,04121	6,01	0,0 ₅ 856	424,8 ⁰
Schweres Flint	O 198	O 4818	1,7977	0,03087	5,14	0,0 ₅ 818	456,5 ⁰
Schweres Flint	O 41	O 5791	1,7180	0,02438	4,48	0,0 ₅ 833	464,7 ⁰
Fluor-Kron	O 6309	O 6309	1,4721	0,00701	2,34	0,0 ₅ 916	481,4 ⁰
Gewöhnliches Leichtflint . . .	O 340	O 5476	1,5777	0,01383	3,20	0,0 ₅ 876	483,5 ⁰
Gewöhnliches Flint	O 118	O 6280	1,6133	0,01661	3,94	0,0 ₅ 916	485,6 ⁰
Schweres Flint	O 102	O 6209	1,6496	0,01929	3,87	0,0 ₅ 875	492,7 ⁰
Extra leichtes Flint	O 378	O 5961	1,5482	0,01188	2,93	0,0 ₅ 814	504,9 ⁰
Kron mit hoher Dispersion . .	O 608	O 6060	1,5143	0,00940	2,60	0,0 ₅ 867	505,0 ⁰
Phosphat-Kron	S 367	S 433	1,5193	0,00744	2,59	0,0 ₅ 921	508,8 ⁰
Schweres Baryt-Flint	O 3269	O 5597	1,6581	0,01816	3,96	0,0 ₅ 895	529,6 ⁰
Fluor-Kron	O 6815	O 6815	1,4866	0,00689	2,47	0,0 ₄ 1028	535,2 ⁰
Fernrohrflint	O 3439	O 5591	1,5260	0,01007	2,54	0,0 ₅ 611	535,8 ⁰
Silikat-Kron	O 3453	O 5903	1,5184	0,00858	2,60	0,0 ₅ 886	537,6 ⁰
Silikat-Kron	O 6634	O 6634	1,5127	0,00858	2,57	0,0 ₅ 849	541,5 ⁰
UV-Flint	O 3248	O 6224	1,5340	0,00965	2,75	0,0 ₅ 916	547,0 ⁰
Baryt-Flint	O 748	O 6427	1,6249	0,01593	3,36	0,0 ₅ 876	547,3 ⁰
Gewöhnliches Silikat-Kron . . .	O 203	O 6335	1,5185	0,00880	2,55	0,0 ₅ 900	554,7 ⁰
Gewöhnliches Kron	O 6660	O 6660	1,5048	0,00832	2,48	0,0 ₅ 789	558,5 ⁰
Baryt-Leichtflint	O 578	O 6015	1,5827	0,01252	3,29	0,0 ₅ 823	577,9 ⁰
UV-Kron	O 3199	O 4668	1,5046	0,00779	2,41	0,0 ₅ 624	580,8 ⁰
Prismen-Kron	O 3832	O 6293	1,5166	0,00807	2,54	0,0 ₅ 779	583,3 ⁰
Borosilikat-Kron	O 6367	O 6367	1,5088	0,00834	2,50	0,0 ₅ 478	586,2 ⁰
Borosilikat-Kron	O 802	O 5168	1,4983	0,00762	2,35	0,0 ₅ 550	603,3 ⁰
Baryt-Leichtflint	O 463	O 6536	1,5652	0,01014	3,09	0,0 ₅ 774	631,6 ⁰
Schweres Bariumsilikat-Kron . .	O 211	O 5788	1,5732	0,00998	3,20	0,0 ₅ 803	632,0 ⁰
Baryt-Leichtflint	O 722	O 6255	1,5805	0,01081	3,24	0,0 ₅ 702	632,4 ⁰
Zinksilikat-Kron	O 15	O 6872	1,5332	0,00918	2,74	0,0 ₅ 781	634,1 ⁰
Gelbglas	F 5899	F 5899	1,—	—	2,54	0,0 ₅ 931	660,5 ⁰
Schwerstes Baryt-Kron	O 2071	O 5930	1,6122	0,01034	3,54	0,0 ₅ 680	674,0 ⁰
Schwerstes Baryt-Kron	O 2994	O 5770	1,6129	0,01086	3,60	0,0 ₅ 648	686,4 ⁰
Schwerstes Baryt-Kron	O 2122	O 5847	1,5902	0,00962	3,31	0,0 ₅ 587	693,8 ⁰

ten“ bezeichnen, die in der Kurve dargestellt sind für das eine Glas.

Der „absolute Kohäsionspunkt“ würde demnach diejenige Temperatur sein, bei welcher auch nach unendlich langer Adhäsionszeit eine Verschmelzung zweier ebener Glasstücke im Sinne der Kohäsion nicht mehr eintritt. Damit ist der Temperaturbereich vom festen kalten Glase bis zum deutlich flüssigen erhitzten Glas an einer scharf bestimmbaren Stelle in zwei Teile getrennt: innerhalb des unteren Temperaturgebietes befindet sich das Glas in einem Molekularzustande, der ein Kohärieren nicht erlaubt, darüber aber tritt mit wachsender Temperatur in rasch abnehmender Zeit Kohärenz der sich berührenden Glasstücke ein. Oder mit anderen Worten: unterhalb des „absoluten Kohäsionspunktes“ verhalten sich zwei in Berührung befindliche Glasstücke fest, oberhalb werden sie in zunehmendem Maße flüssig, der Trennungspunkt spielt die Rolle einer Grenztemperatur zwischen fest und flüssig, er müßte bei Kristallen mit dem Schmelzpunkt zusammenfallen, für den er bei Gläsern künftig nun einen exakt brauchbaren Ersatz darstellt.

Über die elektrische Leitfähigkeit der Metalle in den allertiefsten Temperaturen. (Nach den Entdeckungen von Kamerlingh Onnes.)

Von Dr. A. Mahlke, Hamburg.

Durch die Herstellung flüssigen Heliums hat Kamerlingh Onnes es ermöglicht, in der Erzeugung tiefer Temperaturen dem absoluten Nullpunkte wesentlich näher als bisher zu kommen. Flüssiges Helium siedet unter Normaldruck bei 4,25° abs. Läßt man es aber unter vermindertem Druck sieden, so erhält man tiefere Temperaturen, bei 47 cm Druck 3,8°, bei 5 cm Druck 2,35°. Onnes hat seine Untersuchungen bis 1,6° ausdehnen können und hat dabei entdeckt, daß Metalle in diesen allertiefsten Temperaturen plötzlich in einen neuen Zustand übergehen, der sich durch eine ganz außerordentlich große elektrische Leitfähigkeit auszeichnet.

Dieser neue Zustand wurde zuerst beim Quecksilber beobachtet, das von allen Metallen sich am leichtesten rein darstellen läßt. Die Reinheit des Quecksilbers kann so weit gesteigert werden, daß

sich darin beim Durchgange eines elektrischen Stromes kein Widerstand mehr zeigt, den man auf Verunreinigungen zurückführen könnte. Der Widerstand des reinen Quecksilbers wird in den allertiefsten Temperaturen scheinbar gleich Null, solange die Stromdichte in dem Quecksilberfaden unterhalb einer bestimmten Grenze bleibt. Dann ist nämlich die Potentialdifferenz an den Enden des Fadens so klein, daß sie nicht mehr gemessen werden kann. Ihr geringster meßbarer Wert betrug bei den Versuchen 0,03 Mikrovolt ($3 \cdot 10^{-8}$ V). Die Potentialdifferenz übersteigt aber diesen Wert, sobald die Stromdichte im Quecksilberfaden einen gewissen Betrag, den *Schwellenwert*, überschreitet, und wächst dann schneller an als der Strom. Also wächst dann auch der sich rechnermäßig ergebende Widerstand und das Ohmsche Gesetz scheint nicht mehr gültig zu sein.

Solange die Temperatur des Quecksilbers unterhalb $4,19^\circ$ abs. (*Verschwindungstemperatur* des Quecksilberwiderstandes) liegt und die Stromdichte darin den Schwellenwert nicht überschreitet, befindet es sich in einem Zustande übergroßer Leitfähigkeit, so daß es scheinbar widerstandsfrei ist. Der Schwellenwert der Stromdichte, bei dem dieser Zustand aufhört, ist um so größer, je tiefer die Temperatur des Quecksilbers liegt. Berechnet man nun den Bruch aus der kleinsten meßbaren Potentialdifferenz ($3 \cdot 10^{-8}$ V) durch den Schwellenwert der Stromdichte, so erhält man die obere Grenze für den Restwiderstand, welchen das Quecksilber in dem Zustande seiner scheinbaren Widerstandslosigkeit noch besitzen kann. Diese obere Grenze wird also um so mehr erniedrigt, je tiefer man die Temperatur des Quecksilbers sinken läßt.

Beim Siedepunkt des Heliums, also bei $4,25^\circ$ abs., besteht für das Quecksilber noch das Ohmsche Gesetz. Ein Quecksilberfaden zeigte in dieser Temperatur beim Stromdurchgange von 0,003 A einen Widerstand von $0,0837 \Omega$ und bei der doppelten Stromstärke einen solchen von $0,0842 \Omega$, so daß die Abweichung innerhalb der Fehlergrenzen lag. Bei $4,20^\circ$ betrug sein Widerstand nur $0,000746 \Omega$ für einen Strom von 0,0071 A, und bei $4,19^\circ$ war er kleiner als $1,4 \cdot 10^{-5} \Omega$ für die gleiche Stromstärke. Um bei dieser Temperatur noch eine merkliche Potentialdifferenz an den Enden des Quecksilberfadens zu erhalten, mußte die Stromstärke auf 0,014 A erhöht werden. Die Potentialdifferenz war sodann $= 2,5 \cdot 10^{-6}$ V für 0,020 A, $= 5 \cdot 10^{-6}$ V für 0,023 A und $= 16 \cdot 10^{-6}$ V für 0,0288 A Stromstärke. Bei $3,65^\circ$ konnte mit einer Stromstärke von 0,49 A noch keine Potentialdifferenz festgestellt werden; dies war erst möglich bei dem Schwellenwert von 0,72 A. Danach beträgt bei $3,65^\circ$ abs. der Widerstand des Quecksilbers nur den tausendmillionsten Teil (10^{-9}) von dem bei 0° C. Bei $2,45^\circ$ abs. wird dieser Bruchteil sogar kleiner als $2 \cdot 10^{-10}$.

Die jähe Abnahme des Widerstandes beginnt für das Quecksilber bei $4,21^\circ$ und vollzieht sich

dann in einem Intervall von $0,02^\circ$. Der Widerstand verschwindet beim Sinken der Temperatur allerdings allmählich, doch hat man den Eindruck, als ob die Widerstandsänderung plötzlich eintrete und das allmähliche Verschwinden der Potentialdifferenz der Tatsache zuzuschreiben sei, daß der Faden sich nur allmählich auf seiner ganzen Länge bis zur Verschwindungstemperatur abkühlt und daß nur der Teil, welcher sich unterhalb dieser Temperatur befindet, seinen Widerstand verliert. Dabei hat sich herausgestellt, daß die Verschwindungstemperatur bei verschiedenen Quecksilberfäden nicht völlig identisch ist. Bei zwei Quecksilberfäden, W_{130} und W_{50} , die bei 0° C. 130 und 50 Ohm Widerstand besaßen, wurden für konstante Stromdichten folgende Widerstände gemessen:

Temp.	$4,24^\circ$	$4,210^\circ$	$4,201^\circ$	$4,180^\circ$
W_{130}	0,0532	0,0128	0,0046	0
W_{50}	0,02445	0,0003	0	0

Solche Unterschiede im Verschwinden des Widerstandes, die gleichfalls bei den Schwellenwerten verschiedener Quecksilberfäden auftreten, werden vermutlich durch zufällige Umstände beim Gefrieren des Quecksilbers veranlaßt. Trotz dieser Beobachtungen ist es aber möglich, daß der gewöhnliche Widerstand des Quecksilbers bei $4,19^\circ$ ganz plötzlich verschwindet und auch plötzlich wieder auftritt; denn in einem Faden, der unter diese Temperatur abgekühlt ist, kann an irgendeiner Stelle bei Erreichung des für diese Stelle maßgebenden Schwellenwertes eine Erhitzung eintreten, welche den Faden dort über $4,19^\circ$ erwärmt, so daß von hier aus sich der Widerstand auf eine weitere Strecke hin ausdehnt. Eine solche lokale Wärmeentwicklung macht es auch erklärlich, daß für größere Stromdichten eine um so niedrigere Temperatur erforderlich ist, um zu verhindern, daß von der diese Wärmeentwicklung verursachenden Stelle aus die übrigen Teile des Fadens auf eine Temperatur mit gewöhnlichem Widerstand erwärmt werden.

In tieferen Temperaturen wächst der Schwellenwert des Quecksilbers ganz bedeutend. Ein Quecksilberfaden zeigte bei $2,45^\circ$ für eine Stromdichte von 1096 Amp. auf das Quadratmillimeter eine Potentialdifferenz von 6,3 Mikrovolt; für 1024 Amp. betrug diese 0,56 Mikrovolt und für 944 Amp. war sie unmeßbar klein bei der gleichen Temperatur. Da nun mit dem Fortfall der Potentialdifferenz auch die Joulesche Wärme verschwindet, so stehen wir vor der staunenswerten Tatsache, daß man durch einen Quecksilberfaden einen elektrischen Strom von 1000 Amp. im Quadratmillimeter senden kann, ohne daß sich die geringste Wärme entwickelt.

Der Schwellenwert der Stromdichte für denselben Quecksilberfaden ändert sich linear mit der Temperatur. Dies führt auf die Vermutung, daß ein *Peltiereffekt* vorliegt, der die Temperatur bis zur Verschwindungstemperatur ansteigen läßt.

Ein solcher kann z. B. durch verschiedene Formen der Kristalle oder durch Spannungen hervorgerufen sein. Bemerkenswert ist, daß der Schwellenwert für das Quecksilber in sehr engen Kapillaren sehr hoch zu sein pflegt.

Versuche mit durch Cadmium oder Gold verunreinigtem Quecksilber zeigten, daß dieses das gleiche Verhalten in Heliumtemperaturen aufweist, wie reines Quecksilber. Allerdings war die Verunreinigung sehr gering, da festes Quecksilber nur sehr geringe Spuren von anderen Metallen aufnimmt (von Zink und Gold weniger als $\frac{1}{1\,000\,000\,000}$). Da kleine Verunreinigungen keine Wirkung ausüben, so müssen wir auch für ganz reines Quecksilber das Vorhandensein eines Restwiderstandes vermuten. Aber auch stärker verunreinigtes Quecksilber, nämlich das Amalgam, welches zum Belegen von Spiegeln dient, verliert in Heliumtemperaturen scheinbar seinen Widerstand. Dieser verschwindet plötzlich wie bei reinem Quecksilber, aber schon bei einer höheren Temperatur, nämlich bei $4,29^\circ$ abs. Der Schwellenwert beträgt dabei $0,12$ Amp.

Der Umstand, daß Quecksilber bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist, bietet für die experimentelle Handhabung große Schwierigkeiten. Es war daher sehr erwünscht, auch an festen Metallen den Zustand übergroßer Leitfähigkeit beobachten zu können. Bei Gold und Platin konnte dieser bisher nicht festgestellt werden. Ihr Widerstand nimmt in Heliumtemperaturen einen meßbaren, von der Temperatur unabhängigen Wert an. Die Versuche deuten aber darauf hin, daß auch dieser bei hinreichender Reinheit der beiden Metalle verschwindend klein wird. Dagegen ist es gelungen, bei reinem Zinn und bei reinem Blei (von *Kahlbaum* geliefert) dieselben Erscheinungen wie beim Quecksilber zu beobachten. Beim Zinn tritt die plötzliche Abnahme des Widerstandes bei $3,806^\circ$ ein. Die Verschwindungstemperatur beträgt $3,785^\circ$, wobei der Schwellenwert $0,28$ Amp. ausmacht. Blei ist sogar schon in flüssigem Helium scheinbar widerstandsfrei. Die Verschwindungstemperatur seines Widerstandes liegt viel höher als der Siedepunkt des Heliums, ungefähr bei 6° abs. Bei $4,29^\circ$ beträgt sein Schwellenwert noch mehr als $1,3$ Amp. Der Widerstand des Zinns ist im Vergleich zu dem bei 0° C. bei $1,8^\circ$ abs. kleiner als $6 \cdot 10^{-10}$ und der des Bleis sogar kleiner als $0,5 \cdot 10^{-10}$. Hiernach scheinen alle Metalle, oder wenigstens ein Teil derselben, in hinreichend niedrigen Temperaturen widerstandsfrei zu werden, wenn sie genügend gereinigt worden sind. Vielleicht tritt dies bei allen plötzlich ein.

Die Feststellung dieser Erscheinungen beim Blei gab Veranlassung zu weiteren Untersuchungen, indem aus mit Seide umsponnenem Bleidraht eine Spule von 1000 Windungen gewickelt wurde. Der Bleidraht hatte $\frac{1}{10}$ qmm Querschnitt. Der Durchmesser sowohl wie die Länge der Spule betrug 1 cm. Durch diese Spule konnte bei Helium-

temperaturen ein Strom von $0,8$ Amp. hindurchgeleitet werden, ohne daß eine meßbare Entwicklung von Joulescher Wärme auftrat. Die Möglichkeit, mit Hilfe dieser Spule ein eisenfreies Magnetfeld von ungewöhnlicher Stärke, etwa $100\,000$ Gauß, zu erzeugen, hat sich aber als nicht ausführbar erwiesen, da beim Überschreiten einer gewissen Stärke (1 Kilogauss bei $1,8^\circ$) des magnetisierenden Feldes der von diesem in der Spule erzeugte Strom den Schwellenwert erreicht und eine plötzliche Wärmeentwicklung auftritt, die den Strom wieder zum Verschwinden bringt. Dagegen hat sich die Fortdauer eines in der Spule hervorgerufenen Magnetfeldes nach Aufhören des magnetisierenden Kraftfeldes experimentell nachweisen lassen. Die in der Spule erzeugte elektrokinetische Energie ist nämlich hinreichend groß, so daß sie nur langsam erschöpft wird.

Zur Ausführung dieses Versuches wurden die beiden Enden der Spule im Knallgasgebläse verlötet. Dann wurde sie in das Kältebad in geeigneter Lage eingeschoben und in einem Feld von 200 Gauß abgekühlt von 0° C. bis $1,8^\circ$ abs. Der auf diese Weise in der Spule erzeugte Strom dauerte fort nach Entfernung des Feldes von 200 Gauß. Erkennbar war dies daran, daß die Spule einer Kompaßnadel eine Ablenkung erteilte und daß diese Ablenkung ihren Sinn wechselte, als die Spule um eine senkrechte Achse gedreht wurde. Die Bleidrahtspule stellte also einen permanenten Magneten oder einen Molekularstrom im Sinne von Ampère dar. Durch Messungen wurde gefunden, daß in der widerstandsfreien Spule ein Strom von $0,4$ bis $0,6$ Amp. Stunden hindurch andauerte. Genaue Messungen waren nicht möglich, auch konnte von der Abnahme des Stromes nur die obere Grenze ermittelt werden, die 1% in der Stunde nicht überschritt. Beim Erwärmen des Apparates verschwindet die Erscheinung sofort. Als die Spule mit ihren Windungen parallel zum induzierenden Feld in den Apparat gebracht wurde, ergab sich auch eine Wirkung, die aber nur $\frac{1}{2}$ der früher beobachteten ausmachte.

Um zu beweisen, daß ein elektrischer Strom die Ursache der magnetischen Wirkung der Spule ist, wurden zu beiden Seiten der Lötstelle zwei Drähte mit einem ballistischen Galvanometer verbunden. Nachdem dann durch die Kompaßnadel die magnetische Wirkung der Spule festgestellt war, wurde die Lötstelle aufgetrennt. Da zeigte das Galvanometer sofort einen Ausschlag und die Kompaßnadel ging in ihre ursprüngliche Stellung zurück. Das Bestehen eines elektrischen Stromes in der Spule während ihres magnetischen Zustandes war hierdurch bewiesen. Durch die Einschaltung des Widerstandes im Galvanometer wurde seine Energie erschöpft. Die Spule stellt ein Bild des von *Maxwell* erdachten reibungslosen Mechanismus dar, das man durch die moderne Vorstellung von den Elektronen ergänzen kann. Die Elektronen fahren fort sich im Stromkreis zu

bewegen, ohne jede elektromotorische Kraft, und ebenso drehen sich, nach *Maxwells* Vorstellung, die von der Energie getriebenen Rollen unaufhörlich im Äther. Der geringste Widerstand aber, der in dem Mechanismus sich geltend macht, bringt ihn sehr bald zum Stillstand.

Literatur:

1. *Comm. Onnes Lab.* Suppl. 29, Nr. 133 a, 133 b und 133 d.

2. *Comptes Rendus*, 159, S. 34—37, 1914.

Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Samenkeimung.

Von Dr. Georg Lakon, Hohenheim.

Eins der interessantesten Kapitel der Pflanzenphysiologie bildet die Samenkeimung. Die botanische Literatur der letzten Jahre weist eine große Fülle einschlägiger Arbeiten auf; trotzdem können wir heute nicht behaupten, daß alle wichtigen Probleme, welche die Samenkeimung in sich birgt, völlig gelöst sind. Durch diese Arbeiten sind wir aber vor allen Dingen in den Besitz eines sehr umfangreichen und wertvollen Tatsachenmaterials gelangt. Über diese Fortschritte kurz zu berichten ist der Zweck dieser Zeilen, und zwar ist es meine Absicht nicht, ein erschöpfendes Bild der Samenkeimung oder eine lückenlose Besprechung der einschlägigen Arbeiten der letzten Dezennien zu geben, sondern lediglich eine Skizze der wichtigsten Punkte auf Grund der vorliegenden Erfahrungen zu entwerfen.

Die wichtigsten Untersuchungen der letzten Jahre über Samenkeimung sind diejenigen, welche dahin abzielen, die Ursachen des *Keimverzuges*¹⁾ bzw. das Verhältnis zwischen Keimung und äußeren Bedingungen aufzuklären. Wir kennen heute in der Tat zahlreiche Samenarten, welche eigentümliche Beziehungen zu den äußeren Bedingungen zeigen, und zwar bisweilen so weitgehende, daß die Keimung unter den normalen Keimungsbedingungen entweder völlig ausbleibt oder weit hinausgeschoben wird.

Der Keimungsprozeß ist in erster Linie mit dem Vorhandensein eines gewissen Quantum von Wasser eng verknüpft und wir wissen tatsächlich, daß wir ausnahmslos jeden Samen durch Trockenhalten an der Keimung verhindern können. Wir wollen also zunächst diesen Faktor ins Auge fassen.

Für die Erfüllung dieser Bedingung, d. h. des Vorhandenseins einer gewissen Wassermenge, ge-

nügt die äußerliche Benetzung des Samens nicht, es muß vielmehr ein Eindringen des Wassers bis zum Samenembryo stattfinden. Letztere Bedingung ist bei denjenigen Samen nicht erfüllt, die man als „hartschalig“ bezeichnet¹⁾. Die Hartschaligkeit ist bei denjenigen Samenarten anzutreffen, welche einen besonders komplizierten Bau der Samenschale aufweisen, wie zahlreiche Leguminosenarten; sie stellt keinen normalen, sondern einen durch besondere Einflüsse (extreme Trockenheit während der Reife oder während des Lagerns) hervorgerufenen Zustand dar. Anatomisch sind derartige „harte“ Samen von den normalen nicht verschieden; die Undurchlässigkeit wird lediglich durch eine festere Verbindung der Zellen der sogen. Hartschicht der Samenschale bedingt. Durch Anstechen, Anfeilen oder Ritzen der Samenschale kann dem Wasser freie Bahn geschaffen und eine normale Keimung erzielt werden. Auch durch Warmbad kann eine Begünstigung des Imbibitionsprozesses und demnach eine rasche Aufquellung herbeigeführt werden. Besonderes Interesse beansprucht die Beobachtung²⁾, daß in einigen Fällen ein Vorbad mit Äthylalkohol (und einigen anderen Flüssigkeiten) die Imbibition ermöglicht. Hierbei handelt es sich um Samen, deren Schale mit feinen Spalten versehen ist; das Wasser kann in diese mit Luft erfüllten Spalten nicht eindringen, wohl aber der Alkohol. In die einmal mit Alkohol erfüllten Spalten dringt das Wasser leicht durch Diffusion ein. Diese Verhältnisse bedürfen weiter der Aufklärung.

Ein Übermaß von Wasser ist andererseits in den meisten Fällen schädlich, weil dadurch andere Funktionen — wie z. B. die Atmung — in einer für die Keimung ungünstigen Weise beeinflusst werden. In diesem Sinne ist wohl auch die oft beobachtete günstige Wirkung eines vorübergehenden *Austrocknens* auf die Keimung zu deuten. Die Keimung der Hederichssamen (*Raphanus Raphanistrum*) wird durch wiederholtes Austrocknen stark gefördert; die gleiche Wirkung hat das Schälen der Samen³⁾. Es handelt sich hierbei wahrscheinlich um Sauerstoffwirkung. Auch bei zahlreichen anderen Samenarten wurde die günstige Wirkung eines Wechsels von Feuchtigkeit und Trockenheit festgestellt, und zwar insbesondere bei den noch zu besprechenden licht-

¹⁾ Diese Bezeichnung hat sich eingebürgert, wenn gleich darunter nicht etwa die Härte, sondern die Undurchlässigkeit der Samenschale hervorgehoben werden soll. — Über die Verhältnisse bei hartschaligen Samen und die Methoden der Feststellung der Hartschaligkeit vgl.: Lakon, Der Keimverzug bei den Koniferen- und hartschaligen Leguminosensamen (Naturw. Ztschr. Forst- u. Landw. 1911, Bd. IX, S. 226—237). Dort ist auch die ältere Literatur zitiert.

²⁾ Verschaffelt, E., Le traitement chimique des graines à imbibition tardive (Rec. Trav. bot. Néerlandais 1912, vol. IX, S. 401—435).

³⁾ Schindler, F., Über die Keimungsverhältnisse des Hederichs (Österr. Landw. Wochenbl. XII, 1866, S. 270 bis 272).

⁴⁾ Unter „Keimverzug“ versteht man im allgemeinen das Ausbleiben bzw. Verzögerung der Keimung bei normal gereiften Samen und unter dem Einfluß der üblichen Keimungsbedingungen. Die Bezeichnung rührt von Wiesner her. Vgl. ferner: Lakon, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie der Eschensamen (Naturw. Ztschr. Forst- u. Landw. 1911, Bd. IX, S. 285—298), S. 285—286.

bedürftigen Samenarten¹⁾. Diese Wirkung der Austrocknung verdient besondere Beachtung, da sie auch bei anderen ruhenden Organen im Pflanzenreiche zum Ausdruck kommt. Auf diesen Umstand hat neuerdings *Lehmann*²⁾ aufmerksam gemacht, und zwar unter Hinweis auf die von *Braun* für *Chlamydomonas* und von *Klebs* für die Zygoten von *Chlorogonium* festgestellten Tatsachen; ich möchte hinzufügen, daß auch für die Knospen der höheren Pflanzen ähnliche Verhältnisse bekannt sind³⁾.

Ein weiterer wichtiger Keimungsfaktor ist die *Temperatur*. Im trockenen Zustand während der Ruhe zeigen die Samen eine sehr hohe Widerstandsfähigkeit gegen extreme Temperaturschwankungen. Die für den Keimungsprozeß erforderlichen Temperaturen bewegen sich aber zwischen gewissen Grenzen und wir haben auch hier, ähnlich wie bei anderen Lebensprozessen, Optima, Maxima und Minima der Temperatur, welche für die verschiedenen Arten verschiedene Grenzen aufweisen. Diese Grenzen sind im allgemeinen innerhalb einer und derselben Samenart mehr oder weniger konstant.

Unter gewissen Umständen treten indessen Abweichungen von der letztgenannten Regel auf, vor allen Dingen bei denjenigen Arten, bei welchen die Keimung vom Grad der Nachreife⁴⁾ abhängig ist. Interessant sind in dieser Beziehung die Verhältnisse bei den Getreidearten. Frisch geerntete Getreidekörner keimen bei den für die nachgereiften Früchte optimalen Temperaturen (20 bis 30 ° C.) nur schlecht oder gar nicht; sie sind aber imstande volle Keimfähigkeit zu entfalten, wenn sie einer niederen Temperatur (10—15 ° C.) im Keimbett ausgesetzt werden⁵⁾. Das Optimum der völlig nachgereiften Getreidekörner liegt dagegen bei 30 ° C.

Eine besondere Wirkung der Temperatur kommt ferner dort zutage, wo die Keimung infolge der ungünstigen Wirkung anderer Faktoren verzögert wird. In solchen Fällen ist eine Erhöhung oder Erniedrigung der Temperatur imstande, die schädliche Wirkung des anderen Faktors auszugleichen. Als besonders wirksam erweist sich dabei in den meisten Fällen eine *intermittierende Temperatur*. Einige derartigen Fälle werden wir

später bei der Besprechung der Lichtwirkung kennen lernen.

Was die Zusammensetzung der Atmosphäre, in welcher die Keimung erfolgen soll, betrifft, so wissen wir, daß die normale Zusammensetzung der Luft die Keimung unter allen Umständen ermöglicht. Beim Luftabschluß wird die Keimung im allgemeinen gehemmt. Hierbei kommt der *Sauerstoff* in Frage. Die erhöhte Sauerstoffzufuhr kann in manchen Fällen — ähnlich wie die Änderung der Temperatur — die schädliche Wirkung anderer Faktoren aufheben, wie wir bei späterer Gelegenheit sehen werden.

Einen weiteren Keimungsfaktor stellt die *chemische Beschaffenheit des Substrates* dar. Im allgemeinen sind besondere Stoffe für die Keimung nicht nötig; sie erfolgt z. B. normal auf mit destilliertem Wasser befeuchtetem, chemisch reinem Quarzsand. Daß gewisse Stoffe, wie Gifte u. dgl., die Keimung ungünstig beeinflussen oder ganz verhindern können, braucht gewiß nicht besonders hervorgehoben zu werden. Andererseits sind zahlreiche Fälle bekannt, wo die günstige Wirkung gewisser Stoffe zutage tritt. Alle diese Fälle hier aufzuzählen, würde mich zu weit führen; einige Fälle, welche für die Keimungsphysiologie von besonderer Bedeutung sind, werden wir bei der Besprechung der Lichtwirkung auf die Keimung näher kennen lernen.

Einen besonderen Fall von Substratwirkung in der Natur stellen die Samen gewisser *Schmarotzerpflanzen* dar. Die Samen von Parasiten, welche auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen, bedürfen zur Keimung eines von den Wurzeln der Wirtspflanze ausgehenden chemischen Reizes; sie keimen nur in der Nähe dieser Wurzeln. Einen noch merkwürdigeren Keimungsfaktor stellt die *Symbiose* bei einigen Orchideen dar. Es ist eine allbekannte Erscheinung, daß die Samen zahlreicher Orchideen nur in der unmittelbaren Nähe einer gleichartigen Pflanze zum Keimen zu bringen sind. Die Erklärung dieser rätselhaften Erscheinung verdanken wir *Noel Bernard*¹⁾. Er wies nach, daß die Samen dieser in obligatorischer Symbiose mit Hyphomyceten lebenden Orchideen zur Keimung des Reizes durch diesen endophytischen Pilz bedürfen. Nur in der Gegenwart dieses Symbionten, welcher das Bestehen der Pflanze überhaupt verbürgt, können die Samen auskeimen. Heute sind wir tatsächlich in der Lage, durch Darbietung des fraglichen Pilzes diese Orchideensamen leicht zur Keimung zu veranlassen.

Die Bedeutung des *Lichtes* für die Samenkeimung wurde erst in den letzten Jahren voll gewürdigt. Die ersten beachtenswerten Stimmen, welche eine Lichtwirkung glaubhaft machen woll-

¹⁾ Hierzu zahlreiche Arbeiten von *Heinricher*, *Kinzel*, *Gümbel*, *Munerati* und *Zapparoli*, *Lehmann* u. a.

²⁾ Sammelreferat in der Ztschr. f. Botan. V, 1913, S. 365 ff.

³⁾ Das Austreiben abgeschnittener Zweige während der Ruheperioden im Winter wird im allgemeinen durch eine vorübergehende Austrocknung günstig beeinflusst.

⁴⁾ Die bei manchen Samenarten zu beobachtende Nachreife besteht darin, daß die Samen ihre volle normale Keimfähigkeit nicht sofort nach der Ernte, sondern erst nach dem Verweilen während einer bestimmten Zeit im Lager erlangen.

⁵⁾ Vgl.: *Atterberg*, A., Die Nachreife des Getreides (Landwirtsch. Versuchsst. LXVII, 1907, S. 129 ff.). — In einigen Fällen wird die Keimung durch Frost angeregt.

¹⁾ Sur quelques germinations difficiles (Rev. gén. Botan. XII, 1900, p. 108 ff.) und andere Arbeiten dieses Forschers. Vgl. ferner: *Burgeff*, H., Die Aufzucht tropischer Orchideen aus Samen (G. Fischer, Jena, 1911).

ten, liegen nunmehr über drei Dezennien zurück¹⁾. Sie fanden nicht den verdienten Widerhall, insbesondere weil die von anderen Seiten angestellten Versuche keine einheitliche Bestätigung lieferten. Diese Differenzen haben später darin ihre Aufklärung gefunden, daß die Lichtkeimung von verschiedenen anderen Faktoren abhängig ist. Wenn wir zunächst davon absehen, daß die Lichtwirkung durch den Einfluß anderer Faktoren modifiziert oder ganz aufgehoben werden kann, so haben wir die Samen einer und derselben Art vielfach von vornherein verschieden gestimmt, und zwar hängt die Stimmung mit dem Reife- bzw. Nachreifezustand des Samens zusammen. So wurde zunächst für einige Gräser nachgewiesen²⁾, daß die Lichtwirkung nur bei den frischgeernteten Samen zur Geltung kommt, während mit fortschreitender Nachreife die Wirkung des Lichtes allmählich vermindert und schließlich gänzlich aufgehoben wird. Ähnliche Erfahrungen wurden später auch mit anderen lichtempfindlichen Samenarten gemacht.

Heute verfügen wir über eine sehr umfangreiche Literatur über die Wirkung des Lichtes auf die Samenkeimung³⁾. Die Wirkung des Lichtes kann entweder eine günstige („Lichtkeimer“) oder eine schädliche sein („Dunkelkeimer“), wobei sowohl die Keimungsenergie (d. h. die Geschwindigkeit der Keimung) wie auch die Keimkraft (d. h. die Anzahl der überhaupt zu erzielenden Keimlinge) beeinflusst werden kann.

Die Lichtintensitäten, welche zur Begünstigung der Keimung notwendig sind, sind bei den verschiedenen Lichtkeimern verschieden. Bemerkenswert ist es, daß bei einigen Arten selbst ganz geringe Intensitäten wirksam sind. Bei einigen Samenarten ist wiederum selbst eine vorübergehende Ermangelung des notwendigen Faktors im Keimbett von bleibend schädlichem Einfluß. So werden vielfach Lichtkeimer durch kurze Verdunklung dunkelstarr, sie keimen dann auch am Licht nicht mehr, während umgekehrt Dunkelkeimer durch vorübergehende Belichtung lichthart werden.

Was die verschiedenen Strahlenarten anbelangt, so verhalten sich im allgemeinen die Strahlen der ersten Spektrumlhälfte (gelbes Licht) wie volles, weißes Licht, die der zweiten Spektrum-

hälfte (rotes Licht) wie Dunkelheit, so daß z. B. rotes Licht die Keimung der Lichtkeimer fördert und die der Dunkelkeimer hemmt.

Der Einfluß des Lichtes wird durch die übrigen Keimungsfaktoren vielfach modifiziert. Hierzu kommt in erster Linie die Temperatur des Keimbettes in Betracht. Im allgemeinen werden Lichtkeimer durch entsprechende Erhöhung der Temperatur des Keimbettes oder durch intermittierende Temperatur auch im Dunkeln zur Keimung angeregt. Bei den Dunkelkeimern dagegen können wir durch Erniedrigung der Temperatur auch im Licht normale Keimung erzielen. Diese Verhältnisse haben aber nicht immer Gültigkeit; in einigen Fällen kann das Licht durch Temperaturänderungen nicht völlig ersetzt werden.

Auch vorübergehende Austrocknung der Samen im Keimbett ist bisweilen imstande, die Lichtwirkung zu modifizieren. In den meisten Fällen handelt es sich dabei um Anregung zur Keimung von Lichtkeimern auch im Dunkeln. In einem Falle wurden durch die Austrocknung lichtharte Samen zur Keimung angeregt.

Von sehr weitgehender Bedeutung ist ferner die chemische Beschaffenheit des Substrates. Sehr bemerkenswert in dieser Richtung ist die Feststellung, daß das Licht in einigen Fällen durch die Knopsche Nährlösung in seiner Wirkung teilweise oder aber auch vollständig ersetzt werden kann. Diese Begünstigung der Keimung durch die Knopsche Nährlösung gewinnt auch dadurch an Interesse, als sie an die unlängst an den in Ruheperiode befindlichen Knospen der höheren Pflanzen festgestellten Verhältnisse erinnert¹⁾. Von den zahlreichen als keimungsfördernd bekannten Chemikalien will ich nur die Enzyme und die Säuren erwähnen, da dieselben für das Verständnis der Lichtwirkung überhaupt von größerer Bedeutung sind²⁾. Bei Anwendung einer 0,1 prozentigen Papayotin- oder Trypsinlösung konnten bei den Samen des Lichtkeimers *Epilobium hirsutum* auch im Dunkeln hohe Keimziffern (82 %) erzielt werden. Die gleichen Erfolge konnten auch mit Salzsäure von verschiedener Molekularkonzentration erreicht werden.

Eine eigentümliche Substratwirkung liegt in der Feststellung, daß in einigen Fällen ein Umbetten der Samen die Keimung im Dunkeln fördert. Ob es sich dabei um die Einwirkung einer lokalen Austrocknung oder um chemische Umsetzungen des Substrates handelt, müssen weitere Untersuchungen lehren.

Die Wirkung des Lichtes kann ferner in manchen Fällen durch die Entfernung der Frucht-

¹⁾ Stebler, Über den Einfluß des Lichtes auf die Keimung (Vortrag geh. in d. Naturf. Ges. Zürich 1881; Bericht in: Botan. Ztg. 1881, S. 470).

²⁾ Jönsson, B., Beobachtungen über die Bedeutung des Lichtes für die Samenkeimung (Lunds univ. Arsskr. 1893. Holländisch).

³⁾ Eine genaue Angabe der Literatur an dieser Stelle würde den Umfang der vorliegenden Abhandlung über das Angemessene hinaus vergrößern. Eine größere Anzahl von einschlägigen Arbeiten verdanken wir Heinricher, Figdor, Kinzel, Lehmann und Gaßner. Zur genauen Orientierung sei auf die im Jahresbericht der Vereinigung für Angew. Botanik (Jahrg. 1910, S. 248 bis 257) und in der „Zeitschrift für Botanik“ (Bd. I, 1909, S. 122 ff., und Bd. II, 1913, S. 365 ff.) erschienenen Sammelreferate von Lehmann verwiesen.

¹⁾ Vgl.: Lakon, Die Beeinflussung der Winterruhe der Holzgewächse durch die Nährsalze (Ztschr. f. Botan. IV, 1912, S. 561—582).

²⁾ Vgl.: Lehmann und Ottenwälder, Über katalytische Wirkungen des Lichtes bei der Keimung lichtempfindlicher Samen (Ztschr. f. Botan. V, 1913, S. 337 bis 364).

bzw. Samenschale unnötig gemacht werden. Hierbei handelt es sich aber nicht um hartschalige Samen und demnach auch nicht um eine Erleichterung der Wasserzufuhr, sondern um eine intensivere Sauerstoffwirkung, denn die Versuche haben gezeigt, daß bei den ungeschälten Samen derselbe Erfolg auch durch Erhöhung der Partiärpressung des Sauerstoffes erzielt werden kann.

Aus dem über die Lichtwirkung Gesagten geht hervor, daß wir es dabei mit dem Ineinandergreifen der verschiedensten Faktoren zu tun haben, daß eine für alle Fälle gültige Erklärung der Erscheinung nicht möglich ist. Es handelt sich aber höchstwahrscheinlich um katalytische Wirkungen. *Lehmann*, dem wir hauptsächlich die Förderung unserer Kenntnisse über die Lichtkeimung verdanken, hat diese Frage näher erörtert¹⁾. Er kommt zu dem Schluß, daß alle die Keimung anregenden Mittel, wie Licht, erhöhte Temperatur, Sauerstoff, Enzyme, Salzsäure, katalytisch wirken, wodurch die Abbauvorgänge im Samen und in Zusammenhang damit die Keimung selbst beschleunigt werden. Derselbe Forscher hat ferner auf andere analoge Fälle aus der Pflanzenphysiologie hingewiesen. Ich möchte auf einen weiteren Fall aufmerksam machen, nämlich auf die unlängst von *Klebs*²⁾ gemachte Feststellung, daß die Knospen der Buche durch intensive Belichtung schon zur Zeit der Ruhe, im Winter, zum Austreiben veranlaßt werden. Es ist ohne weiteres anzunehmen, daß das Licht in beiden Fällen — d. h. bei der Keimung der Samen und beim Austreiben der Knospen — die gleiche Wirkung hat, nämlich die Förderung der Abbauvorgänge.

Die Unterscheidung von Licht- und Dunkelkeimern steht in keinem Verhältnis zu der Ökologie der betreffenden Pflanzenarten. Wir haben innerhalb derselben ökologischen Gruppe die größten Verschiedenheiten in bezug auf das Verhältnis zwischen Licht und Keimung. Dasselbe gilt im allgemeinen auch für verwandtschaftlich nahestehende Arten: innerhalb derselben Familie und Gattung sind sowohl lichtempfindliche wie auch lichtscheue Arten vorhanden³⁾. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, daß selbst die verschiedenen Samenindividuen in dieser Hinsicht Verschiedenheiten aufzuweisen vermögen. Dies tritt besonders bei den dimorphen Früchten und Samen derselben Samenart zutage. Derartige dimorphe Früchte sind bei den Kompositen anzu-

treffen, und zwar haben wir hier Scheiben- und Randfrüchte zu unterscheiden. Die beiderlei Früchte — welche außer dem verschiedenen äußeren Aussehen auch Verschiedenheiten im mikroskopischen Bau der Schale aufweisen — zeichnen sich durch verschiedene Keimungsenergie und Keimkraft aus; im allgemeinen keimen die Scheibenfrüchte schneller und in höheren Prozentsätzen als die Randfrüchte. Die Keimungsverhältnisse der beiderlei Früchte werden durch die verschiedenen äußeren Faktoren verschieden beeinflusst, so daß ein und derselbe Faktor die Keimung der einen Fruchtart fördern, die der anderen hemmen kann. Besonders beachtenswert ist die Wirkung des Lichtes, welche aber durch die anderen Faktoren beeinflusst wird, ähnlich wie bei den schon oben angeführten allgemeinen Fällen¹⁾.

* * *

Aus dem Gesagten geht hervor, daß die Keimung der Samen sowohl von inneren Zuständen (z. B. Hartschaligkeit, Nachreife), wie auch von äußeren Faktoren (Feuchtigkeit, Temperatur, Licht, chemische Beschaffenheit des Substrates und der Atmosphäre usw.) und sonstigen Verhältnissen (Parasitismus, Symbiose) beeinflusst wird. Es ist demnach in jedem Falle, in welchem die Keimung einer Samenart unter den gewöhnlichen Keimungsbedingungen ausbleibt, zu untersuchen, auf welche Ursache dieser Keimverzug zurückzuführen ist. Das Vorhandensein von Hartschaligkeit können wir dadurch entscheiden, daß wir die Samen in Wasser legen und nach einiger Zeit zur Bestimmung der aufgenommenen Wassermenge wägen, und ferner durch Vergleichsbestimmungen der Wasseraufnahme bei intakten, angestochenen oder geschälten Samen u. dgl. m. Wenn diese Wasseraufnahmebestimmungen auf Hartschaligkeit hindeuten, werden schließlich vergleichende Keimversuche mit intakten, angefeilten bzw. angestochenen oder geschälten Samen angestellt²⁾. Viel komplizierter gestaltet sich dagegen die Auffindung des äußeren Faktors, welcher die Keimung beherrscht; hierzu sind sehr ausgedehnte Versuche mit den verschiedensten Kombinationen der äußeren Bedingungen notwendig.

Die Frage, ob in allen Fällen der Keimverzug mit einem bestimmten äußeren Faktor oder Reiz zusammenhänge, ist zu verneinen. Es sind in der Tat Fälle bekannt, bei welchen ein sozusagen nur scheinbarer Keimverzug vorliegt, wo die Keimung

¹⁾ Vgl. hierzu die in der vorhergehenden Fußnote angegebene Arbeit von *Lehmann* und *Ottenwälder*, wo auch die bezügliche Literatur näher angegeben ist; ferner: *Lehmann*, Über katalytische Lichtwirkung bei der Samenkeimung (Biochem. Ztschr. Bd. 50, 1913, S. 388 bis 392).

²⁾ Über das Verhältnis der Außenwelt zur Entwicklung der Pflanzen (Sitzber. Heidelberg. Akadem. Wiss. Math.-nat. Kl. Abt. B, Jahrg. 1913, 5. Abh.) S. 31.

³⁾ Eine Ausnahme davon scheinen nach *Figdor* die Gesneriaceen zu bilden. Alle von diesem Forscher untersuchten Arten verhielten sich wie echte Lichtkeimer.

¹⁾ Über die Keimungsverhältnisse dimorpher Früchte und Samen liegen Untersuchungen von *Correns* (1906), *Ernst* (1906), *Crocker* (1906, 1907) und *Becker* (1912) vor. Die Arbeit von *Becker* (erschieden in den Beih. z. Centralbl. I. Abt. 1912, S. 20—243) stellt eine umfassende Behandlung des Themas dar und enthält eine ausführliche Angabe der einschlägigen Literatur.

²⁾ Vgl. hierzu die in den Fußnoten 1, S. 966 angegebenen Arbeiten von *Lakon* und ferner: *Lakon*, Zur Anatomie und Keimung einiger Koniferensamen (Naturw. Ztschr. Forst- u. Landw. 1912, Bd. X, S. 401 bis 410).

erst nach Verlauf einer sehr langen Zeit einsetzt, weil der Embryo zuvor im Keimbett eine gewisse Entwicklung durchmachen muß, welche normalerweise eine längere Zeit in Anspruch nimmt. Hierher gehören zwei Kategorien von Samen, nämlich 1. Samen mit unvollständig ausgebildeten Embryonen, und 2. solche mit vollständigen, aber kleinen Embryonen.

Bei den Samen der ersten Kategorie ist der Same zur Zeit seiner Lostrennung von der Mutterpflanze mit einem undifferenzierten Zellkörper (an der Stelle vom Embryo) versehen. Die Ausbildung dieses Zellkörpers zum Embryo findet also bei abgefallenem Samen statt und je nach der Zeit, welche hierzu notwendig ist, tritt eine entsprechende Verzögerung der Keimung ein. Bei diesen Samen haben wir es also mit einer Art „Nachreife“ zu tun. Derartige Samenarten gibt es sehr zahlreich und sind schon längst bekannt.

Von der zweiten Kategorie dagegen ist bisher nur ein einziger Fall bekannt, nämlich die Samen der gemeinen Esche (*Fraxinus excelsior* L.). Ich möchte diese höchst interessanten Verhältnisse, auf welche ich zum ersten Male aufmerksam machte¹⁾, etwas näher schildern.

Der vollständig ausgebildete Embryo der Eschensamen füllt ungefähr die Hälfte des zwischen den beiden Endospermhälfen befindlichen und reichlich mit verschleimten Zellschichten bekleideten Raumes aus. In diesem Zustand verharren die Samen, solange sie trocken bleiben. Wenn sie bei genügender Feuchtigkeit zur Keimung ausgelegt werden, bleiben sie monatelang äußerlich unverändert²⁾. Eine genaue Untersuchung zeigt dagegen, daß sie sogleich Wasser aufgenommen haben; nach Verlauf von wenigen (etwa 10) Tagen treten die ersten Anzeichen von Umsetzungen im Endosperm und Embryo auf, und zwar findet einerseits Wachstum des Embryos und andererseits Entleerung des Endosperms statt. In der Zeit des Keimverzuges ruht also der Same nicht, sondern es findet ein langsames Wachstum des Embryos statt, bis schließlich derselbe den ganzen zwischen den beiden Endospermhälfen befindlichen Raum ausfüllt. Dann erst kann die Keimung erfolgen. Diese vor der Keimung sich abspielenden Vorgänge, welche sich in dem Wachstum des Embryos innerhalb des Samens resultieren, habe ich wegen ihrer völligen Übereinstimmung mit der Keimung als „Vorkeimung“ bezeichnet.

Der Keimverzug bei den Eschensamen beruht also auf dieser notwendigen, normalerweise nur langsam fortschreitenden Vorkeimung. Es ist nun interessant, daß nicht alle Eschenarten die Erscheinung des Keimverzuges zeigen, wie z. B. die

amerikanische Esche (*Fraxinus americana* L.). Damit steht aber auch der Bau des Embryos bei dieser Art in vollem Einklang: der Embryo ist hier von vornherein völlig ausgewachsen, er füllt den ganzen zwischen den beiden Endospermhälfen befindlichen Raum aus. Es ist also hier eine Vorkeimung unnötig und der Same keimt tatsächlich sogleich nach der Aussaat. Auch ein weiterer mit diesen Verhältnissen in Zusammenhang stehender Unterschied besteht zwischen den Samen der gemeinen und der amerikanischen Esche. Bei den letzteren ist nämlich die Schleimschicht, welche den Embryo umkleidet, nur schwach entwickelt. Diese Schleimschicht ist demnach nur dort stark entwickelt, wo eine Vorkeimung stattfindet: die Schleimschicht hat die Aufgabe, das Wachstum des Embryos im Samen zu erleichtern, und zwar in der Weise, daß die Verschiebungen ohne Reibung und ohne Verlust des innigen Kontaktes zwischen Embryo und Endosperm vor sich gehen.

Es ist höchstwahrscheinlich, daß auch bei anderen Samenarten ähnliche Verhältnisse vorliegen. Möglicherweise haben wir es aber in den meisten Fällen mit geringem Wachstum des Embryos innerhalb des Samens zu tun, so daß die Vorkeimung nur geringe Zeit in Anspruch nimmt und dabei ein Keimverzug kaum oder gar nicht zum Ausdruck kommt.

Zum Schluß noch ein Wort zur Frage nach der Vitalität der Samen! Die Behauptung von der Keimfähigkeit von altägyptischem Mumienweizen gehört zu den Fabeln. Andererseits sind zweifellos verschiedene Samenarten, sowohl von wildwachsenden wie auch von Kulturpflanzen, wohl imstande ihre Keimfähigkeit unter Umständen mehrere Dezennien hindurch zu bewahren. Bei anderen Samenarten erlischt dagegen die Keimfähigkeit in kürzester Zeit. Wenngleich die Dauer der Keimfähigkeit im allgemeinen für jede Art zwischen gewissen Grenzen liegt, so haben wir doch eine weitgehende Abhängigkeit dieser Dauer von den äußeren Bedingungen. Die Veränderungen im Samen, welche mit dem Erlöschen der Keimfähigkeit Hand in Hand gehen, sind uns gegenwärtig unbekannt. Die Vermutung, daß die Keimfähigkeit mit der Löslichkeit der in den Samen enthaltenen Aleuronkörner in unmittelbarem Zusammenhang steht, hat zum mindesten keine allgemeine Gültigkeit, denn ich konnte bei sehr alten, schon längst keimunfähigen Eschensamen eine überaus große Löslichkeit der Aleuronkörner feststellen.

Geographische Mitteilungen.

Über die Geographischen Ergebnisse der Kaiserin-Augusta - Fluß - Expedition in Deutsch - Neuguinea sprach der Privatdozent Dr. Walter Behrmann (Berlin) in der allgemeinen Sitzung der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin. Neuguinea ist mit 785 000 qkm die zweitgrößte Insel der Welt. Sie bildet ein

¹⁾ Lakon, Zur Anatomie und Keimungsphysiologie der Eschensamen (Naturw. Ztschr. Forst- u. Landw. 1911, Bd. IX, S. 285—298).

²⁾ Sie keimen in der Natur erst im zweiten Jahre nach der Aussaat, d. h. wenn sie im Frühjahr ausgesät werden, erst im darauffolgenden Frühjahr.

Zwischenglied zwischen dem Archipel der Sunda-Inseln, dem Festlande von Australien und den Inseln des Stillen Ozeans. Eine große Gebirgskette durchzieht das Innere der Insel. Im Süden liegen weite Anschwemmungs- und Sumpfgebiete; im Norden verläuft parallel dem Gebirge eine tiefe Einsenkung, deren Fortsetzung in der ozeanischen Tiefenrinne südlich Neu-Pommerns zu suchen ist. Der deutsche Anteil an Neuguinea erstreckt sich im allgemeinen auf das weite Sumpfland des Südens, es besitzt aber im Norden auch noch ausgedehnte Niederungsgebiete. Die Expedition suchte die westliche Hälfte des deutschen Anteils auf. Die Gebirgsdarstellung der neuesten Karten stammte noch von der ersten Befahrung durch *Schrader* 1887, welche durch die häufige Umarbeitung von seiten der Kartographen allmählich zu einer detaillierten Gebirgsdarstellung geworden war.

Der Kaiserin-Augusta-Fluß — kurz Sepik genannt — ist an Größe etwa mit dem Rhein vergleichbar. Etwa 400 km weit, bis zum Hauptlager der Expedition *Malu*, ist der Fluß mit Seedampfern, bis 750 km mit kleinen Dampfschiffen und bis 900 km mit Motorfahrzeugen befahrbar. Die Grenze der Schiffbarkeit ist in der Nähe des Gebirges, wo Steinbänke und Stromschnellen das Befahren gefährlich machen. Der Sepik ist auf der ganzen von der Expedition befahrenen Strecke ein typischer Tieflandstrom, dessen oft mehrere Kilometer lange Mäander das deutliche Bestreben zeigen, auf möglichst kleinem Raum einen möglichst weiten Weg zurückzulegen. Das Fahrwasser des Flusses ist daher ein sehr wechselndes. Bald wächst hier eine Mäanderschleife zu, bald nähern sich die Bogen so, daß ein Durchbruch erfolgt, so daß selbst die vorzüglichen Tiefenkarten der Peiho-Expedition nur bedingten Wert hatten und auch die ausgezeichneten alten Schraderschen Karten oft nicht mehr stimmten. Dazu kommt auch, daß die Wasserstände so erheblichen Schwankungen ausgesetzt sind, daß eine Tiefenkarte nur dann Wert hat, wenn der Pegelstand zur Zeit ihrer Aufnahme genau bekannt war. Aus dieser Erkenntnis heraus hat Dr. *Behrmann* in *Malu* einen regelmäßigen Pegeldienst unterhalten und auch dort, wo er längere Zeit weilte, ergänzende Beobachtungen gemacht. Die Schwankungen des Wasserstandes erwiesen sich als sehr beträchtlich und gingen bis auf 7,25 m. Daraus geht hervor, daß auch die Flußlandschaft ein völlig anderes Bild zeigt, je nachdem man sie bei Hochwasser oder bei Niedrigwasser betrachtet. Zur Hochwasserzeit strömt der Sepik nicht nur im Flußbett, sondern tritt über seine Ufer weg und fließt auf weite Strecken beiderseits des Flusses talabwärts. Das Hochwasser selbst kündigt sich durch große abwärts treibende Inseln, treibende Baumstämme usw. an. Es wird meist durch Platzregen in irgend einem Nebenflußgebiet verursacht und steigt infolgedessen schnell, läßt aber auch ebenso schnell wieder ab. In diesem Fall beobachtete *Behrmann*, daß der Nebenfluß sogar den Hauptfluß zunächst aufstaut, so daß bei Nachlassen des eigentlichen Nebenflußhochwassers im Hauptfluß nun noch sehr beträchtlich größere aufgestaute Wassermengen zu Tal gebracht werden. Im Nordsommer erreichten die Hochwasser im allgemeinen 3,0 m über Tiefstand. Ende November 1912 begann aber die Regenzeit und damit die größeren Hochwasser. Während im Mai 1912 62,2 mm Regen fiel, stellte *Behrmann* im Dezember 1912 sogar 376,6 mm Regenhöhe fest, so daß die jährliche Regenhöhe auf 2912 mm berechnet werden konnte. Daß die kurzen Beobachtungsperioden aber noch nicht genügen,

um die Verhältnisse aufzuklären, zeigt die Tatsache, daß der Wasserstand des Sepik Ende April 1912 um 6 m niedriger war, als zur selben Zeit im Jahre 1913. Auf jeden Fall kann aber das Beobachtungsjahr als besonders feucht bezeichnet werden.

Hoch- und Niedrigwasser wirken verschiedenartig auf die Umgestaltung der Ufer ein. Das *Hochwasser* bringt sehr viel schwebende Erdteilchen mit sich, welche es proportional der Entfernung vom eigentlichen Ufer seitlich wieder ablagert, weil hier dank der Vegetation das Wasser langsamer fließt und die Transportkraft geringer ist. Dadurch wird das Ufer erhöht und zu beiden Seiten des Flusses ein natürlicher Damm von 3—4 m Höhe und etwa 200 m Breite gebildet. Das *Niedrigwasser* verursacht nach Dr. *Behrmann* starke Uferabbrüche. Das bei Hochwasser seitlich ausgetretene Wasser fließt später als Grundwasser dem Flusse wieder zu. Dabei treten an den Austrittsstellen große Ausquellungen des Erdreichs ein, welche den Fluß oft kilometerweit begleiten und dem nächsten Hochwasser leicht zum Opfer fallen, so daß das darüber liegende Erdreich sein Widerlager verliert und der Abbruch erfolgt. *Behrmann* stellte fest, daß auf diese Weise das Ufer innerhalb eines Jahres stellenweise bis zu 40 m zurückgegangen ist.

Auch im Mündungsgebiet kann man die Folgen der Schlammführung bei Hochwasser beobachten, welche an der Küste ein starkes vom Süd-West-Strom des Meerwassers in dieser Richtung abgelenktes Anwachsen des Landes zeitigen. Aus diesem Grunde kommt es hier ebenso wie beim Ramu nicht zur Deltabildung. Die hier entstehenden meist mit Kokos bewachsenen Strandwälle schließen hinter sich ein großes Haff ein, dessen inneres Ufer im Bereich der Gezeiten große Mangrowewaldungen trägt, welche außerhalb des Salzwasserbereiches von den Sagosümpfen abgelöst werden.

Die Hauptaufgabe der Kaiserin-Augusta-Fluß-Expedition war es, alle Nebenflüsse des Stromes festzustellen. Das war um so schwieriger, als man all die vielen Durchbrüche des Uferwalles als Nebenfluß ansprechen mußte, zumal bei Niedrigwasser aus den Lagunen Wasser ausströmte. Daher mußten alle Arme systematisch abgefahren werden, was natürlich sehr zeitraubend war. Demnach wurden eine ganze Reihe neuer Flüsse von Dr. *Behrmann* entdeckt, und zwar fünf oberhalb *Malu* (August-, Mai-, Frieda-, Leonhardt-Schultze- und April-Fluß) und drei unterhalb *Malu* (Süd-, Dörfer- und Töpfer-Fluß). Dabei kommen sämtliche Flüsse vom Süden. Aus der weiten Ebene nördlich des Kaiserin-Augusta-Flusses mündet auch nicht ein einziges nennenswertes und schiffbares Gewässer in den Strom. Es scheint, daß die auch hier reichlich fallenden Niederschläge entweder an Ort und Stelle wieder verdunsten oder, was weniger wahrscheinlich ist, daß die Abflüsse sämtlich durch Vegetation verbaut sind. Die Mündungen der Nebenflüsse liegen in der Zone der weiten Grassümpfe, welche dem ganzen Laufe des Sepik folgen, so daß dieser Landschaftscharakter auch bei den Nebenflüssen eine Strecke weit stromaufwärts vorherrscht. Dann aber wird der Boden in der Regel bald höher und periodisch überschwemmt Land löst den Sumpf ab. Der Flußdamm, welcher natürlich auch hier angetroffen wird, ist mit einem üppigen tropischen Galeriewald bestanden, welcher kulissenartig die Sagosümpfe verdeckt, welche sich zwischen Flußdamm und dem höheren Lande befinden. Der interessanteste Fluß war der unterste, der Töpferfluß. Er floß nämlich durch weite Niede-

rungsstümpfe in einem Gebiete, wo die neuesten Karten noch Gebirge von 2000 m Höhe angaben, und nähert sich endlich dem Ramu auf nicht mehr als 3 km, so daß Dr. *Behrmann* diesen Fluß bequem zu Fuß erreichen konnte. Es hat den Anschein, als ob bei Hochwasser eine Verbindung zwischen Ramu- und Töpferfluß besteht. Die Entdeckung dieses Flusses zeigt, daß Ramu- und Töpferfluß zusammen ein weites Delta aufgeschüttet haben, welches eine Meeresbucht vollständig ausfüllt und nur aus diesem Grunde nicht im Landumriß von Neuguinea zum Ausdruck kommt.

Bei Malu fand *Behrmann* links und rechts vom Flusse Gebirge. Im Süden war es Gneis und Schiefer, im Norden Glimmerschiefer mit vulkanischen Durchbrüchen. Dazwischen mäandrierte der Kaiserin-Augusta-Fluß in einem 5-km-Sumpftal, so daß wir also hier kein eigentliches Durchbruchtal haben. Am südlichen Hunsteingebirge fand *Behrmann* kein Tal, welches einen Schuttkegel aufschüttet oder mit mäßig breiter Talauflage mündet. Ein abnorm weites Eingangstor führt in die erst weit oberhalb normal werdenden Täler und die Bäche bilden meist einen kleinen See, bevor sie in das Haupttal eintreten. Aus diesen und noch vielen anderen Beobachtungen geht hervor, daß man es hier mit einem langsam unter die Sepik-Alluvionen untertauchenden Gebirge zu tun hat. Zahlreiche Erdbeben bestätigen, daß hier noch heute tektonische Kräfte an der Arbeit sind. Der Kaiserin-Augusta-Fluß kann aber der sinkenden Tendenz nicht ganz folgen, so daß dies weite Sumpfgebiet entstanden ist, aus welchem vereinzelt einzelne höhere Gipfel des bereits versunkenen Gebirges heraus schauen.

Diese Theorie fand Dr. *Behrmann* bei allen Vorstößen von der holländischen Grenze bis in die Umgebung des Südfusses bestätigt. Überall löst sich das Gebirge in Ketten auf, welche von Alluvialebenen umgeben sind, ja oft von diesen erstickt zu werden drohen, indem sie tief ins Innere der Gebirge eindringen.

Vier Vorstöße orientierten den Forschungsreisenden über den Gebirgsverlauf. Zunächst wurde die 1400 m hohe *Hunsteinspitze* bestiegen, dann wurde dem Aprilfluß folgend die *Wasserscheide des zentralen Neuguinea* erreicht, um weiter vom Töpfer- und Lehmfluß das Gebiet zwischen Ramu und Sepik zu erkunden und endlich mit einem Westvorstoß den Anschluß an die Arbeiten *Leonhardt Schultzes* zu suchen. Auf diesen Vorstößen, welche teils unsagbar mühsam waren und an die Leistungsfähigkeit und Geduld des Forschungsreisenden die allerhöchsten Ansprüche stellten, zeichnete Dr. *Behrmann* 105 Karten und zahlreiche Panoramen, machte eine außerordentlich große Zahl von Rundpeilungen und photogrammetrischen Aufnahmen und sammelte ein Material, wie es kaum je von einer ähnlichen Expedition heimgebracht sein dürfte, so daß man der Fertigstellung, der bei *Dietrich Reimer* in Angriff genommenen Karte mit größter Spannung entgegen sehen kann. Bei dieser ausgezeichneten Forschungsarbeit wurde im wesentlichen folgendes festgestellt: Von Holländisch-Neuguinea her streicht ein dort bis über die Schneegrenze reichendes Gebirge in unsere Kolonie hinein, wo es sich kurz östlich der Grenze fingerartig in einzelne an Höhe abnehmende und endlich unter die Sepikalluvionen untertauchende Ketten auflöst: Westkette, Schattburg-Hunsteinkette, Schraderkette und endlich eine letzte und höchste Kette, welche weit im Innern zum Bismarckgebirge

verläuft. Das aus altem mit vulkanischen Durchbrüchen durchsetzte Gestein hat nur in der Schattburgkette eine verworfene, aber nicht gefaltete Sandsteinauflagerung tertiären Alters, welche bis 1200 m Höhe reicht. Die Westhälfte des Gebirges sinkt, während die östliche langsam emporsteigt. Das Küstengebirge besteht, soweit *Behrmann* es besuchte, zum größten Teil aus Korallenkalken, welche die jugendlich steigende Tendenz des Landes bestätigen. Neuguinea ist also kein Faltengebirge. Hier werden Schollen des Landes gegeneinander an Linien verschoben, deren eine der großen Tiefenrinne des Kaiserin-Augusta-Flusses-Ramu-Markham folgt, so daß wir also bei Fintschhafen—Sattelberg bis 300 m gehobene Strandterrassen finden, während wir im Osten der deutschen Kolonie deutlich Sinken wahrnehmen können.

Michaelsen.

Kleine Mitteilungen.

Einen neuen Tiefenmesser, der auf Druckmessung beruht, hat *A. Berget* angegeben. *Kelvin* hat zu seinem Tiefenmesser die Zusammendrückbarkeit der Luft benutzt. Dieser ist aber nur bis 400 oder 500 m Meerestiefe brauchbar. Um größere Tiefen messen zu können, wendet *Berget* die Zusammendrückbarkeit des Wassers an. Sein Apparat besteht in einem mit Wasser gefüllten Behälter, der unten in eine geteilte Röhre von $\frac{1}{2}$ mm Durchmesser ausläuft. Diese steht in Verbindung mit einem seitlich angebrachten Gefäß, das Quecksilber enthält und frei nach außen mündet. Das Innere der geteilten Röhre ist versilbert. Dringt nun beim Versenken des etwa 25 cm langen Apparates infolge des äußeren Druckes das Quecksilber in die geteilte Röhre ein, so wird deren Versilberung bis zu einem bestimmten Punkte weggefressen, und dies gestattet beim Wiederheraufziehen des Apparates, die erreichte Tiefe zu messen. Der Apparat ist zu diesem Zwecke vorher mit Hilfe einer hydraulischen Presse geeicht worden. (*C. R.* 158, 1465, 1914.) *Mk.*

Verschiedene Methoden zur Herstellung von Zirkon-gegenständen haben *O. Ruff* und *G. Lauschie* ausgeprobt: Sie fertigten 3 Sorten von Zirkontiegeln an. Sorte I und II aus Zirkonoxyd, das aus wässriger Lösung als hydratisches Oxyd gefällt war und die Zusammensetzung $98,73 \text{ ZrO}_2 + 0,95 \text{ SiO}_2 + 0,27 \text{ Fe}$ hatte. Sorte III aus rohem Zirkonoxyd mit der Zusammensetzung $85,53 \text{ ZrO}_2 + 11,98 \text{ SiO}_2 + 0,58 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 4,65 \text{ Fe}_2\text{O}_3$. Sorte I war bei 900—1000° gegläht, Sorte II 10 Stunden lang bei 1400°. Das spezifische Gewicht war bei I 5,70, bei II 5,74 und bei III 4,99 und ebenso das Raumgewicht bei I 1,52, bei II 2,71 und bei III 3,07. Durch diese beiden physikalischen Größen sind die 3 Tiegelsorten hinlänglich gekennzeichnet. I und II wurden in Temperaturen von 1500° bis 2400° geprüft. II zeigt eine größere Feuerbeständigkeit, I dagegen eine geringere Porigkeit. Die aus rohem Zirkonoxyd hergestellte Tiegelsorte III war bis etwa 1900° brauchbar, in höheren Temperaturen wurde sie weich, da alsdann SiO_2 aus ihr verdampfte. Für die Formgebung solcher Tiegel ist es vorteilhaft, den Oxyden 1 % trockene Stärke vor der Verarbeitung zuzusetzen, doch erhöht dies die Porigkeit des Scherbens. (*Z. f. anorg. Chem.* 87, 198, 1914.) *Mk.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 45.

6. November 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Ein Radiumblitzableiter. Nach dem französischen Original von Dr. B. Szilard, Paris. Von *Prof. Dr. H. Sieveking*, Karlsruhe. S. 973.

Hermann Sieveking†. Von *Prof. Dr. Chr. Jensen*, Hamburg. S. 977.

Zuschriften an die Herausgeber:

Rostschutz. Von *Dr. Albert Neuburger*, Berlin. S. 979.

Besprechungen. S. 980.

Mykologische Mitteilungen. S. 982.

Zur Geschichte der Entdeckung der Gasgesetze. S. 983.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Chemie der menschlichen Nahrungs- und Genußmittel

Von

Dr. J. König

Dr.-Ing. h. c., Geh. Reg.-Rat, o. Prof. an der Kgl. Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster i. W.

Dritter Band: Untersuchung von Nahrungs-, Genußmitteln und Gebrauchsgegenständen.

2. Teil: Die tierischen und pflanzlichen Nahrungsmittel

Vierte, vollständig umgearbeitete Auflage

Mit 260 in den Text gedruckten Abbildungen. — In Leinwand gebunden Preis M. 36.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Vollständig liegt vor:

Technische Thermodynamik

Von

Prof. Dipl.-Ing. W. Schüle

Zweite, erweiterte Auflage der „Technischen Wärmemechanik“

Im Jahre 1912 erschien:

Erster Band:

Die für den Maschinenbau wichtigsten Lehren nebst technischen Anwendungen

Mit 223 Textfiguren und 7 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 12,80

Soeben erschien:

Zweiter Band:

Höhere Thermodynamik mit Einschluß der chemischen Zustandsänderungen, nebst ausgewählten Abschnitten aus dem Gesamtgebiet der technischen Anwendungen

Mit 155 Textfiguren und 3 Tafeln

In Leinwand gebunden Preis M. 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Ein Radiumblitzableiter.

Nach dem französischen Original
von Dr. B. Szilard, Paris.

Von Prof. Dr. H. Sieveking, Karlsruhe.

1. Einleitung.

Die übereinstimmende Meinung der Forscher geht dahin, daß die Erscheinungen der atmosphärischen Elektrizität und deren wechselnde Verhältnisse nur durch eine zwar langsame aber andauernde Anhäufung schwacher Raumladungen zustande kommen; diese Ladungen sind vorher vorhanden und ständiger Wandlung unterworfen. Die Erscheinungen könnten aber auch hervorgerufen werden durch die elektrodynamischen Wirkungen, die an sich schwach geladene elektrische Schichten aufeinander ausüben müssen, wenn sie in sehr heftige relative Bewegung versetzt werden.

Gäbe es keine solche Ladungen oder wäre die Luft in absoluter Ruhe, so hätten wir keine Gewitter; dasselbe wäre der Fall, wenn die Luft kein Isolator wäre, sondern ein guter Leiter für Elektrizität.

Aus obigem folgt, daß wenn es gelingen würde, den Bewegungsgrad der Schichten zu verlangsamen oder dadurch, daß man die Luft leitend machte, einen gegenseitigen Ausgleich herbeizuführen, die atmosphärischen Erscheinungen weniger häufig und heftig sein würden.

Der Spitzenblitzableiter, dessen Wirkung im obigen Sinne erst seit kurzem aufgeklärt ist, kann dieser seiner Aufgabe nicht völlig gerecht werden. Nennenswerte elektrische Ströme kann er nur dann abführen, wenn die Elektrizität der Luft zu disruptiven Entladungen Anlaß gibt, und auch nur bei der Verwendung mehrerer und sehr feiner Spitzen. Auch muß die Spannungsdifferenz zwischen dem Blitzableiter und der geladenen Wolke größer sein als die zwischen der letzteren und irgend einem beliebigen Leiter in der Umgebung. So gewährt das Instrument nur in einem eng begrenzten Bezirk Schutz und auch nur dann, wenn die elektrischen Vorgänge schon bis zu einem gewissen Grade entwickelt sind. Nichtsdestoweniger kann der Blitzableiter außerordentlich wertvolle Dienste leisten und hat es schon getan. Er schützt gegen die direkten heftigen Wirkungen. Es gibt aber ein Mittel, den Wirkungsgrad nicht nur zu verbessern, sondern sogar eine Art vorbeugenden Effektes zu erzielen.

Das Mittel besteht darin, die Luft leitend zu machen durch künstliche Ionisierung. Der Ge-

danke ist nicht neu. Schon bei Arago¹⁾ findet sich eine Mitteilung, daß unsere Vorfahren sich vor Blitz und Donner zu schützen suchten durch große Feuer, die offen brannten. Die Wirkung beruht auf der Ionisation durch die Flamme.

Den gleichen Effekt beabsichtige ich zu erzielen, aber nicht durch die Flamme, sondern durch die Strahlen des Radiums.

Bei geeigneter Anordnung wird sich nicht nur dieser Effekt als nutzbringend erweisen, sondern auch noch andere Eigenschaften des Radiums, nämlich der Einfluß, den die Strahlen auf die disruptive Entladung hervorrufen.

2. Einfluß der Radiumstrahlen auf die elektrische Leitfähigkeit.

In unserem Fall sind die drei Arten von Strahlen, die α -, β - und γ -Strahlen von Bedeutung; jeder Art fällt eine Rolle zu; die Strahlen, welche leicht absorbiert werden, üben eine lokale, die anderen eine Wirkung in größerer Entfernung aus.

Radiumstrahlen verleihen der Luft ein erhöhtes Leitvermögen, obgleich dies im Vergleich mit dem fester und flüssiger Körper, auch wenn diese schlechte Leiter sind, sehr gering ist. Für schwache Spannungen gilt das Ohmsche Gesetz; von einer bestimmten Spannung an, die man Sättigungsspannung nennt, hat eine Erhöhung der letzteren keinen Zuwachs des Stromes zur Folge. In einem ziemlich ausgedehnten Intervall wird der Strom konstant bleiben. Wird die Spannung aber erheblich überschritten, so tritt ein dritter Zustand der Stromleitung ein. Die Stromstärke wächst nunmehr sehr rasch mit zunehmender Spannung; wir sprechen von Stoßionisation. Figur 1 gibt die Erscheinung wieder.

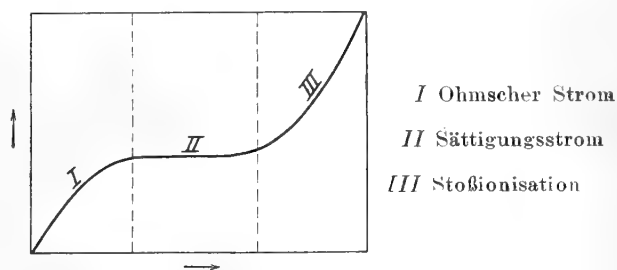


Fig. 1.

Zahlreiche Faktoren, die wir nicht alle beschreiben können, beeinflussen das Phänomen, so der Druck, die Natur der Strahlen, die Elektrodenabstand und andere.

¹⁾ Ann. d. Physik 1899.

Die Stromstärke hängt natürlich von der Intensität der Strahlung ab oder was gleichbedeutend ist, von der Menge der aktiven Substanz, endlich, da einige Strahlen sehr stark absorbiert werden, auch von der Oberfläche und Schichtdecke. Figur 2 gibt die Beziehung

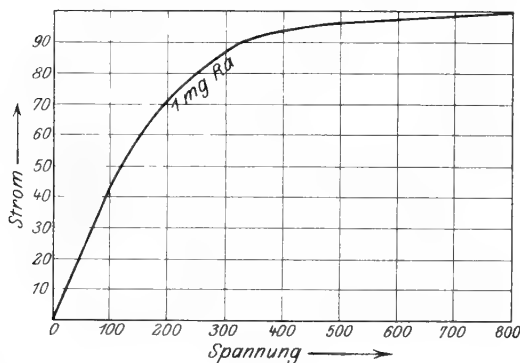


Fig. 2.

zwischen Spannung und Stromstärke. Als Elektroden dienen zwei große metallische parallele Platten. Der Abstand beträgt 4,5 cm; die mit frisch bereitetem Radiumsalz bestrichene Scheibe hat 33 qcm Fläche; sie liegt auf der unteren Platte auf und enthält eine aktive Substanz vom Gehalt 0,1 mg Radium. Dabei stellt sich bei etwa 600 Volt der Sättigungszustand ein; die Stromstärke ist von der Größenordnung 10^{-8} Ampère. Bei Atmosphärendruck und innerhalb der Sättigungsspannung ist die Leitfähigkeit der Luft, die sie den Radiumstrahlen verdankt, ziemlich schwach; Form und Natur der Elektroden sind irrelevant.

Die Verhältnisse ändern sich, wenn die Spannung ausreicht, um die dritte Phase zu erzielen. Da die zur Stoßionisation erforderliche Spannung vom Druck abhängig ist, so ist sie bei verdünnter Luft ziemlich niedrig, bei normalem Druck aber sehr hoch. Sie hängt auch vom Elektrodenmaterial ab. Man nähert sich dann eben schon der zur disruptiven explosionsartigen Entladung notwendigen Spannung; so ähneln die Erscheinungen sehr der gewöhnlichen Entladung; doch, und das ist wichtig, liegen die erforderlichen Spannungen für den gleichen Effekt viel niedriger, falls radioaktive Substanz in der Nähe ist.

Auch dieser Entladungsvorgang hat drei Phasen. In der ersten wächst der Strom mit steigender Spannung rasch an; sie entspricht der dunklen Entladung; die zweite Phase ist mit einem schwachen Lichteffect verbunden, wie die normale Glimmentladung; die dritte entspricht der Funkenentladung, ist also eine richtige disruptive, aber ebenso wie die beiden anderen hier schon erreicht bei einer Spannung, die sonst nicht ausreichend sein würde. Die Erscheinung besteht in einer Verminderung der Entladungsspannung und einer Auslösung des Funkens unter dem Einfluß radio-

aktiver Substanz; sie ist entdeckt von *Elster & Geitel*¹⁾ und genauer untersucht von *Curie*²⁾.

Nach *Moreau*³⁾ läßt sich bei kleinen Funken (0,5—2,5 mm) zwischen Kugeln von 1 cm Durchmesser folgendes beobachten:

1. das Entladungspotential wird auf die Hälfte herabgesetzt;
2. die Reduktion hängt ab vom Elektrodenabstand und erreicht für eine bestimmte Entfernung einen Maximalwert;
3. verschiedene Metalle verhalten sich verschieden; bei Platin ist der Effekt am größten;
4. die Wirkung des Radiums ist lokal;
5. die Hauptwirkung wird ausgeübt von den „durchdringenden“ Strahlen.

Von Interesse ist ferner folgende Beobachtung von *Pringsheim*⁴⁾ über den Einfluß von Radium auf das Spitzenpotential; vor der eigentlichen Entladung zeigen sich mehrere Vorentladungen.

Noch andere haben sich mit dieser Frage befaßt und gefunden, daß die Entladung unter dem Einfluß der Becquerelstrahlen sehr hohe Werte annehmen kann, so nach *Geiger*⁵⁾ bis 10^7 mal höhere als beim Sättigungsstrom. Da bei *Geiger* die Spannung 1000—1500 Volt, der Elektrodenabstand 0,8—1 cm betrug, so war an eine normale Funkenentladung nicht zu denken⁶⁾. Die Spitzen erweisen sich also als äußerst empfindlich gegen Strahlung.

3. Die Wirkung des Radiumblitzableiters.

Diese Überlegungen haben mich zur Konstruktion eines Blitzableiters geführt, bei welchem die radioaktive Energie die elektrischen Gefahren bekämpfen soll. Was läßt sich von einem gewöhnlichen Blitzableiter, der unterhalb der Spitze eine Platte trägt, die mit Radium überzogen ist, erwarten?

Als unmittelbare Folge ergibt sich eine mehrere Millionen mal erhöhte Leitfähigkeit der benachbarten Luftschicht; auch in beträchtlicher Entfernung von der Spitze tritt diese Erhöhung, natürlich schwächer, auf; sie erniedrigt das Entladungspotential beträchtlich und ermöglicht einen Austausch zwischen benachbarten Zonen.

Zu gleicher Zeit kommt nun eine Strömung der Elektrizität zwischen Wolke und Erde zustande, und zwar nicht nur über die eine Spitze in einem Stoß, sondern in einem gleichmäßigen Strom über eine Zone, die 10 bis 20 m und mehr beträgt; da die Leitfähigkeit nach der Spitze zu wächst, so wird der Strom in dieser Richtung seine größte Dichte haben.

Die Strömung folgt den Regeln über den Durchgang durch ionisierte Gase. Die Radiumstrahlen vermindern auch das zur disruptiven Entladung notwendige Potential; wenn daher trotz

¹⁾ Ann. d. Physik 1899.

²⁾ Thèse de Mme. Curie. 1903.

³⁾ Journal de Physique 1909.

⁴⁾ Ann. d. Physik. 24. 1907. S. 145.

⁵⁾ Le Radium, 1913. S. 316.

⁶⁾ Bekanntlich dient der Effekt zur Zählung der alpha-Teilchen.

des dauernden Austausches die Spannung so hoch anwachsen würde, daß eine derartige Entladung einsetzen könnte, so wird dies erfolgen, ehe der normale Spannungswert erreicht ist. Der Ausgleich ist also viel schwächer und erfolgt zeitlich früher. Die Funken werden große Schlagweiten haben; zumeist werden sie Richtung auf die Spitze nehmen, da sie auf diesem Wege den geringsten Widerstand finden.

Die ausgedehnte Schicht von leitender Luft um die Spitze herum bedeutet gewissermaßen eine Vergrößerung des Blitzableiters und erwirkt ihm einen wesentlich vergrößerten Aktionsbereich. Ferner bewirkt sie einen intimeren Kontakt zwischen Atmosphäre und Spitze und spielt somit dieselbe Rolle wie die Verzweigungsleitungen der Erdung, die zur Verbesserung des Erdschlusses dienen.

Es besteht somit die Aussicht, die elektrischen Gewalten erfolgreicher als bisher zu bekämpfen.

4. Der Versuchsblitzableiter.

Der Apparat ist bequem transportabel und leicht auf und ab zu montieren (s. Figur 3a). Drei Messingrohre T_1 , T_2 und T_3 lassen sich auseinander und zusammen schieben, so daß bis 3,50 m jede beliebige Länge erzielt werden kann. Die

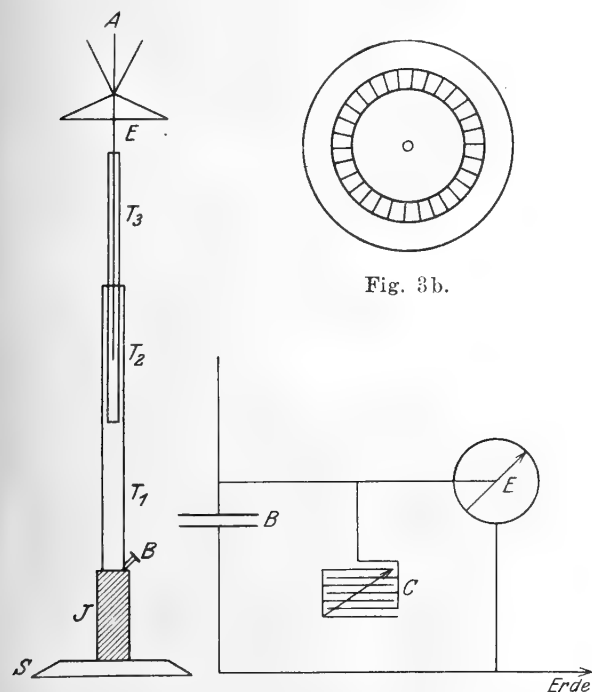


Fig. 3a.

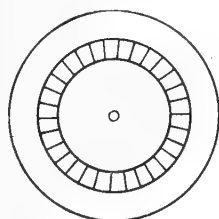


Fig. 3b.

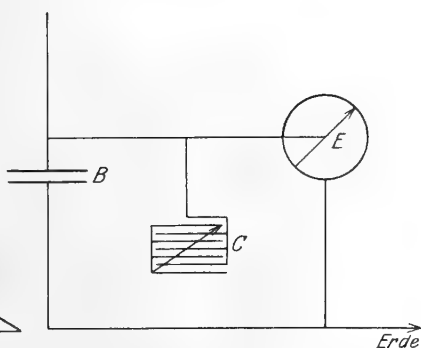


Fig. 4.

Röhren ruhen auf einem massiven Ebonitklotz J ; letzterer wiederum auf einem metallischen Sockel S , der passend auf der Grundlage befestigt werden kann. Die ganze Anordnung kann in einem Kasten untergebracht werden und hat ein Gesamtgewicht von etwa 10 kg.

Am oberen Ende trägt der Apparat drei Spitzen A ; darunter liegt die Platte E , die die radioaktive Substanz trägt. Die Platte ist leicht

nach oben gewölbt; sie ist aus Kupfer hergestellt und etwa 2 mm dick. Der Durchmesser beträgt 250 mm. Die aktive Schicht ist oben angebracht in Form eines Bandes R , in einer Breite von 30 mm, in einem konzentrischen Ringe verlaufend mit gleichem Abstand vom Rande (s. Fig. 3b). Zur Verwendung kam eine Menge aktiver Sub-

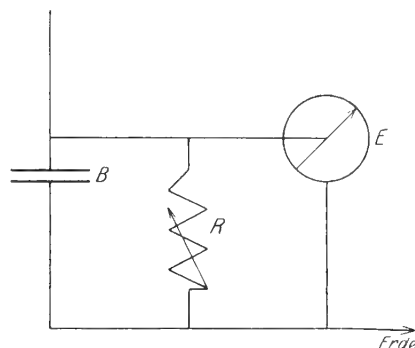


Fig. 5.

stanz, die einem Gehalt von 2 mg Radiumbromid entsprach (beim ersten Versuch dagegen 0,2 mg).

Natürlich müssen die Platten gegen Regen und Temperatureinflüsse beständig sein.

Gut bewährt sich ein elektrolytischer Niederschlag. Oder die Bindung erfolgt mittels eines Emails, was ich vorziehe, wenn man auch nur β - und γ -Strahlen erhält; denn die α -Strahlen werden in der Emaille absorbiert. Von B aus geht die Verbindung zur Meßvorrichtung.

5. Meßvorrichtung.

Die Anordnung bezweckt ziffernmäßig festzustellen:

1. den Zerstreuungsstrom, der vom Instrument in die Atmosphäre geht,
2. den Ladungsstrom, der umgekehrt verläuft.

Fig. 4 zeigt die Anordnung ad 1.

Der Blitzableiter AB steht in Verbindung mit dem Quadranten des Elektrometers E ; Nadel und Gehäuse sind geerdet.

Parallel zum Stromkreis liegt eine variable Kondensatorkapazität C ; die eine Belegung ist mit dem isolierten Blitzableiter und dem Elektrometer verbunden, die andere mit der Erde.

Lädt man das ganze System auf die Spannung V , variiert man dann die Kapazität, so daß die vom Elektrometer angezeigte Spannung konstant bleibt, so läßt sich aus der Größe der zerstreuten Ladung und der verflossenen Zeit leicht der Strom berechnen nach der Formel:

$$i = \frac{CV}{300} - \frac{C_1 V}{300} \quad E. S. E.$$

Die Versuchsanordnung ad 2 ist ganz ähnlich; sie enthält anstatt des Kondensators einen Bronsonwiderstand R ; R ist regulierbar und verbindet AB und E mit der Erde (Fig. 5).

Um den Strom zu messen, wird R derart reguliert, daß die vom Elektrometer angezeigte Spannung gleich bleibt.

Alsdann geht durch den Widerstand ein dem Ladungsstrom gleicher Betrag. Ist der Widerstand geeicht, so kann der Wert direkt abgelesen werden.

6. Die Meßinstrumente.

Das Instrumentarium ist so leicht und so handlich wie irgend möglich und alles transportfähig ausgeführt.

Die schon anderweitig beschriebenen Elektrometer¹⁾ sind tragbar; die Nadel ist starr; die Skala ist in Volt geeicht. Die Kapazität des Instruments beträgt nur 2 E. S. E. Meßbereich von 250—1000 Volt. Die Nadel ist 50 mm lang, wiegt aber nur ein Zentigramm. Das andere²⁾ Elektrometer ist empfindlicher. Der Meßbereich liegt zwischen 100 und 300 Volt. Man kann mit einer Genauigkeit bis auf ein Prozent ablesen.

Der Kondensator ist der gleiche wie der in der drahtlosen Telegraphie zur Verwendung kommende. Als Dielektrikum dient Luft; als Isolator Bernstein. Eine Nadel zeigt an, wie weit die Belegungen übereinandergreifen. Ein hermetisch geschlossener Kasten dient zum Schutz; ein Drahtnetz sichert vor elektrostatischen Einwirkungen.

Fig. 6 zeigt den variablen Widerstand. Er besteht aus einer Ionisationskammer; die beiden Platten sind durch Bernstein isoliert. Die untere trägt eine bekannte Menge radioaktiver Substanz.

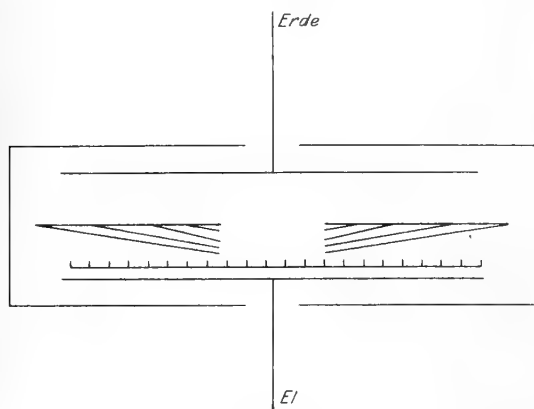


Fig. 6.

Für schwache Ströme nimmt man im Gleichgewicht stehendes Radioblei-Polonium; für stärkere Radium in Emailform.

Man darf nicht einfach etwas radioaktive Substanz auf die Platte legen. Beim Transport wären Verluste zu befürchten; auch würde die Emanation stören.

Die Ionisationskammer ist durch eine horizontale Zwischenwand in Form einer von außen zu regulierenden Irisblende in zwei ungleiche Teile

geteilt; so kann man die Strahlung nach Belieben abblenden und die Leitfähigkeit regulieren. Die Öffnung läßt sich mittels einer außen angebrachten Nadel ablesen; ihrem Durchmesser ist die Ionisierung ungefähr proportional; eine Voreichung gestattet, für jede Öffnung der Blende und jede Spannung die Stromstärke zu entnehmen.

Letztthin ist es mir gelungen, die Messungen noch sehr zu erleichtern durch die Konstruktion eines direkt ablesbaren Mikroampèremeters, das hohe Spannungen verträgt und tragbar ist. Meßbereich 5 Mikroampère; 1 Teilstrich = 0,05 Mikroampère.

So lassen sich mit dem Elektrometer die Spannung und mit dem Mikroampèremeter die Intensität gleichzeitig und direkt messen.

7. Versuchsergebnisse.

Die Kurve, Fig. 7, zeigt die Wirksamkeit des Radiumblitzableiters (Ast A) und des gewöhnlichen Spitzenblitzableiters (Ast B).

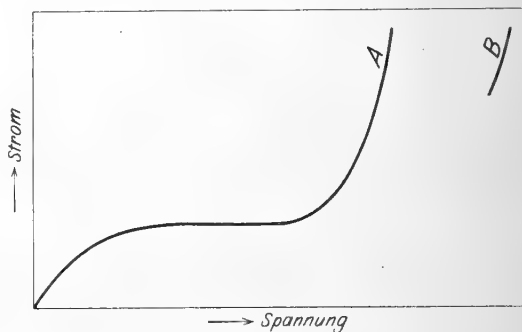


Fig. 7.

Bei A sehen wir, daß die Wirkung bereits bei der Anfangsspannung beginnt, sich dann einem Grenzwert nähert, um am Ende sehr rasch anzuwachsen. Bei B bemerken wir, daß die Wirkung erst bei einer so hohen Spannung einsetzt, wie sie unter der Einwirkung des Radiums bei gleichen Verhältnissen niemals von der Entladung erreicht worden wäre. Dies Resultat ist von eminentem praktischen Wert.

Von Beginn an tritt der Blitzableiter in Aktion und verhindert das Zustandekommen der Entladung, zu gleicher Zeit aber auch die Einwirkung auf die in Bewegung befindlichen elektrisch geladenen Luftschichten. Während es sehr schwer ist, bei einem Blitzableiter alten Typs die Wirkungszone festzustellen, ist das bei dem neuen Modell nicht der Fall. Hier steht sie in direkter Beziehung zur Verminderung des Entladungspotentials durch die Strahlen.

Die Entfernung, in der noch eine Einwirkung zu konstatieren ist, erreicht sehr bedeutende Werte, wie dies auch von den γ -Strahlen bekannt ist. Folgende Tabelle gibt die Beziehung zwischen Entfernung und Intensität:

¹⁾ S. d. Originalbeschreibung in den C. R.

²⁾ C. R.

<i>m.</i>	<i>i.</i>	%
0	100	
150	50	„
300	25	„
450	12,5	„
600	6,25	„
750	3,12	„
900	1,56	„
1050	0,8	„
1200	0	„

Natürlich nimmt die Intensität außer durch diese Absorption noch nach dem Gesetz vom Quadrat der Entfernung ab.

Der γ -Strahleneffekt des Instruments erlischt demnach in der Entfernung, in der die natürliche Leitfähigkeit erreicht wird:

Je mehr aktive Substanz, um so größer die Reichweite.

Schließt man den Blitzableiter an die Meßvorrichtung an, so kann man eine Reihe von Beobachtungen machen.

Läßt man eine kleine Elektrisiermaschine im Zimmer laufen, in dem der Apparat sich befindet, so erzielt man noch in 4—5 m Abstand eine Ablenkung der Nadel.

Verbindet man eine kleine Geißleröhre mit dem Apparat, so leuchtet sie auf. Im Freien glückt dieser Versuch sehr viel besser; aber er versagt, sobald man die radioaktive Schicht entfernt, ohne sonst etwas zu ändern. Arbeitet man im Freien an einem möglichst vorspringenden Platz, so beobachtet man plötzliche Schwankungen der Nadel oder wechselndes Aufleuchten der Vakuumröhre. Dies ließ sich bei ziemlich ruhiger Luft feststellen, unter Umständen, wo der gewöhnliche Blitzableiter gar nichts zeigte.

Nimmt man den mit 2 mg bestrichenen Schirm, so erhält man sehr wechselnde Ströme von der Größenordnung 10^{-6} bis 10^{-7} Amp.

Der normale Vertikalstrom der Atmosphäre beträgt 10^{-16} Amp. So beträgt die Vergrößerung zum mindesten eine Milliarde oder 10^9 Amp.

Die disruptiven Entladungen sind dabei nicht mit in Rechnung gezogen, da die Apparatur dafür zu empfindlich ist.

Für positive bzw. negative Vorzeichen sind die Effekte verschieden; genaueres in Ziffern festzustellen ist ziemlich schwierig, da ja auch ohne Radium unter gewissen Umständen eine Spitzenwirkung eintritt.

Der Gesamtbetrag der Wirkung der γ -Strahlen läßt sich berechnen:

Es ist

$$i = \int i_0 e^{-\lambda x} dx = \frac{i_0}{\lambda}.$$

Hier bedeutet i_0 die Intensität an der Oberfläche, und den Absorptionskoeffizient. Da letzterer für die γ -Strahlen sehr klein ist, so wird der Bruch einen sehr großen Betrag annehmen.

Genauere Messungen sollen noch ausgeführt werden.

8. Schlußbetrachtung.

Ich glaube, daß sich die Weiterverfolgung des Problems lohnt. Sind schon die Versuche im Laboratorium schwierig, so werden die Anwendungen auf die Praxis noch manche Schwierigkeit zeitigen. Praktischen Versuchen steht indes nichts im Wege, da der Preis der erforderlichen Radiummenge nicht unerschwinglich ist.

Wertvoll ist der Umstand, daß ein guter Blitzableiter leicht in einen Radiumblitzableiter umgewandelt werden kann. Man braucht nur die Spitzen und den Schirm anzubringen.

Besonders geeignet wären die großen Blitzableiter, die in zahlreichen Exemplaren als Hagelschutz in den Weinbau treibenden Gegenden Frankreichs angebracht sind.

Auch für die Telephon- und Hochspannungsleitungen ergeben sich wertvolle Gesichtspunkte.

Zum Schluß kann ich es mir nicht versagen, einen Satz aus einem Gutachten anzuführen, das *Becquerel*, *Cagnard de la Tour* und *Pouillet* vor 60 Jahren dem „Institut“ unterbreiteten.

Il y a maintenant un siècle que pour la première fois on essaya les paratonnerres, mais leur efficacité ne pouvait pas être admise sans contradiction, les ignorants ne pouvaient pas croire que quelques baguettes de fer ajustées d'une certaine manière, fussent capables de maîtriser la puissance de la foudre.

Ob der Radiumblitzableiter sich die Sympathien in höherem Grade erobert . . . ?

Hermann Sieveking †.

Im Anschluß an den vorstehenden Artikel dürften einige Worte des Gedenkens an den leider allzu früh verstorbenen Verfasser am Platze sein. Mit aufrichtiger Teilnahme werden die meisten Fachkollegen von dem mitten in die Mobilmachung hineinfallenden Tode dieses begabten, tüchtigen Physikers Kenntnis genommen haben, mit inniger Betrübnis alle, denen es vergönnt war, diesem vorzüglichen lieben Menschen persönlich näherzutreten. *Sieveking* war in der Tat ein selten feinfühlicher, bei aller Tüchtigkeit vorbildlich bescheidener Mensch, ein durch und durch lauterer, wahrer, treuer und dabei im besten Sinne des Wortes lebenswürdiger Charakter, der mit Recht von seinen Schülern geliebt und verehrt wurde. Wer ihn zum Freunde gehabt hat, ist nicht enttäuscht worden. Vielseitigste Interessen für Kunst und Wissenschaft auf der einen, ein reiches Gemütsleben auf der andern Seite kennzeichneten diesen geistig besonders hochstehenden Mann.

Einer hochangesehenen alten Hamburger Familie entsprossen, hat er bis zu seinem Ableben stets mit größter Liebe an Vaterhaus und Vaterstadt gehangen. Er wurde geboren am 20. Mai 1875, besuchte das Johanneum bis zum Herbst

1893 und studierte darauf in Freiburg i. Br., München und Straßburg Naturwissenschaften, speziell Physik. Dazwischen fällt die Absolvierung des Einjährigfreiwilligen-Dienstes in Straßburg. Im Jahre 1899 promovierte *Sieveking* in Freiburg mit einer auch in den Annalen der Physik erschienenen Abhandlung über die Ausstrahlung statischer Elektrizität aus Spitzen. Am 1. Dezember 1899 wurde er zweiter, am 1. April 1902 erster Assistent am Physikalischen Institut der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Dort habilitierte er sich am 1. April 1906 als Privatdozent für theoretische Physik mit einer Abhandlung „Beiträge zur Theorie der elektrischen Entladung in Gasen“. Er nahm dann Herrn Geheimrat *Lehmann* das Repetitorium für Physik und das Praktikum ab. Im Wintersemester 1913 erhielt Professor *Sieveking* den Lehrauftrag für Luftschiffahrt und Flugtechnik, und seine Lehrtätigkeit umfaßte fortan „Theoretische Physik, Repetitorium der Physik und Luftschiffahrt“. Auch entfaltete er fortan als erster Vorsitzender des Karlsruher Luftfahrtvereins eine äußerst rege Tätigkeit, unternahm selber viele Freiballonfahrten sowie auch einige Fahrten im Flugzeug und hielt eine große Reihe von Vorträgen über die wichtigsten Gebiete der Luftschiffahrt, so vor allem auch über die Verwendung des Ballons zu wissenschaftlichen Beobachtungen. Zu all dieser angespannten Tätigkeit kam in diesem Jahre durch die Gründung der Akademischen Flugschule in Karlsruhe ein neues Arbeitsgebiet hinzu. Bald darauf führten die Aufregungen durch den Kriegsausbruch und vor allem die Sorge darüber, daß der augenblickliche Gesundheitszustand jedenfalls zunächst an der aktiven Teilnahme am Kriege hinderte, wegen der schon vorhandenen Herzschwäche zu einem Herzschlag. So ward am verflossenen 4. August diesem reichen Leben ein Ziel gesetzt.

Durch *Himstedt* angeregt, wandte sich *Sieveking* zunächst der Untersuchung der Spitzenentladung in verschiedenen Gasen zu, wobei er für Spannungen zwischen 5000 Volt und dem Minimumpotential (kleinste Potentialdifferenz zwischen Spitze und Platte, welche einen Strom unterhalten kann) zu einer Formel gelangte, in der die übergestrahlte Elektrizitätsmenge als Funktion des Potentials der Spitze dargestellt wird. Von den sonstigen Ergebnissen sei nur erwähnt, daß sich die untersuchten Gase (Luft, Kohlendioxyd, Sauerstoff und Stickstoff) hinsichtlich ihrer Fähigkeit, die Ausstrahlung negativer Elektrizität zu begünstigen, in eine Reihe ordnen lassen, in welcher Sauerstoff und Kohlensäure den ersten bzw. letzten Platz einnehmen, gerade so, wie es *Himstedt* bei der Ausstrahlung aus einem Teslapole gefunden hatte. — Die Habilitationsschrift beschäftigte sich mit den im Anschluß an frühere Untersuchungen *Lehmans* ausgeführten Untersuchungen der Entladungserscheinungen in hochevakuierten

Röhren, deren Dimensionen so groß gewählt sind, daß der Kathodendunkelraum nicht durch die Gefäßwände eingeschränkt wird. Daher wurde ein Glasbehälter von ca. 60 Liter Inhalt gewählt. Eine weitere Schwierigkeit lag in der Notwendigkeit, mit der denkbar besten herstellbaren Isolation zu arbeiten. Auch war es nötig, Meßinstrumente von großer Empfindlichkeit zu benutzen, um binnen möglichst kurzer Zeit etwaige Ladungsverluste bemerkbar zu machen. Entgegen älteren Vermutungen stellte sich heraus, daß ein lichtloser Strom vor der sichtbaren Entladung völlig fehlt, wie denn überhaupt die ganzen Versuche für den rein disruptiven Charakter des Entladungsvorganges sprechen. Die merkwürdige Beobachtung, daß die Erregung eines Magnetfeldes eine starke Verminderung der Entladungsspannung und eine Vermehrung der Entladungszerstreuung herbeiführt, blieb leider unaufgeklärt. Sein besonderes Augenmerk wandte *Sieveking* dem Kathodendunkelraum zu, der nach *G. C. Schmidt* so aufzufassen wäre, als ob an der negativen Elektrode infolge der relativ langsamen Bewegung der positiven Ionen eine besonders große Verarmung an Ionen auftritt. Da aber durch Annäherung eines starken Radiumpräparats die Ausbildung des Dunkelraumes in keiner Weise beeinträchtigt wurde, mußte eine solche Auffassung fallen gelassen werden. Aber auch die frühere *O. Lehmanns* Annahme einer Doppelschicht vor Eintritt der Entladung erwies sich als unhaltbar.

Ein ganz besonders großes Verdienst hat sich *Sieveking* zweifelsohne durch die eingehende, planmäßige Untersuchung der Radioaktivität der Thermalquellen erworben, die zunächst von außerordentlicher Wichtigkeit für die Medizin ist und wohl auch mehr und mehr Bedeutung für die Geologie gewinnen dürfte. Wegen gewisser, theoretisch wohl begründeter Bedenken ist das von ihm zusammen mit *Engler* konstruierte Fontaktoskop zur Bestimmung des Emanationsgehalts mehrfach beanstandet worden, aber es hat sich mehr und mehr herausgestellt, daß diesem Apparat — besonders in der kürzlich geschaffenen neuen Form — bei seiner Billigkeit und Handlichkeit nicht nur für rasche Messungen, bei denen es nur auf ungefähre Werte ankommt, entschieden der Vorzug vor anderen Instrumenten zu geben ist, sondern daß auch bei genügend raschem Arbeiten die durch Diffusion der Emanation entstehenden Fehler äußerst gering sind, so daß man bei Anbringung der nötigen Korrektur für die Zerfallsprodukte auch bei größeren Ansprüchen Werte von durchaus genügender Genauigkeit erhält. So erfreut sich das Fontaktoskop mit Recht einer großen Verbreitung. Das letzte Glied einer Reihe von Arbeiten, die *Sieveking* mit *Lautenschläger* in Gemeinschaft mit bzw. auf Anregung von *Engler* über die Quellen Badens ausgeführt hat, ist eine Untersuchung über den Gehalt der Thermalquellen und

Erdgase an Helium, wobei sich herausstellte, daß die ständig mit der Außenluft in Kontakt stehenden Stollengase bedeutend niedrigeren Heliumgehalt aufweisen als die Quellgase. — Von weiteren Arbeiten *Sieveking's* seien nun nur noch in aller Kürze die in Gemeinschaft mit *Chr. Jensen* ausgeführten Untersuchungen über Mikrophonkontakte sowie die Monographie über Mikrophonkontakte, die zusammen mit *Behm* ausgeführten Bestimmungen der Schallstärke sowie seine Bestimmungen der induzierten Aktivität auf hoher See genannt. Auch dürfte ein Hinweis auf die Neubearbeitung (Ende 1913) des kleinen vorzüglichen „Leitfadens für das physikalische Praktikum“, welches bei den von ihm geleiteten Übungen benutzt wurde, am Platze sein. — Sehr erfolgreich war *Sieveking* in der Darstellung allgemeiner physikalischer Fragen und Zusammenhänge, sei es in mehr streng wissenschaftlicher, sei es vor allem in allgemein verständlicher Form. Er genoß wohl mit Recht den Ruf eines glänzenden Redners, der es verstand, seine Hörer in dem durch geschickte Experimente unterstützten Vortrag durch prägnante Kürze und vielfach glänzende Perspektiven und Vergleiche zu fesseln. In diesem Zusammenhange sei auch auf seine verschiedenen in dieser Zeitschrift erschienenen Artikel, auf „Die menschlichen Sinne und ihre Erweiterung durch Instrumente“ sowie auf seinen erst kürzlich auf Anregung älterer Fachkollegen im Druck erschienenen, im Winter 1913 in Mannheim gehaltenen Vortragszyklus „Moderne Probleme der Physik“ hingewiesen.

Alles in allem genommen, mag man schon aus dieser gedrängten Übersicht ersehen, daß hier ein äußerst tätiges Leben seinen Abschluß gefunden hat, welches noch reiche Früchte hätte bringen können. Ein selten reger Geist ist mit *Hermann Sieveking* dahingegangen. Den Trost aber dürfen seine Freunde mit sich nehmen, daß seine wertvollen Arbeiten und seine mannigfachen Anregungen ihm nicht weniger ein dauerndes, ehrenvolles Andenken in der Wissenschaft sichern werden, wie seine edlen persönlichen Eigenschaften ihn unvergessen machen bei allen, die ihm menschlich näher treten durften.

Chr. Jensen, Hamburg.

Zuschriften an die Herausgeber.

Rostschutz.

In diesem Jahrgang, Heft 42, S. 948, der „*Naturwissenschaften*“ ist ein neues Schutzverfahren für Stahl und Eisen gegen Rost von *Cherard Couper-Coles* beschrieben, das darin besteht, daß Stahl oder Eisen elektrolytisch mit reinem Eisen überzogen werden. Ich möchte mir nun gestatten, darauf hinzuweisen, daß die Eigenschaft des elektrolytischen Eisens, *nicht zu rosten*, von mir im Verein mit *v. Klobukow* bereits im Jahre 1890 zuerst beobachtet wurde.

Wir beschäftigten uns damals im elektrochemischen Laboratorium der Technischen Hochschule zu München

mit Untersuchungen über Fällungen und Trennungen des Eisens auf elektrochemischem Wege zu analytischen Zwecken und machten hierbei die Beobachtung, daß sich unter gewissen Bedingungen Eisen in quantitativen Mengen bis zu einem Gramm noch sehr genau abscheiden läßt, daß aber bei größeren Mengen die quantitative Abscheidung keine genaue mehr ist, daß hingegen das abgeschiedene Eisen unter Innehaltung der analytischen Bedingungen mit einigen Modifikationen in ziemlicher Menge und in sehr schöner Form sich abscheiden lasse.

Es gelang uns auf diese Weise, ziemliche Mengen elektrolytischen Eisens zu erhalten. Das Eisen schmiegte sich sehr gut jeder Form an, haftete an den Elektroden sehr fest, und wir stellten unter anderem eine Hohlkugel und eine Halbkugel von fast 1 cm Wandstärke her.

Unser Eisen war absolut silicium- und kohlenstofffrei und die Analysen ergaben einen Reinheitsgrad von 99,9 %. Das Eisen war von schöner taubengrauer Farbe, ziemlich hart und brüchig.

Die hauptsächlichste Eigenschaft, die damals auffiel, bestand darin, daß das elektrolytisch abgeschiedene Eisen *nicht rostet*. Wir bemühten uns, auf ihm auf alle mögliche Weise Rost zu erzeugen, wobei wir jedoch die gewöhnlich das Rosten herbeiführenden Umstände möglichst einhielten. Wir vergruben Eisen in auf dem Ofenfeucht und warm erhaltene Gartenerde (die Versuche fielen in den ungewöhnlich strengen Winter 1890/91), setzten es befeuchtet den atmosphärischen Einflüssen aus usw. usw. — aber trotz alledem und trotzdem unsere Bemühungen wohl ein halbes Jahr lang fortgesetzt wurden, zeigte sich auf dem Eisen keine Spur von Rost. Es ist dies eine Eigenschaft, die, wenn elektrolytisches Eisen jemals eine technische Verwendung finden sollte, von Wichtigkeit sein dürfte.

Ich gebe nun die Bedingungen wieder, unter denen damals (nach meinen Notizen im Dezember 1890) das Eisen erhalten wurde.

Als Lösung diente eine Lösung von kristallisiertem Ferrosulfat in Wasser, die vorsichtig mit Ammoniak neutralisiert wurde. Ein etwaiger Überschuß von Ammoniak wurde durch Zugabe von Oxalsäure gebunden. Hierzu kam noch ein reichlicher Zusatz von Ammoniumoxalat. Die Abscheidung erfolgte zuerst, solange wir rein analytische Zwecke im Auge hatten, auf einer Platinschale; später, als wir zur Untersuchung der oben angegebenen Verhältnisse größere Mengen darstellten, auf einer sorgfältig abgeschmirgelten Eisenschale, wie sie für Sandbäder benutzt werden, und zuletzt innerhalb zweier solcher zusammengepaßter Schalen, die außen paraffiniert worden waren. Es entstand so eine Kugel. Als Lösungselektrode verwandten wir beim zweiten Teil unserer Versuche ein Eisenstück.

Dieser zweite Teil der Versuche wurde in einem mit der oben beschriebenen Flüssigkeit gefüllten Glasstrog vorgenommen. Die Stromverhältnisse betrugen konstant 1,0 Amp./qdm. Die Spannung hielt sich im Mittel auf etwa 3,5 Volt. Während der Elektrolyse schied sich öfters braunes Eisenkarbonat ab, das durch Zusatz von Oxalsäure wieder gelöst werden konnte. Der Niederschlag haftete sehr fest und war in allen Fällen schwer zu entfernen.

Über die Versuche selbst habe ich auch in der von mir herausgegebenen „*Elektrochemischen Zeitschrift*“ 1904, Heft 4 berichtet.

Berlin, den 16. Oktober 1914.

Dr. Albert Neuburger.

Besprechungen.

Jaspers, Karl, Allgemeine Psychopathologie. Ein Leitfadens für Studierende, Ärzte und Psychologen. Berlin, Julius Springer, 1913. 354 S. Preis geh. M. 8,80, geb. M. 9,80.

Jaspers will, wie er in dem Vorworte sagt, nicht dogmatisch behauptete Resultate darstellen, sondern in die Probleme, Fragestellungen und Methoden einführen; „statt ein System auf Grund einer Theorie eine Ordnung auf Grund methodologischer Besinnung bringen“. Eine systematische Grundlage der Psychologie und Psychopathologie gibt es nicht, daher auch keine theoretische Ordnung der Tatsachen. Diese können nur nach methodischen Gesichtspunkten geordnet werden, indem man den Gegenstand von verschiedenen Seiten anschaut. An Stelle einer Theorie treten einige Grundbegriffe. Zum Zwecke der wissenschaftlichen Erfassung des Stromes unteilbaren Geschehens, den das Seelische bildet, versucht man sich die einzelnen seelischen Qualitäten, die Art, wie den Kranken etwas im Bewußtsein gegeben ist, zu vergegenwärtigen; dies ist die Aufgabe der Phänomenologie. In manchen Fällen können wir ein Auseinanderhervorgehen einzelner Zustände, können wir genetisch verstehen. In anderen erkennen wir nur einen unverständlichen Zusammenhang, den wir kausal erklären. Jede Erklärung geht über das im Seelenleben unmittelbar Gegebene hinaus, sie verwertet Hinzugeachtetes. Diese theoretischen Vorstellungen können nie selbst, sondern nur in ihren Konsequenzen geprüft werden; ihr Wert liegt nicht in ihnen selbst, sondern in ihrer Fruchtbarkeit für die Erklärung des wirklich Erlebten. *J.* erörtert den Begriff des Unbewußten, den Gegensatz von subjektiven und objektiven Symptomen, von Form und Inhalt, von Anlage und Milieu und bespricht schließlich die Erkenntnisquellen der Psychopathologie.

Nach dieser Einleitung bringt das I. Kapitel die Phänomenologie der seelischen Qualitäten, sofern sie krankhaft sind. Die phänomenologischen Gegebenheiten systematisch zu ordnen und zu klassifizieren, ist unmöglich; sie können nur vorläufig irgendwie gruppiert werden. Da im Seelenleben ein Subjekt den Objekten (Gegenständen) gegenüber steht, kann man ein Gegenstandsbewußtsein und ein Persönlichkeitsbewußtsein unterscheiden. Gegenstände sind in Wahrnehmungen und Vorstellungen gegeben, in deren ersten uns der Gegenstand leibhaftig, in deren zweiten er bildhaftig vor uns steht. In der Wahrnehmung werden unterschieden die Empfindungselemente, die räumliche und zeitliche Ordnung und der vergegenständlichende Akt. Bei den Trugwahrnehmungen meint der vergegenständlichende Akt einen neuen, nicht realen Gegenstand, während Abweichungen in den beiden ersten Eigenschaften der Wahrnehmung Wahrnehmungsanomalien schaffen (Intensitätsveränderungen und Qualitätsverschiebungen der Empfindungen, Mitempfindungen, Veränderung der Raumanschauung, Störungen des Zeitsinnes, das sentiment du déjà-vu, die Entfremdung der Wahrnehmungswelt). Illusionen entstehen durch Umbildungen aus äußeren Wahrnehmungen und können in Unaufmerksamkeitsillusionen, Affektillusionen und Pareidolien (phantastische Umbildungen aus unvollkommenen Sinneseindrücken) unterschieden werden. Demgegenüber sind die Halluzinationen völlig neu entstehende, leibhaftige Trugwahrnehmungen. Mit ihnen sind die abnormen Vorstellungen nicht zu verwechseln, unter denen die

Truggerinnerungen besonders wichtig sind. Krankhaft verfälschte Urteile nennt man Wahndecken, die durch die subjektive Gewißheit, die Unbeeinflussbarkeit durch die Erfahrung und die Unmöglichkeit des Inhaltes charakterisiert sind. Die primären Wahnerlebnisse sind zu teilen in Wahrnehmungen (Änderungen des Bedeutungsbewußtseins, Beziehungswahn), Wahnvorstellungen und Wahnbewußtheiten. Schließlich gehören den Anomalien des Gegenstandsbewußtseins noch die Zwangsdeuten an. Weniger bekannt sind die Störungen des Persönlichkeitsbewußtseins (Depersonalisation, Verdoppelung des Ichs, Gefühl der Veränderung u. a.). Daran anschließend werden die Störungen der Gefühle und des Willens besprochen. Alle diese Elemente können nur unter Berücksichtigung des seelischen Gesamtzustandes betrachtet werden; sie werden beeinflußt von der Aufmerksamkeit, dem Bewußtseinszustand, den Ablaufweisen des Seelenlebens (z. B. Ideenflucht), von der Kulturstufe; es scheint auch zwischen dem empfindbaren und dem unverständlichen Seelenleben mancher Kranker (Dementia praecox) allgemeinste Unterschiede zu geben.

Das zweite Kapitel behandelt die objektiven Symptome, Auffassung und Orientierung, Assoziation, Gedächtnisstörungen, motorische Erscheinungen, Sprachstörungen, Arbeitsleistung, und die körperlichen Begleit- und Folgeerscheinungen der seelischen Vorgänge sowie den Ausdruck des Seelischen im weitesten Sinne.

Im III. Kapitel werden die Zusammenhänge, und zwar zuerst die „verständlichen“ Zusammenhänge (s. o.) besprochen, wobei der Begriff des Verstehens eingehend erörtert wird. Unter die verständlichen Zusammenhänge zählen die pathologischen Reaktionen, die Suggestion, die Nachwirkung früherer Erlebnisse, die Abspaltung seelischer Zusammenhänge. Bemerkenswert ist, daß *J.* vielfach sich den Anschauungen der sogenannten Psychoanalytiker (*Freud*) nähert. Den verständlichen stehen die kausalen Zusammenhänge gegenüber (IV. Kapitel); unter diesem Titel werden die Wirkungen exogener Ursachen (Hirnp Prozesse, Gifte, Ermüdung und Erschöpfung, körperliche Erkrankungen) und die endogenen Faktoren (Anlage, Vererbung, Lebensalter, Geschlecht, Rasse) aufgeführt. Der folgende Abschnitt bespricht „typische Verlaufserien“, als Anfälle, Perioden, Prozesse.

Das V. Kapitel behandelt die Intelligenz und deren Störungen (Demenz) sowie die Persönlichkeit. Im VI. Kapitel nimmt *J.* Stellung zur Synthese der Krankheitsbilder; es kann hierüber nicht genauer berichtet werden, wiewohl gerade hier eine Reihe von Bedenken geäußert werden müßten. Die Erörterung des Begriffes von Krankheitseinheit und die Klassifikation der Psychosen würde viel zu weit führen. Das VII. Kapitel ist überschrieben: Die soziologischen Beziehungen des abnormen Seelenlebens und behandelt die Bedeutung sozialer Zustände für die abnormen Seelenerscheinungen und deren Bedeutung für die Gesellschaft. Ein Anhang bringt schließlich eine Anleitung zur Untersuchung der Geisteskranken, Bemerkungen zur Therapie und zur Geschichte.

Das Buch von *J.* ist sicherlich eine bedeutende Leistung. Es ist in vieler Beziehung neuartig und fordert darum an nicht wenigen Stellen zum Widerspruch heraus. Hier ist nicht der Ort, prinzipielle Erörterungen und methodologische Betrachtungen aufzustellen. Nur zwei wichtig erscheinende Punkte möchte Ref. herausgreifen.

J. nennt sein Buch einen „Leitfaden für Studierende usw.“ Er betont an einer Stelle, wie verfehlt es

sei, aus Einzelsymptomen wie ein Mosaik Krankheitsbilder zusammensetzen und verlangt statt eines „Auswendiglernens der Symptome“ ein Eindringen in die seelischen Vorgänge. Dem Ref. will es scheinen, daß diese schon in der Hand des Erfahrenen nicht ungefährliche Methode dem Anfänger vollkommen unzugänglich sein muß. Viel zu nahe liegt die Versuchung, etwas für „eingedacht“ oder „eingefühlt“ zu halten, was nur erdacht ist. Der psychiatrische Unterricht wird gut tun, dort zu bleiben, wo er ist, und nicht die Studierenden zu einer bei der mangelnden Erfahrung notwendig phantastischen und trügerischen Einfühlungspsychiatrie zu erziehen. Insofern ist das Buch kein Leitfaden für Studierende. Auch deshalb nicht, weil, wie Ref. glaubt, das Verständnis für die Absichten des Verf. psychiatrische Kenntnisse und vor allem Erfahrungen voraussetzt.

Zweitens dürfte aber die Frage aufzuwerfen sein: inwieweit können wir uns auf die durch Einfühlen und aus Erzählungen der Kranken gewonnene Phänomenologie überhaupt verlassen? Um darüber ein Urteil zu gewinnen, wäre es notwendig, daß wir über die physiologische Variationsbreite der Erlebnisarten etwas wüßten. Soweit die Kenntnisse des Ref. reichen, liegen hierüber — die Untersuchungen über Vorstellungstypen und einige Arbeiten der Denkpsychologie ausgenommen — kaum irgendwelche Erfahrungen vor. Sodann müßte gezeigt werden, daß wir auf diesem Wege wirklich weiter kommen als auf dem bisher von der klinischen Psychiatrie beschrittenen. Es kann hier nicht ausgeführt werden, daß trotz J.s Behauptungen die bisherige klinische Forschung unzweifelhafte Erfolge errungen hat und auch Grund hat, noch weitere zu erwarten. Es ist nach Ansicht des Ref. vorderhand nicht abzusehen, ob nicht die von J. vertretenen Anschauungen, so interessant und anregend sie im einzelnen sind, in ihrer Gesamtheit eher hemmend als fördernd auf die Erforschung des kranken Seelenlebens einwirken werden.

Die allgemeine Psychopathologie von Jaspers ist bedeutend, sie ist neuartig in ihrer Betrachtungsweise, interessant, anregend — ob sie, wie manche gemeint haben, die erlösende Tat darstellt, die nun die Schwierigkeiten in der Psychiatrie mit einem Male beheben wird, möchte Ref. doch dahingestellt sein lassen.

Rudolf Allers, München.

Rohde, E., Zelle und Gewebe in neuem Licht. Vorträge und Aufsätze über Entw.-mech. der Org., hrsg. von W. Roux, Heft XX. Leipzig und Berlin, W. Engelmann, 1914. V, 133 S. und 40 Fig. Preis M. 5,—.

Die traditionelle Zellentheorie sagt, daß die Organismen aus Zellen hervorgehen und nur aus Zellen und Zellerivaten bestehen. Man hat neuerdings an dieser sehr allgemein gehaltenen Lehre mehrfach keinen Gefallen mehr gefunden und nicht nur bei rein physiologischer Betrachtungsweise, sondern auch gerade auf Grund besonderer morphologischer Befunde sie zwar nicht umzustoßen, aber doch mehr oder weniger durchgreifend einzuschränken versucht. Der Verfasser des vorliegenden Aufsatzes schickt sich an, die alte Lehre überhaupt zu beseitigen.

„Nicht die Zellen spielen bei der histologischen Differenzierung der Tiere die maßgebende Rolle, sondern die vielkernigen Plasmodien, nicht die Zellbildung, sondern die funktionelle Differenzierung der lebenden Masse, d. h. der vielkernigen Plasmodien, bildet das leitende Prinzip bei der Entwicklung der Organismen. . . . Die Zellen stellen nur eine, oft sehr vergäng-

liche Form der lebenden Masse dar; eine tiefere Organisationsstufe sind die Granula.“

Zu der Begründung dieser Behauptung bringt der Verfasser die Beschreibung der Bildung des Knorpels, einiger Arten des Bindegewebes, des Dentins, des Knochens der Wirbeltiere, der Sponginfasern der Schwämme, des Gallertgewebes der Coelenteraten, der Kutikularbildungen der Arthropoden. Er findet seine Anschauungen ferner im Chordagewebe, der Muskulatur des Wirbeltierherzens, den primordialen Keimlagern, endlich für die Entstehung des Nervensystems bei Wirbeltieren und Wirbellosen bestätigt. Überall sollen vielkernige Plasmodien den Ausgang bilden, vielfach dauernd nicht oder nur vorübergehend zellulierte Massen die Differenzierung leisten, manchmal sogar völlig „zell- bzw. kernlose Gewebe“ assimilieren, wachsen und sich differenzieren. Zum Teil liegen eigene Untersuchungen des Autors vor, zum Teil deutet er die Befunde anderer in seinem Sinne um.

Der Referent billigt diese und ähnliche Reformationen der Zellenlehre nicht (siehe z. B. diese Zeitschrift, Bd. I, S. 184 ff.). Er ist der Meinung, daß die methodisch betriebene Cytomorphologie den Zellenbegriff aufs neue befestigt und Ergebnisse zeitigt, die entwicklungsmechanisch verwertet für die allgemeinsten Ergebnisse der Biologie von hoher Bedeutung sind. Manches von Rohde zur Stütze seiner Anschauungen Erwähnte ist übrigens einfach irrtümlich, so z. B. das S. 78, 105, 110 über die Testakerne (?) des Tunikaten-eies Bemerkte, anderes recht zweifelhaft, z. B. das Fehlen der Zellgrenzen bei den Urgeschlechtszellen. Unhaltbar ist Lillies „differentiation without cleavage“ (bei Rohde S. 128). Die Angaben über syncytiale Stadien der frühen Furchung bei Hydroiden sind dringend der Nachprüfung bedürftig. Gerade bei der Determination des Furchungsgeschehens läßt sich die Bedeutung der Zelle als „Einheit“ zeigen. Wie sich der besondere Fall der sog. superficialen Furchung, wo vorübergehend die Abgrenzung der Einzelzellen nicht deutlich hervortritt, dem allgemeinen Rahmen einfügt, wird anderen Orts zu zeigen sein. J. Schawel, Jena.

Schumacher, S. von, Die Individualität der Zelle. Eintrittsvorlesung, geh. bei der Übernahme des histologisch-embryologischen Institutes der k. k. Universität Innsbruck am 7. Januar 1914. Jena, G. Fischer, 1914. 12 S. Preis M. 1,—.

Der Verfasser gibt eine gedrängte, übersichtliche Darstellung des Verhaltens isolierter Gewebszellen. Zunächst werden ältere Beobachtungen des Überlebens von Gewebsfragmenten über den Tod des Individuums hinaus zusammengestellt und dann wird auf die neuerdings vielgenannte in vitro-Kultur eingegangen. Der Zweck solcher Explantationen ist nach Roux die Prüfung der Dauerfähigkeit und der eigenen Leistungen eines dem erhaltenden, differenzierenden und regulierenden Einflusses der anderen Teile oder des Ganzen entzogenen Teiles.

Wenn nach dem Verfasser die Bezeichnung „Gewebs-Kultur“ berechtigt sein soll, „so muß das Explantat 1. nicht nur Lebenserscheinungen, sondern 2. auch aktives Wachstum durch Neubildung von Zellen zeigen und außerdem müssen 3. die neugebildeten Zellen für die betreffende Gewebsart charakteristisch sein“.

Mit einigen Einschränkungen werden diese Forderungen in der Tat erfüllt. Die verschiedensten Zellen können isoliert längere Zeit weiterleben, wenn nur für ihre Ernährung und für die Abhaltung schädlicher Einwirkungen gesorgt wird. Auch Zellen, die im Organis-

mus in festem Verbande stehen und eine bestimmte Form zeigen, können, aus dem Verbande gelöst, ihre Form verändern und Eigenbewegungen ausführen. Embryonale Zellen erfahren ihre weitere Differenzierung auch außerhalb des Organismus, also ohne Einfluß des Nervensystems, des Blutkreislaufes oder benachbarter Zellen und Organe. Außerdem können sich wenigstens embryonale Zellen im Explantate auf dem Wege der mitotischen Teilung vermehren; so daß also die isolierten embryonalen Zellen alle Lebenserscheinungen erkennen lassen, wie wir sie an einzelligen Lebewesen sehen: sie bewegen sich, zeigen Stoffwechsel, differenzieren und vermehren sich.

J. Schazel, Jena.

Mykologische Mitteilungen.

Wie man bei der Isolierung von Mikroorganismen mit Hilfe des Kochschen Plattenverfahrens stets sehen kann, bleiben die einzelnen Kolonien um so kleiner, je zahlreicher sie sind, je mehr Keime also ausgesät wurden. Aber nicht nur die Größe, auch die Anzahl der Kolonien kann von der Aussaatstärke beeinflußt werden. Mit der Verdünnung wächst unter Umständen die Zahl der aufkommenden Keime. Dieser Erscheinung sucht *Rothert*¹⁾ auf den Grund zu kommen. Er verwendete zunächst eine Weinhefe als Versuchsobjekt, die mit dezimalen Verdünnungen in Mostgelatine geimpft wurde. Je weniger Hefezellen auf eine Platte kamen, desto mehr von ihnen entwickelten sich zu Kolonien. Bei Dichtsaat müssen also die schwächeren und daher langsamer wachsenden Keime unterdrückt werden, was auf Nährstoffentziehung oder Bildung von Stoffwechselprodukten durch die übrigen zurückzuführen sein dürfte. Verdünnung des Mostes und Zusatz von Alkohol hatten keinen Einfluß. Für die Hefe blieb der Zusammenhang somit ungeklärt. Weitere Versuche wurden mit Milchsäurebakterien angestellt. Die Zahl der Keime beeinflusste die Koloniebildung in der geschilderten Weise. Als Nährboden diente Heydenagar mit 1 % Milchzucker. Hier verminderte in der Tat die Verdünnung der Nährstoffe die Zahl der Kolonien sehr stark. Auch der Zusatz von Milchsäure oder Serum von gesäuerter Milch wirkte in derselben Richtung. Sehr deutlich war die Vermehrung der relativen Kolonienzahl durch Verdünnung auch bei den Bakterien der Ackererde.

Während man früher annahm, daß Nitrit von Schimmelpilzen nicht verarbeitet werden kann, konnte *Kossowicz*²⁾ nachweisen, daß es für eine Reihe von Arten doch als Stickstoffquelle geeignet ist. Um zu entscheiden, ob die salpetrige Säure vor der Verarbeitung zu Ammoniak reduziert oder als solche verarbeitet wird, wurde mit *Neßlers* Reagens geprüft oder das Ammoniak durch Magnesiadestillation ausgetrieben und durch Titration bestimmt. Meist konnte kein Ammoniak nachgewiesen werden, jedenfalls nicht während kräftiger Entwicklung, wiederholt aber in alten Zuchten. Daraus wird geschlossen, daß das Nitrit

unmittelbar verarbeitet wird, und daß das Ammoniak dort, wo es auftritt, einer nur alten Kulturen eigenen erhöhten Reduktionsfähigkeit oder einer Zersetzung organischer Stickstoffverbindungen zuzuschreiben ist. Jedoch wäre auch an einen erschwerten Sauerstoffzutritt unter der Pilzdecke zu denken. Ferner wäre es möglich, daß während des Wachstums der Pilze das erzeugte Ammoniak sofort verbraucht wird und sich dadurch dem Nachweis entzieht, während es sich später anhäuft.

Winogradsky hat seinerzeit nachgewiesen, daß die Oxydation des Ammoniaks zu Nitrit und in geringerem Maße auch die des Nitrits zu Nitrat in Lösungen durch geringe Mengen organischer Stoffe gehemmt wird. Die Bedeutung dieses Befundes für die Vorgänge im Boden wurde später bestritten. Die Giftwirkung organischer Stoffe soll unter natürlichen Verhältnissen nicht beträchtlich sein. Diese Frage hat nun *Barthel*³⁾ von neuem aufgegriffen und gleichzeitig auch auf die Denitrifikation geachtet.

Die Versuche wurden in der Weise angestellt, daß ein vorher analysierter Boden entweder mit Ammonsulfat oder Kaliumnitrat und daneben mit Stroh oder Stroh und Pepton versetzt wurde, welche Zusätze zum Vergleich in je einem Gefäß fortblieben. Die Gemische wurden in gläserne Gefäße getan, die mit Korkstopfen versehen waren. Durch mit Watte verschlossene Glasröhrchen sollte der ungehinderte Luftzutritt erreicht sein, während die Verdunstung fast verhindert war. Das genannte Doppelziel kann aber auf diese Weise kaum erreicht worden sein. Es zeigte sich, daß Stroh und noch mehr Stroh und Pepton die Nitrifikation hemmt, während die Denitrifikation durch Stroh gefördert wird, durch Stroh und Pepton aber nur vorübergehend steigt, während dann wieder Nitrifikation auftritt. Weiter wurde der Einfluß von altem und frischem Dünger untersucht. Besonders frischer Dünger hemmt die Nitrifikation und fördert die Denitrifikation. Eine Versuchsreihe wurde unter gleichzeitigem Zusatz von Ammon und Nitrat angesetzt, wobei außer den genannten Stoffen noch Asparagin, Dextrose, Laktose und Mannit geprüft wurden. Die Nitrifikation wurde in derselben Weise beeinflusst wie in den früheren Versuchen. Asparagin wirkte ähnlich wie Pepton, nur schwächer, Dextrose und Mannit sowie in geringerem Grade Laktose hemmten anfangs kräftig. Von Stickstoffverbindungen verminderten die folgenden in abfallender Reihe die Nitratbildung: Pepton, Asparagin, Azetamid, Ammoniumazetat, Harnstoff.

Von Pepton waren z. B. 0,5 % hemmend, 3 % vernichtend für die Nitrifikation, Mengen, wie sie freilich in der Natur nie auftreten dürften. Die dabei tätigen Bakterien wurden nie getötet, so daß nach der Mineralisierung der organischen Stoffe die Nitrifikation wieder kräftig einsetzte. Die hemmende Wirkung haben zudem nur leicht lösliche Verbindungen, so daß sie im Freien keine große Rolle spielen kann.

Einige weitere Arbeiten beschäftigen sich mit der Hefegärung. *Grafe* und *Vouk*²⁾ studierten die Fähigkeit verschiedener Reinkulturenhefen, Inulin zu verar-

¹⁾ *Rothert*, Über den Einfluß der Aussaatstärke auf das Resultat bei Bakterienzählungen mittels Plattenkulturen. Zeitschrift f. Gärungsphysiologie 1914, Bd. IV, S. 1.

²⁾ *A. Kossowicz*, Nitritassimilation durch Schimmelpilze. Zeitschrift f. Gärungsphysiologie 1912, Bd. 2, S. 55, und 1913, Bd. 3, S. 321.

³⁾ *Chr. Barthel*, Die Einwirkung organischer Stoffe auf die Nitrifikation und Denitrifikation im Ackerboden. Zeitschr. f. Gärungsphysiologie 1914, Bd. 4, S. 11.

²⁾ *V. Grafe* und *V. Vouk*, Das Verhalten einiger Saccharomyceten (Hefen) zu Inulin. Ebenda 1913, Bd. 3, S. 327.

beiten und zu vergären. Dieses Vermögen war bei den herangezogenen Arten in sehr verschiedenem Maße entwickelt und tat sich oft erst bei längerer Versuchszeit kund. Die Verarbeitung von Inulin war in Zichorienextrakten, die Lävulose enthalten, energischer als in künstlich zusammengesetzten Lösungen, in denen nur Inulin als Energiequelle und Pepton nebst Nährsalzen zugegen war.

Baragiola und *Godet*¹⁾ untersuchten den Einfluß der seit langem bekannten Übersichtung des Weines mit Öl zum Schutz vor Luftinfektion auf die chemischen Umsetzungen bei der Vergärung. Die Ergebnisse der Analyse müssen im Original nachgelesen werden. Der Schutz von Weinproben vor Kahl und Stich durch die Ölübersichtung ist aber von allgemeinerem Interesse.

Gewisse, von *Palladin* Chromogene genannte Substanzen bewirken, daß der ausgepreßte Saft vieler Pflanzenteile sich an der Luft schwärzt. Diese Farbe verschwindet auf Zusatz von Hefe unter anaeroben Bedingungen wieder, was auf die Gegenwart einer „Reduktase“ in der Hefe schließen läßt. In ähnlicher Weise wird auch Methylenblau von Hefe reduziert, ein Vorgang, den *Looff*²⁾ näher untersucht hat. Dabei besitzt die Leukoverbindung zwei Atome Wasserstoff mehr als der Farbstoff, worin nach dem Verfasser die Chromogene sich ebenso verhalten. Solche reduzierbare Substanzen werden nun nicht nur von der Hefe entfärbt, sondern hemmen in hohem Maße die Alkoholgärung. Der Verfasser meint daher, daß die Reduktase Wasserstoff aktiviere und daß dieser für die Gärung notwendig sei, durch die Farbstoffe aber abgefangen werde. Daß die Reduktionsfähigkeit der Hefe nicht auf bestimmte chemische Stoffe beschränkt ist, zeigt, daß sie Schwefel zu H_2S , Sulfate zu Sulfiden, Nitrate zu Nitriten usw. reduzieren kann. Die Bemühungen des Verfassers sind nun darauf gerichtet, nachzuweisen, daß zwischen der Reduktions- und Gärungsenergie ein strenger Parallelismus bestehe. Tatsächlich zeigte sich, daß durch Reduktion eines Grammmoleküls Methylenblau ein Grammmolekül Hexose vor der Vergärung bewahrt bleibt und entsprechend weniger Kohlensäure entsteht. In Abwesenheit von Zucker dagegen wird durch Zugabe von Methylenblau gerade die entsprechende Menge CO_2 mehr abgespalten als ohne den Farbstoff. Die daraus gezogenen weiteren Schlüsse des Verfassers sind stark hypothetisch.

E. G. Pringsheim, Halle a. S.

Zur Geschichte der Entdeckung der Gasgesetze.

In dem *Archiv für die Geschichte der Naturwissenschaften und der Technik*³⁾ (Bd. V, S. 142—154, S. 209 bis 225, 1914) veröffentlicht *Isilio Guareschi* (Turin) über das Gesetz der Ausdehnung der Gase bei ihrer Erwärmung historische Notizen, die das Interesse aller Physiker und aller Chemiker finden werden. Wer ist der Entdecker des Gesetzes? Die Engländer nennen es Gesetz von *Dalton* oder auch Gesetz von *Dalton* und *Gay-Lussac*, ja sogar — z. B. *Roscoe* und *Schorlemmer* in ihrem bekannten Lehrbuche — das Gesetz von *Boyle*

und *Dalton*; die im allgemeinen nach *Boyle* und *Mariotte* und nach *Gay-Lussac* benannten Gesetze werden hier für *Boyle* und *Dalton* reklamiert. Das Handbuch der allgemeinen Chemie von *Ostwald* spricht vom Gesetz von *Gay-Lussac* und *Dalton*. *Thenard*, der Freund und Mitarbeiter *Gay-Lussacs*, schreibt in seinem *Traité du Chimie* 1824: Man verdankt *Dalton* und *Gay-Lussac* die Entdeckung dieses Gesetzes. *Berzelius* schreibt (1845) in seinem *Traité du Chimie*: Als erster hat *Dalton* diese Beobachtungen angestellt und zu ermitteln versucht, wie groß für eine gegebene Anzahl von Graden, z. B. von 0 bis 100, die Ausdehnung ist. *Gay-Lussac* kam bei denselben Untersuchungen dann zu etwas genaueren Resultaten usw. *Chwolson* nennt das Gesetz in seinem großen Lehrbuch das Gesetz von *Gay-Lussac* oder von *Charles*. Ein anderes Buch nennt es, um möglichst sicher zu gehen, Gesetz von *Charles*, *Dalton* und *Gay-Lussac*. Eine ganze Anzahl von Schriftstellern, französische und nichtfranzösische, auch solche von Ruf, nennen die beiden hauptsächlichsten Gasgesetze die Gesetze von *Mariotte* und von *Gay-Lussac* und verschweigen die Namen von *Boyle* und von *Dalton* gänzlich.

Stets sind es die Namen *Mariotte*, *Boyle*, *Charles*, *Dalton* und *Gay-Lussac*, die in Verbindung mit diesem Gesetz genannt werden.

Wer ist nun wirklich der Entdecker des Gesetzes der gleichförmigen Ausdehnung der Gase durch die Wärme? — derjenige Forscher, der planmäßig darüber gearbeitet hat und seine Arbeit allen zugänglich zuerst veröffentlicht hat? Es ist *Volta*. Er hat seine Arbeit lediglich italienisch veröffentlicht, und zwar im Jahre 1793 in den *Annali di Chimica* von *Brugnatelli* und dann im Jahre 1816 im 5. Bande seiner gesammelten Werke (Ausgabe *Antinori*). „Vielleicht ist das der Grund“, schreibt *Bosscha*, „aus dem diese Arbeit fast nicht beachtet wurde.“ Weder *Gay-Lussac* noch die anderen, die sich mit dieser Frage beschäftigten, zitieren sie. Ihr Titel ist „Della uniforme dilatazione dell' aria per ogni grado di calore, cominciando sotto la temperatura del ghiaccio, fin sopra della dell' ebolizione dell' acqua e di ciò, che sovente fa parer non equabile tal dilatazione, entrando ad accrescere a dismisura il volume dell' aria“ (Über die gleichmäßige Ausdehnung der Luft für jeden Wärmegrad, anfangend unter der Temperatur des Eises bis über diejenige des Siedens des Wassers, und über das, was diese Ausdehnung oft nicht gleichmäßig erscheinen läßt, dazu beitragend, das Volumen der Luft übermäßig zu vergrößern). *Volta* fand den Ausdehnungskoeffizienten der Luft = 0,003 662, also nur sehr wenig abweichend von der Regnaultschen Zahl 0,003 671, während *Gay-Lussac* elf Jahre später als *Volta* 0,003 750 fand. Tatsächlich ist *Volta* der erste gewesen, der den beträchtlichen Einfluß aufgeklärt hat, den die Gegenwart geringer Spuren Wasserdampf auf die Bestimmung des Ausdehnungskoeffizienten der Luft hat. — *Volta* hatte am Ende seiner Arbeit versprochen, andere Untersuchungen über die Gase und über die Dämpfe zu veröffentlichen, aber er hat sich nicht mehr damit beschäftigt, weil er sich Arbeiten von größerer Wichtigkeit zugewendet hatte, Arbeiten, die ihn schließlich zu derjenigen Entdeckung führten, die seinen Namen unsterblich gemacht hat. „Die Arbeit von *Volta* aus dem Jahre 1792 (veröffentlicht 1793)“, schreibt *Guareschi*, „ist in der Tat bewunderungswürdig durch ihre Klarheit, durch die Kritik an den Arbeiten der Vorgänger und durch die

¹⁾ W. I. Baragiola und Ch. Godet, Die Vergärung des Traubenmostes unter Paraffinöl. Ebenda 1914, S. 81.

²⁾ S. Looff, Hefegärung und Wasserstoff. Ebenda 1913, Bd. 3, S. 289.

³⁾ Verlag von F. C. W. Vogel, Leipzig.

Überlegtheit und Einfachheit, mit denen die Experimente angestellt sind. Diese Arbeit sollte im Auslande viel mehr bekannt sein, da sie in den *Annali di Chimica* von *Brugnatelli* veröffentlicht war, die überaus bekannt waren.“ (Er ist erstaunt, die Voltasche Abhandlung nicht in der Ostwaldschen Sammlung [Klassiker der Naturwissenschaften] zu finden, die in Nr. 44 Abhandlungen enthält von *Gay-Lussac*, *Dalton*, *Dulong* und *Petit*, *Rudberg*, *Magnus*, *Regnault*.)

„Der Apparat, mit dem *Gay-Lussac* bei den ersten Untersuchungen arbeitete, war viel unvollkommener als der Voltasche. Derjenige der späteren Versuche war handlicher, es ist der in allen Lehrbüchern der Physik dargestellte. Mit diesem fand er den Koeffizienten 0,003 75. Diese Untersuchungen, die später sind als die erste Veröffentlichung von 1802, wurden lediglich im *Traité du Physique* von *Biot* (1816) und in einer ganz kurzen Notiz in den *Annales de Chimie* 1816 veröffentlicht. — *Volta* verfügte nicht über die großen Mittel wie *Charles*, *Gay-Lussac* und andere spätere Forscher, und dennoch kam er zu genaueren, unübertroffenen Ergebnissen. Man versteht nicht leicht, wie *Gay-Lussac*, der doch die Literatur genügend kannte, die neun Jahre früher von *Volta* gemachten Arbeiten nicht gekannt hat. Als *Volta* 1801 in Paris war, war er häufig mit *Berthollet* zusammen, in dessen Laboratorium *Gay-Lussac* arbeitete.“

Der erste, der auf *Volta*s Priorität hinwies, war *Giuseppe Moretti*, der Übersetzer des chemischen Wörterbuches von *Klaproth* und *Wolff*, das im Jahre 1814 in Mailand erschien. Bei dem Artikel „Dämpfe“ macht er einen Zusatz und schreibt: Der berühmte *Volta* hatte bereits in seiner im Jahre 1793 veröffentlichten Arbeit „*Sulla dilatazione dell' aria per ogni grado di calore* usw.“ bewiesen usw. *Guareschi* führt dann eine ganze Anzahl von italienischen Schriftstellern an, die auf die Voltasche Arbeit hingewiesen haben. Aber mehr als das Zeugnis der italienischen Schriftsteller, bei denen man eine Parteinahme für Italien zum Nachteil Frankreichs vermuten könnte, wiegt das Urteil von *Gay-Lussac*s Landsmann *Arago*, der in seiner Rede, die er in der Akademie auf *Volta* hielt, am 26. Juli 1833 sagte: „Da ich die chronologische Reihenfolge verlassen habe, werde ich, ehe ich mich den beiden wichtigsten Arbeiten unseres verehrten Mitgliedes zuwende, ehe ich seine Untersuchungen über die atmosphärische Elektrizität und ehe ich seine Entdeckung der Säule bespreche, in einigen Worten die Experimente beschreiben, die er im Jahre 1793 über die Ausdehnung der Luft veröffentlichte. Diese Frage hatte bereits die Aufmerksamkeit einer großen Anzahl hervorragender Physiker auf sich gezogen, die sich weder über den gesamten Volumenzuwachs der Luft zwischen dem Eispunkt und dem Siedepunkt des Wassers einigen konnten, noch über den Gang der Ausdehnung in den dazwischenliegenden Temperaturen. . . . *Volta* bewies durch sehr genaue Messungen, daß die atmosphärische Luft, wenn sie in einem vollkommen trockenen Gefäß eingeschlossen ist, sich ihrer Temperatur proportional ausdehnt, wenn diese mit einem Quecksilberthermometer mit vollkommen gleicher Teilung gemessen wird; . . . da die Arbeiten von *De Luc* und *Crawford* zu bestätigen scheinen, daß ein solches Thermometer das wahre Maß der Wärmemenge ist, glaubte sich *Volta* berechtigt, das so einfache Gesetz, das sich aus seinen Ex-

perimenten ableiten ließ, in diesen neuen Ausdrücken zu formulieren, deren Wichtigkeit jeder richtig einschätzen wird: „Die Elastizität eines gegebenen Volumens atmosphärischer Luft ist seiner Wärme proportional.“ Wenn man Luft, die bei einer niedrigen Temperatur in einem Gefäß eingeschlossen worden ist und immer dieselbe Menge Feuchtigkeit enthält, erhitzt, so vermehrt sich ihre elastische Kraft wie diejenige der trockenen Luft. Übrigens scheint die Wissenschaft heute in diesem Punkte vollkommen zu sein, dank den Forschungen von *Gay-Lussac* und *Dalton*. Ihre Experimente, die zu einer Zeit gemacht wurden, wo die Voltaschen Arbeiten, obwohl sie veröffentlicht waren, weder in Frankreich noch in England bekannt waren, dehnen das von dem Italiener aufgestellte Gesetz auf alle Gase, permanente oder nichtpermanente, aus. Sie führen in allen Fällen zu demselben Ausdehnungskoeffizienten.“

Die Aragosche Denkrede auf *Volta* wurde in der Zeitschrift *L'Indicatore* im Jahre 1835 abgedruckt. *Arago* kam noch einmal in seiner Denkrede auf *Gay-Lussac* auf die Voltasche Arbeit zurück. *Guareschi* schreibt hierzu: Wenn dieses Gesetz von *Arago*, dem kompetentesten Richter und dem nahen Freunde *Gay-Lussac*s, als Voltasches Gesetz bezeichnet wurde, war es meine Pflicht, es auch meinerseits „*legge di Volta*“ zu nennen, obgleich es allgemein *Dalton* oder *Gay-Lussac* zugeschrieben wird. — Von einigen wird gegen *Volta* die Tatsache angeführt, daß er lediglich mit Luft und mit Wasserdampf experimentierte, während *Gay-Lussac* und *Dalton* mit verschiedenen Gasen arbeiteten und daher das Gesetz, das für die Luft gilt, als allgemeines Gesetz erkannten. Aber — so fragt *Guareschi* — nennt man nicht auch das Gesetz über die Zusammenrückbarkeit der Gase Gesetz von *Boyle* (1661) oder Gesetz von *Mariotte* (1676), obwohl *Boyle* und *Mariotte* nur mit Luft experimentiert haben? Zu ihrer Zeit kannte man andere Gase nicht, und als über 100 Jahre später die Physiker das Gesetz von *Boyle* und *Mariotte* auf die andern bekannten Gase ausdehnten, fuhr man fort, das Gesetz nach *Boyle* und nach *Mariotte* zu nennen. Mit Recht schreibt ein *Traité de Physique* von *Daguin* 1867 bei der Besprechung des Gesetzes der Zusammenrückbarkeit der Luft: „Dieses Gesetz ist unter dem Namen Mariottesches oder Boylesches Gesetz bekannt nach den Namen der beiden Physiker, die es in der selben Epoche entdeckt haben. Erst später hat man versucht, es auf andere Gase anzuwenden.“ In demselben Sinne äußern sich andere Physiker, von denen wir hier nur *Chwolson* und *Jamin* anführen.

Das Gesetz von *Boyle* und von *Mariotte*, das sich auf Luft bezog, wurde erst mehr als ein Jahrhundert später auf andere Gase angewendet und wird noch immer mit jenen Namen genannt. Das Gesetz der Ausdehnung von *Volta* für Luft und Wasserdampf wurde nur neun Jahre später von *Dalton* und *Gay-Lussac* auf andere Gase ausgedehnt, und warum soll es nicht den Namen Voltasches Gesetz tragen, wie *Arago* es genannt hat? *Volta* hat seine Arbeiten im Jahre 1792 veröffentlicht, *Dalton* 1801 und *Gay-Lussac* 1802; *Volta*, *Dalton* und *Gay-Lussac* bedürfen für ihren Ruhm des Gesetzes der Ausdehnung der Gase nicht, aber hier handelt es sich lediglich um eine historische Frage. Das Datum der Veröffentlichung sagt deutlich, daß *Volta* der erste gewesen ist, dann *Dalton* folgt und hierauf *Gay-Lussac*.
B.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 46.

13. November 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|--|----------------------------------|
| F. Kohlrauschs Praktische Physik, 1. Aufl. 1870,
12. Aufl. 1914. Von Prof. Dr. Adolf Heydweiller,
Rostock. S. 985. | Besprechungen. S. 991. |
| Über die Vererbung erworbener Eigenschaften.
Von Dr. F. Baltzer, Würzburg. S. 987. | Botanische Mitteilungen. S. 994. |
| | Kleine Mitteilungen. S. 995. |

Verlag von Julius Springer in Berlin

Im Februar 1914 erschien:

Handbuch für biologische Übungen

Von

Prof. Dr. Paul Röseler

Direktor der Luisenschule
zu Berlin

und

Hans Lamprecht

Oberlehrer an der Friedrichs-Werderschen
Oberrealschule zu Berlin

Zoologischer Teil

Mit 467 Textfiguren

Preis M. 27,—; in Leinwand gebunden M. 28,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuscripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Neu! Neu! Neu!
Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark



9 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin.

Über Rassenhygiene

Von

Dr. Kurt Goldstein

Universitätsprofessor in Königsberg i. Pr.

1913. Preis M. 2.80

Verlag von Behrend & Co. (Julius Springer) in Berlin W 9.

Der Krieg gegen Frankreich 1870/71 und die Einigung Deutschlands.

Von Th. Lindner.

Mit 20 Vollbildern, zahlreichen Abbildungen im Text und 5 Kartentafeln.

VIII und 164 Seiten gr. 4°. — In Leinwand gebunden Preis M. 4.—.

Das auf Veranlassung des Preussischen Kultusministeriums zum Jubiläum des Krieges 1870/71 herausgegebene Werk, von dem bisher über 220 000 Exemplare verkauft wurden, schildert in historischer Treue und klarer, schöner Sprache unter Beifügung einer großen Anzahl künstlerischer Abbildungen und instruktiver Karten die Ereignisse des Krieges 1870/71. In der gegenwärtigen Zeit, in der sich das Interesse wieder besonders stark den großen Tagen des Jahres 1870/71 zuwendet, wird das angesichts seiner guten Ausstattung und reichhaltigen Illustrierung außerordentlich billig zu nennende Buch den vielen, die sich mit der Geschichte dieser Zeit beschäftigen wollen, ein willkommener Führer sein.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

13. November 1914.

Heft 46.

F. Kohlrauschs Praktische Physik, 1. Aufl. 1870, 12. Aufl. 1914.

Von Prof. Dr. Adolf Heydeweller, Rostock.

Zwischen den großen, ehernen Jahren 1870 und 1914 vollzog sich die Kulturentwicklung Deutschlands in scharfem Anstieg, wie nie zuvor; auf allen Gebieten: Landwirtschaft und Industrie, Handel und Gewerbe, Heer und Flotte, Technik und Unterricht, Wissenschaft und Kunst derselbe beispiellose Aufschwung, dessen Ergebnisse die Welt jetzt staunend erkennt; und überall der gleiche Drang nach praktischer Betätigung, nach technischer Verwertung wissenschaftlicher Forschung, aus dem Volk von „Denkern und Dichtern“ ist ein Volk entschlossener Tatkraft geworden, das einer Welt voll Sturm standzuhalten befähigt ist.

Nicht am wenigsten zeigt sich dieser Wandel in der Umgestaltung des höheren Unterrichts in den letzten Jahrzehnten. Den altherwürdigen Gymnasien und Universitäten traten die Realanstalten und technischen Hochschulen gleichberechtigt zur Seite, und innerhalb jener Anstalten selbst der gleiche Umschwung: das siegreiche Vordringen der naturwissenschaftlichen Fächer und des wachsenden Bedürfnisses nach praktischer Ergänzung des theoretischen Unterrichts auf allen Gebieten. Seminare, Kurse, praktische Übungen aller Art erfreuen sich steigenden Zuspruchs und zunehmender Beliebtheit von seiten der Lernenden in einem Maße, daß schon Klagen über die Vernachlässigung der Vorlesungen laut werden, obwohl der Durchschnittsleiß der Studierenden in den letzten Jahrzehnten sicher nicht abgenommen hat.

In erster Linie kam diese Entwicklung den Naturwissenschaften, und zwar gleichmäßig der Forschung wie dem Unterricht zugute. Der wirtschaftliche Aufschwung, der aus dem Milliardensegens des Jahres 1871 erwuchs, ermöglichte die Bereitstellung der bedeutenden hierzu erforderlichen Mittel, und nirgends tritt diese Wandelung deutlicher hervor, als in der Physik.

Während die Astronomen sich von den Zeiten der alten Astrologie her der Gunst der Hochstehenden erfreuen konnten, während die Chemiker, gestützt durch die Ansprüche der Technik, schon früher ihre Wünsche durchgesetzt hatten, gab es vor 1870 kein für die Physik eigens erbautes und ihren besonderen Bedürfnissen gut angepaßtes Institut, das heute kaum einer Universität mehr fehlt. Meist standen ihr nur einige wenig geeignete Räume in alten Gebäuden zur Verfügung, die bei dem wachsenden Interesse an dieser Wissenschaft kaum zur Abhaltung der

Vorlesungen und Aufstellung der Sammlungen genügten, für die wissenschaftliche, experimentelle Arbeit nur dürftig, für den praktischen Unterricht in größerer Ausdehnung meist gar nicht hinreichten. Nur durch besondere Gunst des Institutsvorstandes wurde einzelnen besonders begabten und strebsamen Schülern die Gelegenheit zur praktischen Ausbildung geboten. Die zur Verfügung stehenden Geldmittel waren meist kläglich und die apparativen Hilfsmittel entsprechend dürftig, wenn sie nicht aus anderen Quellen, z. B. aus den eigenen Taschen eines wohlhabenden Institutsvorstandes, ergänzt wurden.

Uns älteren Physikern sind diese Zustände noch aus mannigfacher eigener Anschauung bekannt; die jüngere Generation staunt, wenn sie von den kümmerlichen Verhältnissen berichten hört, unter denen epochemachende Arbeiten, wie W. Webers und R. Kohlrauschs elektrodynamische Maßbestimmungen und Hittorfs Untersuchungen über die Kathodenstrahlen entstanden sind. So ist es auch verständlich, daß bei der Mehrzahl der deutschen Physiker jener Zeit die theoretische Richtung und Forschung stark in den Vordergrund trat.

Erst in den siebziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entstanden die ersten modernen physikalischen Institute in Deutschland; 1873 wurde das in Leipzig eröffnet, 1878 und 1879 folgten Berlin und Würzburg. Damit wurde der Boden geschaffen für eine neue Ära physikalischer Forschung und Lehre.

Es ist ein glückliches Zusammentreffen, daß kurz vorher ein Musterwerk entstand, das dem neu erblühenden praktischen Unterricht in der Physik die richtigen Bahnen wies und ihm seinen bleibenden Stempel aufprägte; nicht zum wenigsten dadurch hat er sich auf eine so hohe Stufe der Vollkommenheit gehoben.

Im Jahre 1870 erschien bei B. G. Teubner in Leipzig der „Leitfaden der praktischen Physik, zunächst für das physikalische Praktikum in Göttingen“, von F. Kohlrausch, a. o. Professor in Göttingen, wo der 29jährige junge Dozent in W. Webers Institut „sich mit der Aufgabe beschäftigte, einen praktisch-physikalischen Anfängerkurs auszubilden, für den man damals noch kein Muster fand“.

Er enthält nach einigen einleitenden allgemeinen Bemerkungen über Beobachtungsfehler und Rechnungsregeln auf 123 Seiten die Besprechung von 41 Aufgaben der praktischen Physik, nebst 19 Zahlentabellen, meist wichtige physikalische Konstanten enthaltend.

Bereits 1872 war eine neue Auflage nötig; die 3. Auflage von 1877 wies eine Vermehrung auf das Doppelte (86 Aufgaben und 34 Tabellen auf 253 Seiten) auf, die 6. von 1887 hatte den dreifachen, die 8. von 1896 den vierfachen Umfang der ersten, und dieser stieg noch — allmählich langsamer — bis auf den sechsfachen bei der nun vorliegenden 12. Auflage von 1914. Mit der 9. Auflage (1901) wurde der Titel des weit über den Rahmen des Anfängerunterrichts hinausgewachsenen Werkes abgeändert in „Lehrbuch der praktischen Physik“, unter gleichzeitiger Abzweigung eines nur für Anfänger bestimmten Auszugs, des „Kleinen Leitfadens“. Mit der jüngsten Ausgabe hat die Zahl der ausgegebenen Exemplare die 42 000 erreicht, wozu noch 10 000 Exemplare des Kleinen Leitfadens kommen.

Ferner sind noch hinzuzuzählen eine ganze Reihe von Übersetzungen in fremde Sprachen, von denen ich folgende habe feststellen können:

1. Englische Übersetzung von T. H. Waller und H. R. Procter, London. 1. Aufl. 1873, 4. Aufl. 1908.
2. Englische Übersetzung, New York, 1874.
3. Russische Übersetzung von S. Samanski, Petersburg, 1. Aufl. 1875, 2. Aufl. 1891.
4. Russische Übersetzung von v. Drenteln (nach der 6. deutschen Aufl. von 1887).
5. Ungarische Übersetzung von A. Abt und A. Wagner, Budapest, 1877.
6. Französische Übersetzung von J. Thoulet und H. Lagarde, Paris 1886.
7. Spanische (oder portugiesische?) Übersetzung von H. T. Bastos, 1902 (Kleiner Leitfaden).

Näheres über die Zahl der Exemplare war nicht zu erfahren.

Worin liegt nun das Geheimnis dieses für ein rein wissenschaftliches Werk ganz ungewöhnlichen Erfolges? Zweifellos ebenso sehr in persönlichen, wie in sachlichen Gründen.

Denn der Verfasser war selbst einer der anerkanntesten Meister der physikalischen Meßkunst, die er in unermüdlicher Arbeit bis in die feinsten Einzelheiten durchbildete, allen Fehlerquellen nachspürend, alle Vorteile neuer Erfindungen ausnutzend; und daneben war ihm ein großes pädagogisches Talent eigen, ebenso wie die schwierige Kunst knapper, ausdrucksvoller und inhaltreicher Darstellung, die es ihm ermöglichte, trotz riesenhaften Anschwellens des behandelten Stoffes dem Buche die handliche Form und den mäßigen Preis zu wahren und dadurch die weite Verbreitung auf die Dauer zu sichern; sein Inhalt wuchs viel stärker als sein Umfang, allerdings — und dessen war Kohlrausch sich wohlbewußt — vielfach unter Verzicht auf die äußere Schönheit von Wohllaut und Stil.

Dazu kam, daß das Buch von der günstigen Woge der Verhältnisse getragen wurde; es kam einem Bedürfnisse entgegen, und es befriedigte dieses Bedürfnis fortdauernd in vorbildlicher Weise. Von den ersten Anfängen bot das kleine

Buch, was man in größeren und größten Lehr- und Handbüchern vergebens suchte: praktische Anweisungen und Winke zur Aufstellung und Handhabung von Apparaten, kurze Ableitungen der den Messungen zugrunde liegenden Gesetze, Formeln, Methoden und Hilfstabellen für die Berechnung von Versuchsergebnissen, alles in lichtvoller Klarheit und ausdrucksvoller Kürze, getragen von der Sicherheit der eigenen Erfahrung und ergänzt durch viele Hunderte von Literaturnachweisen; auch brachte es die ersten Zusammenstellungen vielbenutzter physikalischer Konstanten.

Günstig war auch der stets wachsende und sich erweiternde Kreis der Abnehmer. Zu den Fachstudierenden der Physik und Mathematik sowie der Chemie und Mineralogie, für die das Buch ursprünglich bestimmt war, kamen bald Apotheker, Techniker, Biologen und Mediziner in stark steigender Zahl, in dem Maße, wie die Bedeutung der Physik für diese Schwesterdisziplinen wuchs und physikalische Methoden allenthalben Eingang und Verbreitung fanden. So stieg innerhalb eines Menschenalters die Durchschnittszahl der Teilnehmer an physikalischen Übungen von einem oder wenigen Dutzend auf ebensoviel Hunderte.

Es ist von hohem historischem Interesse zu verfolgen, wie das Buch sich im Lauf der Zeit den steigenden Bedürfnissen anpaßte, die Inhaltsverzeichnisse der einzelnen Auflagen zu vergleichen und das neu Hinzutretende festzustellen, denn die Geschichte des „Kohlrausch“ ist auch eine Geschichte der Physik und ihres Unterrichts in den letzten fünf Dezennien.

Es seien hier nur einige Punkte hervorgehoben. Von vielbenutzten und klassisch gewordenen Methoden erscheint die Bestimmung von Schallgeschwindigkeiten mit Kundts Staubfiguren in der 2. Auflage, F. Kohlrauschs Leitfähigkeitsmessung von Elektrolyten in der 3., Viktor Meyers Dampfdichtebestimmung in der 4.; in der 3. Auflage erscheinen auch zuerst elektrostatische Messungen, in der 4. Orts- und Zeitbestimmungen. In den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts, die die Festlegung der elektromagnetischen Grundeinheiten brachten, unter hervorragender Beteiligung Kohlrauschs, schwellen entsprechend die Abschnitte über elektrische Messungen stark an; im folgenden Jahrzehnt gewinnen besonders physikalisch-chemische Methoden und Wechselstrommessungen aller Art sowie die Verwendung Hertzscher Schwingungen an Raum; um die Jahrhundertwende kommen Photometrie, Metalloptik und Wärmestrahlung in ihren neusten Ausbildungen besonders zur Geltung; dann folgen die Messungen an ionisierten Gasen, an Kathoden-, Radium- und Röntgenstrahlen.

Den gleichen fortschreitenden Bahnen folgt auch die jetzt erschienene 12. Auflage; sie ist die erste nach dem Tode des Verfassers und von seinen Freunden und Mitarbeitern bei der Physi-

kalisch - Technischen Reichsanstalt, *H. Geiger, E. Grüneisen, L. Holborn, W. Jaeger, E. Orlich, K. Scheel, O. Schönrock*, unter Führung seines Nachfolgers, des Präsidenten *E. Warburg*, besorgt. Wieder ist der Inhalt gewachsen, erheblich stärker als der kaum vermehrte Umfang. Das ist dankbar zu begrüßen, denn die Handlichkeit, einer der wesentlichen Vorzüge des Buches, bleibt erhalten. Eine Reihe von Abschnitten haben Erweiterungen und Verbesserungen erfahren, am meisten, seiner starken Entwicklung entsprechend, der in der 11. Auflage von *E. Dorn* bearbeitete Abschnitt über Radioaktivität. Von neu aufgenommenen Methoden sind hervorzuheben: die Bestimmung des Sättigungsdrucks von Dämpfen im Gasstrom und seiner Temperaturabhängigkeit aus der molekularen Strömungsgeschwindigkeit (*Knudsen*); die besonders für tiefe Temperaturen ausgearbeitete Methode von *Nernst* für die spezifische Wärme fester Körper; die Bestimmung der Rotationsdispersion in Ultraroten und Ultravioletten; die absolute Messung der Strahlungsenergie (indirekte Methode, *Shakespeare, Westphal*); und vor allem die Interferenz, Beugung und Spektroskopie an Röntgenstrahlen (*Laue, Friedrich und Knipping, Bragg, Moseley*); es sind noch die neuesten Forschungen dieses Jahres berücksichtigt.

Kohlrausch hat es tief empfunden und öfter ausgesprochen (s. Vorrede zur 11. Auflage), daß sich die Arbeit für das Buch „zu einem so starken Bruchteil seiner Lebenstätigkeit ausgewachsen habe, daß er zweifle, ob er sie mit dieser Aussicht unternommen haben würde“. Demgegenüber konnten seine Freunde und Fachgenossen nachdrücklich betonen, daß dieser Mangel an Voraussicht ein hohes Glück für die Physik und ihre Jünger bedeute, und daß sein Bedauern nur auf einer Unterschätzung seiner Leistung und ihrer Bedeutung für die Wissenschaft beruhe, die in der Tat unvergänglich genannt werden darf. Er hat eine Saat ausgestreut, die tausendfältige Frucht getragen hat.

Über die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Eine Besprechung.

Von Dr. F. Baltzer, Würzburg.

Die alte Frage der Entstehung der tierischen und pflanzlichen Arten ist seit einer Reihe von Jahren experimenteller Behandlung zugänglich geworden. Es hat sich infolge davon die Analyse des Tatsachenmaterials und auch die Problemstellung wesentlich verschärft. Das Experiment, so hoffen die experimentierenden Biologen, soll den Entscheid liefern, auf welchen Einflüssen der Umgebung, worin die Organismen leben, die Umbildung der Arttypen beruht.

So wurden einerseits Experimente ausgeführt über die Wirksamkeit der Selektion, der Auslese

unter den zahlreichen Varianten, die wir unter den vielen Individuen einer Spezies finden. Andererseits sind es Versuche, die durch Abänderung des Milieus zur Erzielung neuer Artabänderungen führen. Wir finden dabei — dies ist hier wesentlich — einen auffallenden Gegensatz zwischen der Beeinflussung des Körpers einerseits und der in dem Körper gelegenen Keimzellen andererseits: Wir sehen oft, daß eine neue Eigenschaft nur vom Körper, dem Soma, ausgebildet wird, daß aber die Keimzellen in diesem Soma das neue Merkmal nicht übernehmen. Dementsprechend fehlt es auch bei den aus ihnen hervorgehenden Nachkommen. Die Eigenschaft ist damit rein *somatisch*, sie ist auf das individuelle Leben eines Tieres beschränkt geblieben und vererbt sich nicht. Der tierische und pflanzliche Körper bildet solche *somatogene*, nicht erbliche Charaktere oft als Anpassungen an äußere Lebensbedingungen.

Andererseits haben große Versuchsreihen gezeigt, daß nicht selten die im Soma gelegenen Keimzellen direkt, durch das Soma hindurch, von äußeren Einwirkungen getroffen und beeinflusst werden. In diesem Fall bleibt das Muttertier unverändert; die Nachkommen aber zeigen eine Abänderung und vererben sie auf die weiteren Generationen. Ein solches Merkmal wird, da es durch direkte Beeinflussung der Geschlechtszellen von außen entstand, als *blastogene* Eigenschaft bezeichnet. Solche blastogenen Erwerbungen haben gegenüber den somatischen eines gemeinsam: sie können nicht als Anpassungen an besondere äußere Verhältnisse betrachtet werden. Vielmehr sind es beliebige, für das Leben des Individuums anscheinend gleichgültige oder geringwertige und kaum nützliche Eigenschaften. Anpassungen können aus ihnen nur durch Auslese, Selektion hervorgehen.

Nun finden wir aber in der Organisation zahlloser Organismen Anpassungen ausgesprochenster Art, die sich, als zum Artbild gehörend, auf die Nachkommen vererben. Die Frage ist: können solche Anpassungen auf die genannte Weise ohne Wirkung einer Selektion somatisch entstanden und allmählich erblich geworden sein? Gerade sie bilden ein Hauptproblem für den Deszendenztheoretiker. Es erhellt daraus, wie bedeutsam es ist, wenn es gelingt, experimentell wirkliche Anpassungen hervorzurufen. Aber auf der Hand liegt auch, daß sie deszendenztheoretisch nur Wert haben, wenn sie sich auch auf die Nachkommen vererben. Derartige Versuche sind schon seit einer Reihe von Jahren von *Kammerer* unternommen worden. Es soll hier seine offenbar die Versuche am Feuersalamander abschließende Arbeit¹⁾ und einige in das gleiche Gebiet fallende

¹⁾ *P. Kammerer*, Vererbung erzwungener Farbveränderungen. IV. Das Farbkleid des Feuersalamanders (*Salamandra maculosa*) in seiner Abhängigkeit von der Umwelt. Arch. f. Entw.-Mechanik Bd. XXXVI, 1913.

kleinere Schriften anderer Autoren besprochen werden.

Kammerers Experimente lassen sich in zwei Hauptgruppen einteilen:

I. Versuche über Abänderungen des Farbkleides. Dazu kommen Versuche zur Analyse der die Änderungen herbeiführenden Faktoren.

II. Versuche über die Erbllichkeit der erzeugten, „erzwungenen“ Farbveränderungen.

Dabei hat der Autor die Erbllichkeit auf dreierlei Weise untersucht: 1. durch Züchtung der Nachkommen der abgeänderten Individuen, 2. durch Kreuzung von abgeänderten mit nicht abgeänderten Tieren, 3. durch Transplantationen von Ovarien aus abgeänderten Individuen in nicht abgeänderte.

Es sei, bevor ich auf die Experimente selbst eingehe, eine Schilderung der Färbung und ihres Zustandekommens vorausgeschickt. Der Feuersalamander ist in seinem Farbenmuster außerordentlich variabel. Es existieren „gewiß keine zwei Exemplare, die ganz gleich gezeichnet sind“. Als normal wurde dasjenige Farbenmuster betrachtet, welches bei den im Freien gefangenen Tieren gefunden wird und welches sich im Gefangenleben nicht verändert.

Die Färbung beruht auf zweierlei Pigment: einem schwarzen Melanin und einem gelben Farbstoff. Wo beide gemischt vorkommen, und zwar in Schichten übereinander liegend, entsteht eine „dunkel ölgrüne Interferenzfarbe“.

Es ist natürlich unerlässlich, zu allen Experimenten Kontrollzuchten zu führen, und diesen Tieren alle Faktoren fernzuhalten, welche die Färbung beeinflussen, mit anderen Worten, sie unter möglichst normalen Bedingungen¹⁾ zu halten. „Bringt man ältere, arterwachsene Salamander in einen beliebigen dieser Kontrollbehälter, so wird man noch nach Jahren keinerlei Veränderung in Verteilung des Gelb und Schwarz wahrnehmen. Junge Salamander mit noch unfertigem Farbenmuster zeigen geringfügige Veränderungen, aber diese schlagen regellos auseinander.“ Zur Ernährung verwendete Kammerer in den Hauptexperimenten Mehlwürmer, außerdem Regenwürmer und Nachtschnecken. Ein Einfluß der Ernährung auf die Farbreaktion war nicht zu beobachten.

I. Gruppe: Die Hauptversuche zur Abänderung des Farbenkleides.

Die wesentlichsten Experimente bestanden in Erzeugung vorwiegender Gelbfärbung oder Schwarzfärbung bei den ursprünglich gefleckten Tieren.

a) *Erzeugung überwiegender Gelbfärbung.* Kammerer brachte Salamander mit unregelmäßi-

ger Fleckenzeichnung in Terrarien mit gelbem Lehm Boden. Die Zeichnung ist bei dem Ausgangsmaterial — durchschnittlich 40 Stück bei jedem Versuch — sehr variabel, was, wie oben erwähnt, für die freilebenden Tiere gerade typisch ist. Um das Experiment möglichst drastisch zu gestalten, wurden für diese Versuche auf Gelb Individuen mit wenig Gelb, d. h. mit eher kleinen und wenig zahlreichen gelben Flecken ausgesucht. Das Alter der Tiere bei Versuchsbeginn betrug ca. ein Jahr. Sie sind in ihrer Färbung plastischer als ausgewachsene Tiere. Damit die Tiere möglichst lange auf der gelben Unterlage verweilen, wurden ihre Schlupfwinkel (Moosnester) und der Futternapf in entgegengesetzten Ecken des Behälters angebracht. Die Tiere, die in der Morgendämmerung dem Futter nachgehen, blieben oft stundenlang unterwegs liegen. Dadurch wird eine maximale Belichtung erzielt, ohne die Tiere unnatürlichen Verhältnissen auszusetzen. Bedingung für einen deutlichen Ablauf aller dieser Farbversuche ist „viel, kräftiges, von oben einfallendes Licht“.

Die Umänderung der Färbung: Die gelben Flecken senden Fortsätze aus, und zwar so, „daß sie korrespondierenden Fortsätzen benachbarter Flecke näher kommen und endlich mit ihnen zusammentreffen: es entstehen auf diese Weise unregelmäßige Quer- und Längsbinden und Schleifen“. Außerdem entstehen ganz neue Flecken, „zunächst in Punkt- oder Tropfengestalt“. Eine einigermaßen auffallende Umfärbung dauert 3—4 Jahre. Am Ende dieser Zeit ist über die Hälfte der Rückenfläche von gelben Flecken eingenommen. Die Oberseite geht der Unterseite in der Umfärbung voran.

Um die Erbllichkeit dieser Abänderung zu prüfen, wurden die zwei folgenden Generationen gezüchtet. Es sei jedoch vorher noch das Resultat des entgegengesetzten Farbversuchs mit schwarzer Unterlage und die Analyse der wirkenden Faktoren besprochen.

b) *Erzeugung überwiegender Schwarzfärbung.* Wie gelber Boden zu einer Vermehrung des gelben Pigments, so führt schwarzer Boden — aus Gartenerde hergestellt — zur Vermehrung des schwarzen Pigments. Ausgangsmaterial: „ziemlich reichlich gelb gefleckte, etwa einjährige Tiere“. Ernährung und Licht gleich wie bei dem Gelbversuch.

Die Umänderung der Färbung: „Die anfänglich großen, reich gegliederten gelben Flecken verkleinern sich, runden sich zur Kreis- und Punktform ab, um schließlich ganz zu verschwinden.“ Parallel geht die Verdüsterung, „dadurch, daß mitten im gelben Bereich Melaninkörnchen und somit winzige schwarze Inselchen auftreten“. Die Umfärbung dauert etwa 3 Jahre. Die Bauchseite ist dann völlig, die Rückenseite fast vollkommen frei von gelbem Pigment.

¹⁾ Dies sind: im Sommer nicht über 20° C., im Winter über 0° C., Feuchtigkeit 60—80 %, nicht schwarzer und nicht gelber Boden.

Analyse der Wirkung von Lehmerde und Gartenerde.

Die im folgenden referierten Versuche *Kammerers* zeigen, daß die Wirkung der beiden Versuchsböden auf zwei Faktoren beruht, auf der Farbe und auf der Feuchtigkeit. Es unterscheiden sich die Lehmerde und Gartenerde nicht nur durch die Farbe, sondern auch durch verschiedene Feuchtigkeit, und außerdem noch durch verschiedene Temperatur (wegen verschiedener Wärmeabsorption) und durch die taktilen Reize.

Um die Wirkung der Farbe allein kennen zu lernen, wurde den Tieren ein Boden von Flußsand geboten, auf den gelbes Papier aufgelegt wurde. Bei diesen Versuchen tritt, und zwar vor allem an der Oberseite, nur eine Vergrößerung der gelben Flecke ein in der oben beschriebenen Weise durch Bildung von Fortsätzen, wobei das gelbe Pigment fast sofort in voller Farbenreinheit und nicht als Mischung von Gelb und Schwarz erscheint. Neue Flecke und Punkte werden nicht gebildet. Die höhere Reinheit, in der — verglichen mit dem Lehmversuch — hier das Pigment auftritt, führt *Kammerer* auf das intensivere Gelb des Papiers gegenüber dem Lehm zurück. — Der Einfluß schwarzen Papiers entspricht, mutatis mutandis, demjenigen des gelben Papiers. Die Nachkommen (nur F_1) entsprechen in allen diesen Experimenten den Nachkommen der Versuche mit Erdböden, die wir weiter unten kennen lernen werden.

Um die Wirkung der Feuchtigkeit zu untersuchen, wurden die Tiere in Terrarien mit gleichartigem, aber verschieden feuchtem Sandboden gehalten, und zwar bei 80—90 % und bei 40—50 % Feuchtigkeit. Unter dem Einfluß hoher Feuchtigkeit treten vorwiegend an der Bauchseite, weniger aber auf der Rückenseite zwischen den gelben Flecken eine Menge kleiner gelber Punkte und Tropfen auf. „Hingegen verblieben alle zur Zeit des Versuchsbegins schon vorhandenen Flecken in ihrem ursprünglichen Zustand.“ Auch das Wachstum der neu aufgetretenen Punkte geht nur bis zur Tropfenform und steht dann still. Das Resultat ist also: Feuchtigkeit führt zur Bildung zahlreicher neuer Flecke, nicht aber zur Vergrößerung dieser neuen oder der schon vorhandenen alten. — Der Unterschied zwischen der Wirkung der Feuchtigkeit und der Farbe zeigt sich am schlagendsten, wenn man die Tiere der Versuche mit hoher Feuchtigkeit, also Individuen mit zahlreichen Punkten und Tropfen auf gelbes Papier bringt: Es beginnen dann, wofern die Tiere noch jung sind, alle die kleinen Fleckchen größer zu werden. Die frisch verwandelten Jungen der nächsten Generation (F_1) der naßgehaltenen Eltern zeigen „merkwürdig viele, aber sehr kleine, kleinbleibende runde Fleckchen“. Man kommt bei den aufgezogenen Individuen von F_1 bis zu 106 Fleck-

chen auf der Dorsalseite gegenüber 20—25 bei normalen Tieren. — Der Einfluß der Trockenheit, oder besser gesagt: geringer Feuchtigkeit, ist dem eben geschilderten entgegengesetzt. Es werden keine neuen Fleckchen gebildet, wohl aber, und zwar schneller an der Oberseite, die schon vorhandenen verdüstert, indem sie mit Melaninkörnchen durchsetzt werden.

Aus allen diesen Versuchen ergibt sich, daß bei dem Hauptversuch mit gelber Lehmerde und mit schwarzer Gartenerde jeweils zwei Faktoren wirksam sind: die Farbe und die Feuchtigkeit. Die gelbe Farbe des Lehms „bewirkt, daß die ursprünglichen Flecken an Flächeninhalt gewinnen“ („Farbreaktion“). Die Feuchtigkeit des Lehms aber bewirkt, daß neue Flecken entstehen („Feuchtigkeitsreaktion“). Bei der Gartenerde führt die dunkle Farbe eine Verkleinerung der gelben Flecken herbei („Farbreaktion“); die geringere Feuchtigkeit aber bewirkt, daß mitten im Bereich der vorhandenen gelben Flecken isoliertes Melanin auftritt („Feuchtigkeitsreaktion“). Darnach erklärt sich nun auch, warum Ober- und Unterseite des Körpers auf die verschiedenen Faktoren verschieden reagieren. Die Feuchtigkeit, d. h. die Wirkung des feuchten Bodens, trifft vor allem die Bauchseite. Die Trockenheit aber beeinflußt — zumal das Tier auch hier auf etwas angefeuchtetem Boden lebt — in höherem Maße die Oberseite. Die Farbfaktoren endlich wirken immer stärker auf die Oberseite.

Es werden damit, sagt *Kammerer*, alle Erscheinungen auch der andern Versuche befriedigend erklärt, und so ist „nicht wahrscheinlich, daß andere Faktoren als Farbe und Feuchtigkeit für die festgestellten Farbenverschiebungen in den Erden verantwortlich zu machen sind“. Die Temperatur hat keinen „spezifisch“ determinierenden Einfluß.

Experimente mit Lichtabschluß und mit Blendung.

Wir kennen damit die äußeren Bedingungen, welche den Farbwechsel hervorrufen. Nicht aber können wir eine physiologische Erklärung des Phänomens geben. Auf dieses Ziel sind eine Reihe von Experimenten mit Lichtabschluß und Experimenten mit geblendeten Tieren gerichtet. Ich will diese Versuche nur ganz summarisch anführen. Sie haben mit unserer Frage wenig zu tun. Bei Lichtabschluß bleibt die Farbreaktion auf Lehm Boden oder Gartenerde aus. Weder das gelbe noch das schwarze Pigment vermehrt oder vermindert sich innerhalb der drei Jahre des Dunkelversuchs mit farbigem Boden. Aber auch die Feuchtigkeitsreaktion ist gering: bei feuchtem Boden „vereinzelte neue gelbe Fleckchen in Punktform“; bei trockenem Boden „leichte Trübung der Flecken“.

Die geblendeten Tiere zeigen auch bei der ausgiebigsten Tagesbeleuchtung keine Farbreaktion. Um so stärker ist hier dafür die Feuchtigkeits-

reaktion. Auf *allen* nassen Substraten: „Vermehrung der bestehenden Flecken durch solche in Punktform“, auf allen trockenen Verdüsterung „im selben Tempo wie bei sehenden Exemplaren“.

Daraus ergibt sich folgender Schluß:

„Die eigentliche Farbanpassung wird durch das Auge, in weiterer Folge also durch das Zentralnervensystem vermittelt. Die Wirkung der Feuchtigkeit ist jedoch eine selbständige Funktion der Haut; damit sie in vollem Ausmaße zustande komme, ist jedoch gleichfalls eine gewisse Menge Licht erforderlich.“

II. Gruppe: Die Erbllichkeit der Abänderungen des Farbkleides.

Bei der Prüfung der Erbllichkeit kam es vor allem darauf an, eine Beeinflussung der Nachkommen zu vermeiden. Diese wurden deshalb entweder auf neutralem Boden oder auf Boden der entgegengesetzten Farbe aufgezogen. Außerdem wurde eine Partie auf dem gleichen Boden wie die Eltern weitergezüchtet. Ferner wurde darauf Bedacht genommen, daß auch die Entwicklung der Eier von der Befruchtung an — dieselbe eingeschlossen — dem Einfluß der experimentellen Bedingungen entzogen werde. Zu diesem Zweck wurden z. B. in der Serie der *Gelbversuche*¹⁾ „knapp vor zu erwartender Brunst die ganze männliche und weibliche Bevölkerung eines gelben Versuchsterrariums in ein schwarzes oder neutrales (Kies, Flußsand)“ übergesiedelt. Es zeigte sich dabei, „daß es fürs Aussehen der Jungen durchaus gleichbedeutend ist, unter welchen Bedingungen sie empfangen und ausgetragen werden“. Eine direkte Beeinflussung der Nachkommen-Generation durch die Versuchsbedingungen könnte somit bestenfalls nur *vor* der Brunstperiode, also während der langen Reifungszeit der Keimzellen stattgefunden haben.

Ich schicke die Ergebnisse bei den Nachkommen der oben referierten Hauptversuche voraus und lasse die Kreuzungs- und die Transplantationsversuche folgen.

A. Die erste Generation der Nachkommen des Gelbversuchs (F_1).

Alle Larven dieser Generation des Gelbversuchs sind, sobald die Flecken überhaupt auftreten, „sehr reich gelb“, und zwar sind — dies ist von besonderem Interesse — die gelben Flecken „bilateral-symmetrisch angeordnet“. „Eben metamorphierte Junge zeigen zwei Längsreihen von Flecken“. Die später auftretenden Flecken der Rumpfseiten stellen sich ebenfalls serienweise. Dann hat also das Tier vier Flecken-Längsreihen, zwei auf dem Rücken, zwei an den Flanken. Der Autor betont, daß eine derartige Symmetrie zu Beginn des Versuchs mit den Eltern nur sehr selten und auch dann nur in geringem Grade gefunden wird, indem höchstens „etliche Flecken einiger-

maßen in einer oder zwei Reihen liegen“. Auch beim Heranwachsen unter den Versuchsbedingungen stellt sich bei den Eltern während der Vermehrung des gelben Pigments eine solche Symmetrie nicht ein.

Wie oben erwähnt, wurden die Nachkommen F_1 nach Beendigung der Metamorphose unter dreierlei Bedingungen weitergezogen:

1. auf gelbem Boden (gleichsinnige weitere Beeinflussung wie bei den Eltern);
2. auf schwarzem Boden (Beeinflussung, entgegengesetzt der bei den Eltern ausgeübten),
3. auf neutralem Boden (Kies).

Die Larven waren stets unter neutralen Bedingungen gehalten worden.

1. *Weitere Zucht von F_1 auf gelbem Boden (Lehm)*. Die gelben Flecke jeder Reihe verschmelzen miteinander, „so daß Longitudinalstreifen daraus werden“. Die Rückenbinden eilen dabei den Flankenbinden voraus. Außerdem verbreitern sich die Flecken in transversaler Richtung. Es bilden sich Querbrücken. Ferner treten neue gelbe Flecke auf, wodurch besonders auf der Bauchseite die bilaterale Symmetrie wieder gestört wird. Zuletzt bleibt auf der Rückenseite in F_1 nur eine schmale, schwarze, mehrfach von Gelb unterbrochene Rückenzone übrig. Der Gewinn an Gelb geht also bei F_1 „weit hinaus über das Maximalmaß dessen, was die P -Generation diesbezüglich erlangt hatte“.

2. *Weitere Zucht von F_1 auf schwarzem Boden (Gartenerde)*. Es nimmt — jedoch nicht immer — „zunächst der gelbe Farbstoff einen Aufschwung“. Die Rückenflecken verschmelzen stellenweise zu Längsstreifen („unterbrochene Streifung“). Dann zerfallen die Streifen wieder: „das Tier kehrt zum Stadium der Fleckenreihen zurück“. Später werden die Flecken kleiner und düsterer. Aber auch beim erwachsenen Tier ist noch „ein gewisser Bestand an Gelb“ vorhanden.

3. *Weitere Zucht von F_1 auf neutralem Boden (Kies)*. Die Tiere erreichen ohne Ausnahme und ohne wieder zum gefleckten Zustand zurückzukehren das Stadium der unterbrochenen Streifung. Sie nehmen also eine Mittelstellung ein zwischen den auf schwarzem und den auf gelbem Boden gehaltenen F_1 -Individuen.

B. Die zweite Generation der Nachkommen des Gelbversuchs (F_2).

1. *Auf gelbem Boden (Lehm)*. „Schon bei den frisch verwandelten Tieren zeigte sich der weitere Fortschritt des Gelb.“ Sie besitzen statt Fleckenreihen wie F_1 auf dem Rücken bereits wenig unterbrochene Längsbinden. Die Tiere werden in manchen Fällen auf der Oberseite „vollständig gelb; nur an den Seiten und unten sind Bezirke schwarzen Pigments übrig geblieben“. Die bilaterale Symmetrie, welche bei F_1 während ihres Heranwachsens auf gelbem Boden zum Teil wieder verloren gegangen war (siehe oben),

¹⁾ Mutatis mutandis ebenso bei den Schwarzversuchen.

ist bei den jungen F_2 -Nachkommen wieder vollkommen. Mit anderen Worten: „Aller Neuerwerb an Gelb, den die Kinder (F_1) ihren Eltern (P) gegenüber aufzuweisen hatten, erscheint bei den Enkeln abermals der Bilateralität unterworfen“. (Dies gilt — wie besondere Versuche gezeigt haben — jedoch nur dann, wenn der Gewinn an Gelb bei den Eltern sehr ansehnlich war. Dies läßt auch verstehen, warum die Nachkommen besonders reich gefleckter im Freien gefangener Salamander keine symmetrisch gezeichneten, sondern immer nur gefleckte Nachkommen liefern.)

2. Auf schwarzem Boden. (Gartenerde. Also: P auf Gelb, F_1 auf Schwarz, F_2 wieder auf Schwarz.) „Vorwiegend schwarze Salamander mit wenigen, kleinen, weit entfernt stehenden Rückenflecken“, deren reihenweise symmetrische Anordnung jedoch nicht zu verkennen ist, „lateral und ventral ohne Flecken“. Mit anderen Worten: die Abänderung, welche die Großeltern erfahren hatten, läßt sich nur noch im Zeichnungsstil erkennen. Das quantitative Merkmal, die Vermehrung des Pigments ist nicht mehr nachweisbar. Abbildungen dieser Tiere hat K. leider nicht gegeben. Auf dieses Resultat ist besonders aufmerksam zu machen, denn wir haben hier in dem Rest der Symmetrie noch ein Kennzeichen für die Erbllichkeit der in P erzeugten Charaktere, obschon während der ganzen Generation F_1 entgegengesetzte äußere Bedingungen eingewirkt hatten.

C. Die erste Generation der Nachkommen des Schwarzversuchs (F_1)¹⁾.

Kurz nach der Metamorphose sind diese F_1 -Individuen alle „sehr arm gezeichnet“. Auch hier ist wie beim Gelbversuch bilaterale Symmetrie aufgetreten. Es bildet hier aber das schwarze Pigment auf der Rückenseite 2 Längsstreifen. Die Reste der gelben Zeichnung sind als „eine Längsreihe von Flecken, ziemlich genau in der Medianlinie“ des Rückens angeordnet.

1. Weitere Zucht der F_1 -Individuen auf schwarzem Boden (Gartenerde). Das Gelb wird bei manchen Individuen sehr stark reduziert, durchschnittlich ist die Reduktion jedoch nicht von so hohem Maß, wie diejenige des Schwarz beim Lehmerdeversuch.

2. Weiterzucht der F_1 -Individuen auf gelbem Boden (Lehm). Die gelben Flecken der erwähnten unpaaren Rückenreihe verschmelzen untereinander, „so daß ein mittelständiger Longitudinalstreifen daraus wird; es geht aber langsamer als wir es sonst von Vermehrung des Gelb auf gelber Unterlage gewohnt sind“. Auch maximal gelbgefärbte erwachsene Tiere sind relativ arm an Gelb. Es zeigt sich darin noch die Wirkung des schwarzen Bodens auf die Elterngeneration.

Weiter oben wurde hervorgehoben, daß bei der Auswahl der P -Individuen, d. h. des Ausgangs-

materials für den ganzen 9 Jahre dauernden Versuch, immer in geringem Grade negative Selektion getrieben wurde: Für den Versuch zur Erzeugung reichlich gelber Tiere wurden schwarze Varianten ausgelesen und umgekehrt gelbe Varianten für den Schwarzversuch. Kammerer machte außerdem die gleichen Versuche mit gleichsinnigen Varianten: Den Versuch mit Lehmerde begann er mit vorherrschend gelben¹⁾, denjenigen mit Gartenerde mit vorherrschend schwarzem Ausgangsmaterial. Es zeigte sich jedoch, daß beim Gelbversuch „eine erhebliche Zunahme des Gelb nicht mehr zu erzielen war“, und zwar auch bei Verwendung von jungen Exemplaren. Ähnlich beim Versuch mit Gartenerde: „Man bekommt die Tiere nicht mehr viel schwärzer, als sie es bei ihrer Ansetzung ohnehin schon sind“. Diese Ergebnisse sind von besonderem Interesse für die Frage, ob eine Grenze der Abänderungsmöglichkeit existiert. Nach Kammerer wird eine solche Grenze nur vorgetäuscht „durch das Langsamerwerden der Modifikation bis zum Infinitesimalen sowie durch die notgedrungenen Kürze der Experimentaldauer im Vergleich zu den wirklich erforderlichen Zeiträumen“. Diese Ansicht wird dadurch gestützt, daß man, wenn auch selten genug, total schwarze Salamander erzielen kann, wenn man mit der Wirkung des schwarzen Bodens noch andere Einflüsse kombiniert, und zwar sind dies: Feuchtigkeitsmangel, hohe Temperatur, knappe Ernährung. Dabei wird die gesamte Larvenentwicklung ins Innere des Uterus verlegt, wie es für den schwarzen Alpensalamander normalerweise gilt. Dieses Resultat zeigt also, daß es eine Grenze der Reduktionsmöglichkeit des gelben Pigments nicht gibt, daß hier vielmehr die Modifikabilität nur von der Stärke der einwirkenden Faktoren abhängt.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

Vanino, Ludwig, Handbuch der präparativen Chemie, ein Hilfsbuch für das Arbeiten im chemischen Laboratorium. Zwei Bände. II. Band: organischer Teil. Stuttgart, Ferd. Enke, 1914. XVI, 849 S. und 26 Textabbildungen. Preis M. 18,—.

Beim präparativen Arbeiten im organischen Laboratorium ist es oft zeitraubend und mühevoll, aus den bekannten, für die Darstellung eines bestimmten Präparates empfohlenen Methoden die zweckmäßigste herauszusuchen. Diesem Übelstand soll das vorliegende Buch abhelfen. Der Herausgeber hat aus der Original-literatur sowie aus den „Anleitungen zur Darstellung organischer Präparate“ von Emil Fischer, H. Erdmann u. a. Vorschriften für die Gewinnung einer großen Anzahl organischer Präparate zusammengestellt und dabei hauptsächlich solche Substanzen berücksichtigt, die im Handel nicht oder nur schwierig erhältlich sind. Auch Ausgangsmaterialien und Zwischenprodukte für diese Präparate, soweit deren Bereitung im Laboratorium empfehlenswert erscheint, wurden aufgenommen.

¹⁾ Außerdem auch mit Individuen der gestreiften var. taeniata. Das Resultat ist das gleiche.

¹⁾ F_2 ist bei dieser Serie noch nicht vorhanden.

Für eine Reihe wichtiger, technisch hergestellter Rohmaterialien wurden die Prüfungs- und Reinigungsmethoden beschrieben. Ob die schwierige Aufgabe gelungen ist, für jedes einzelne Präparat die beste, bzw. für das Laboratorium geeignetste Methode anzugeben, muß dahingestellt bleiben. Im großen und ganzen wird das Buch aber wohl seinen Zweck erfüllen. Daran werden auch kleine Mängel und Lücken nichts ändern. Wir vermissen die Erwähnung (Darstellung und Anwendungsweise) des im Handel nicht erhältlichen Toluol-p-sulfosäuremethylesters, als Alkylierungsmittel ersten Ranges, das dem giftigen und wenig haltbaren Dimethylsulfat in bezug auf Alkylierungskraft ebenbürtig, ihm wegen seiner Beständigkeit und physiologischen Harmlosigkeit aber vorzuziehen ist.

Der 2 · 5 · Dichlorbenzaldehyd (p. 483) ist nach dem Verfahren von *Gnehm* und *Bänzing* (B. 29,875; A. 296,62) aus Benzaldehyd mit Antimonpentachlorid und Jod verhältnismäßig leicht darstellbar.

Für die Gewinnung von p-Nitrophenylhydrazin (p. 471) diazotiert man das Nitranilin vorteilhaft nicht nach der von *Bamberger* und *Kraus* angegebenen Vorschrift in breiiger Konzentration, sondern in verdünnt salzsaurer Suspension nach der für p-Nitranilin allgemein üblichen Diazotierungsmethode.

Die Darstellung von m-Toluylaldehyd ist zweckmäßig nach dem Verfahren der Soc. Chim. des Usines du Rhône (D. R. P. 101 221; 107 722; Friedl. V, p. 96) durch Oxydation von meta-Xylol mit regeneriertem Mangansuperoxyd bzw. Weldonschlamm auszuführen. Das Chromylchloridverfahren (*Vanino*, pag. 495) von *Etard*, *Bornemann* (B. 17,1464) ist umständlicher und wegen der explosiven Eigenschaften der Zwischenprodukte weniger empfehlenswert.

Die Herstellung des im Handel erhältlichen Michlerschen Ketons ist in *Vaninos* Buch — allerdings kurz und nach dem alten Michlerschen Verfahren — beschrieben; dagegen fehlt die Vorschrift für das nicht käufliche, heute als Ausgangsmaterial für Triphenylmethanfarbstoffe weit wichtigere Tetramethyldiaminobenzhydrol (Oxydation von Tetramethyldiaminodiphenylmethan).

Leichter hätte man auf die Beschreibung der Synthese von Malachitgrün, Kristallviolett, Phenolphthalein, Fluorescein, Eosin, die bekanntlich im größten Maßstabe fabrikatorisch hergestellt werden, verzichten können.

Die Bezeichnung „Rotsalz“ und „Rotsäure“ statt R-Salz und R-Säure (p. 677) für 2-Naphtol-3 · 6 · disulfosäure bzw. deren Natriumsalz ist weder in der Technik, noch in der wissenschaftlichen Nomenklatur gebräuchlich.

Was die Herstellung der 3-Nitro-4-oxyphenyl-1-arsinsäure (dem Ausgangsmaterial für das Salvarsan) anbelangt, so wäre es richtiger gewesen, nicht die Nitrierung der schwierig zu isolierenden und zu reinigenden p-Oxyphenylarsinsäure (p. 679), sondern die Umsetzung der leicht darstellbaren Nitroarsanilsäure mit Alkali zu beschreiben (vgl. B. 44,3450).

Trotz derartiger kleiner Fehler und Auslassungen wird das *Vaninosche* Handbuch, wie bereits erwähnt, dem Chemiker in vielen Fällen sehr wertvolle Dienste leisten.

L. Benda, Frankfurt a. M.

Weinberg, Arthur von, Kinetische Stereochemie der Kohlenstoffverbindungen. Braunschweig, Friedrich Vieweg & Sohn, 1914. VIII, 107 S. und 25 Abbildungen im Text. Preis geh. M. 3,—, geb. M. 4,—.

Daß die Stereochemie in ähnlicher Weise, wie sie sich aus der mit ebenen Formeln rechnenden Strukturchemie entwickelt hat, einer Entwicklung in kinetischer Richtung bedarf, also einer Richtung, in der die Moleküle nicht als starre Raumgebilde, sondern als in sich bewegliche und sich bewegende Systeme aufgefaßt werden, ist bereits von verschiedenen Autoren ausgesprochen und wohl von noch viel mehr Autoren empfunden worden. Eine allgemeine Durchführung aber hat, offenbar weil das Bedürfnis darnach noch nicht vorhanden war, die kinetische Anschauung bisher nicht gefunden, wenn sie auch in einzelnen Fällen, so z. B. bei der Erforschung der Tautomerieerscheinungen, zur Deutung der Beobachtungen herangezogen worden ist. Der Verfasser der vorliegenden Schrift hat nun den Versuch gemacht, der Vorstellung von der intramolekularen Bewegung der Atome im Gesamtgebiet der organischen Chemie Geltung zu verschaffen. „Es kam mir“, so schreibt er in dem einleitenden Abschnitte des Buches, „allein darauf an, zu zeigen, daß es durch Annahme rotierender und vibrierender Atombewegungen gelingt, die chemischen Eigenschaften und Reaktionen, die Verbrennungswärmen und Molekularrefractionen der organischen Körper in einem System zu vereinigen und eine Reihe von Problemen, wie die Theorie des Benzols, der Desmotropie, des asymmetrischen Kohlenstoffatoms, der optischen Aktivität und der Farben von einem einheitlichen Gesichtspunkt aus zu begreifen.“

Die Frage, ob und inwieweit der Verfasser sein Ziel erreicht hat, wird von verschiedenen Rezensenten voraussichtlich recht verschieden beantwortet werden. Der Rezensent, dem die physikalisch-chemische Betrachtungsweise näher liegt, wird den theoretischen Darlegungen des Verfassers kaum viel Beifall spenden, der hauptsächlich „organisch-chemisch denkende“ Rezensent wird das Hauptaugenmerk auf die vom Verfasser errechneten Werte der Verbrennungswärmen und der Molekularrefractionen und die Deutung des chemischen Verhaltens der Stoffe richten und so zu einem günstigeren Gesamturteil gelangen. In der Tat ist es dem Verfasser gelungen, die physikalischen Konstanten der Kohlenstoffverbindungen, die er in den Bereich seiner Betrachtungen gezogen hat, die Verbrennungswärmen und die Molekularrefractionen, mit etwas größerer Sicherheit zu berechnen, als es bisher möglich war. Eine stärkere Berücksichtigung der älteren Literatur, etwa in Form einer scharfen Gegenüberstellung der bisher von anderen Autoren erhaltenen Ergebnisse und der Fortschritte, die die v. Weinbergschen Anschauungen bringen, wäre allerdings erwünscht gewesen. Interessenten seien daher auf die entsprechenden Abschnitte in dem Buche von *Smiles-Herzog* „Chemische Konstitution und physikalische Eigenschaften“ (vgl. *Naturw.* Bd. 2, S. 517, 1914) verwiesen. Auch die Vorstellungen über das in Zahlen nicht ausdrückbare chemische Verhalten der verschiedenen Stoffe dürften durch die vorliegende Arbeit an Bestimmtheit gewonnen haben, wenn auch nicht verkannt werden darf, daß dort, wo die objektive Zahl noch nicht herrscht, dem durch umfassende Erfahrung gewonnenen und geschulten Gefühl für das Richtige und Zweckmäßige eine erhebliche Bedeutung zukommt, und die aus allgemeinen Vorstellungen gezogenen Schlüsse unwillkürlich richtig orientiert werden. Jedenfalls wird erst die Zukunft entscheiden können, ob und inwieweit die trotz der theoretisch kaum befriedigenden Grundlagen zweifellos interessante und anregende Arbeit von v. Weinberg einen wirklichen Fortschritt bedeutet.

Werner Mecklenburg, Berlin-Lichterfelde.

Rüst, E., Grundlehren der Chemie und Wege zur künstlichen Herstellung von Naturstoffen. (Grundlehren der Naturwissenschaften, 1.) Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. 138 S. Preis geh. M. 1,60, geb. M. 2,—.

In dieser Zeit, wo die Beschaffung der Rohstoffe für zahlreiche Industrien eine ernste Sorge bildet, kann eine für weitere Kreise bestimmte Schilderung der chemischen Synthese im weiteren Sinne, also der Herstellung wertvoller, nicht allgemein zugänglicher Naturprodukte aus leicht zu erreichenden, billigen Ausgangsmaterialien auf besonderes Interesse Anspruch erheben. In glücklicher Weise ist der häufige Fehler gemeinverständlicher Darstellungen — weitschweifige Grundlegung und überstürzte, knappe Behandlung des Hauptgegenstandes — hier vermieden. Für den chemisch nicht vorgebildeten Leser sind die zum Verständnis notwendigen Grundlehren der Chemie kurz und unter steter Berücksichtigung des Themas dargestellt. Diese Ausführungen entsprechen durchaus den jetzt geltenden Anschauungen.

Die geschilderten synthetischen Methoden sind hauptsächlich nach der technischen und wirtschaftlichen Bedeutung der erzeugten Stoffe ausgewählt. Man hat also gewissermaßen einen Auszug aus der chemischen Technologie. Von anorganischen Produkten werden besprochen die Salpeterarten, Pottasche, Soda, Ammoniak, Mineralfarbstoffe, Edelsteine. Aus dem sehr umfangreichen Gebiet der synthetisch erzeugten organischen Stoffe sind eingehender behandelt die Pflanzenfarbstoffe (Alizarin, Indigo), Arzneimittel (Salicylsäure, Adrenalin, Koffein, Hydrastinin, Kokain), Riechstoffe (Vanillin, Cumarin, Heliotropin, Ionon), Kampfer, Kautschuk, Eiweißstoffe und schließlich einige optisch aktive Produkte. Die eingefügten geschichtlichen und wirtschaftlichen Bemerkungen verhelfen zu einer einigermaßen richtigen Anschauung über die Bedeutung der einzelnen Fabrikationszweige und beleben das Interesse, das beim Laien naturgemäß nicht aus der Erkenntnis der wissenschaftlichen Schwierigkeiten und der Freude an ihrer Überwindung kommen kann. Wer Einblick gewinnen will in die Wunder der chemischen Synthese, wird dies Heft mit Vergnügen und Nutzen studieren; es bildet einen vielversprechenden Anfang dieser neuen Teubnerschen Sammlung.

J. Koppel, Berlin.

Jones, Walter, Nucleic acids, their chemical properties and physiological conduct. London, Longmans, Green and Co., 1914. VIII, 118 S. Preis sh. 3/6.

Barger, George, The simpler natural bases. London, Longmans, Green and Co., 1914. VIII, 215 S. Preis sh. 6.

Die vorliegenden beiden Werke gehören der Serie „Monographs on Biochemistry“ an, der wir schon eine ganze Anzahl ausgezeichnete Abhandlungen aus dem Gebiete der physiologischen Chemie verdanken. Der in diesen Bänden behandelte Stoff entbehrt nicht einer gewissen „Aktualität“. Hat doch die Chemie der Nukleinsäuren erst durch die jüngsten Arbeiten, namentlich von *Levene*, eine wesentliche Klärung erfahren, und unsere Kenntnis über den physiologischen Abbau dieser wichtigen Körperklasse ist ebenfalls erst durch Untersuchungen der letzten Jahre, an denen der Verfasser des erstgenannten Bändchens einen ganz hervorragenden Anteil hat, gefördert worden. — Auf die große Wichtigkeit der „natürlichen Basen“ im tierischen Organismus hinzuweisen, ist kaum nötig; das Studium der

in diese Gruppe zu zählenden Verbindungen, wie Adrenalin, Cholin, die Betaine, die Amine, hat ganz neue Einblicke in das Getriebe des Stoffwechsels erschlossen. Die Anforderungen, denen solche zusammenfassende Darstellungen entsprechen sollen, erfüllen beide Werke im vollen Maße. Wir finden in ihnen eine lückenlose Berücksichtigung aller der in die betreffenden Gebiete fallenden Arbeiten in klarer, übersichtlicher Anordnung. Man empfindet, daß die Autoren das Material nicht nur zusammengetragen haben, sondern es auch beherrschen. Zum Schlusse wäre dem Wunsche Ausdruck zu geben, daß die deutsche wissenschaftliche Literatur eine ähnliche Serie, wie diese englische, besäße.

P. Rona, Berlin.

Driesch, Hans, Über die grundsätzliche Unmöglichkeit einer „Vereinigung von universeller Teleologie und Mechanismus“. (Sitzungsberichte der Heidelberger Akademie der Wissenschaften. Philosophisch-historische Klasse.) Heidelberg, Carl Winter, 1914. 8^o. 18 S. Preis M. 0,70.

Bei Beschränkung auf das für „die Naturwissenschaften“ Bedeutsame kann ich mich ziemlich kurz fassen, da ich für die Naturwissenschaft als ernste Wissenschaft Bedeutsames in der Schrift nicht finden kann.

D. ist bei seinen biologischen Experimenten und deren theoretischer Deutung zu (für die Biologie) Letzteiten gelangt, die sich (wie „Entelechie“ und „Psychoid“) aller „mechanistischen“ Erkenntnis, ja aller empirischen Erforschung überhaupt entziehen. An deren Stelle tritt die Nötigung, sie in ein philosophisches Gesamtsystem einzuordnen, das um sie herum zu konstruieren ist, um sie in allgemeinere Zusammenhänge aufzunehmen. Diese Aufgabe sucht *D.* in seiner „Ordnungslehre“, einem „System des nicht-metaphysischen Teiles der Philosophie“ (Jena, 1912) zu lösen — mittels einer scholastisch-definitiven Methode, deren formeller Scharfsinn, Geschick im Prägen neuer Worte für alte Probleme und dialektische Gewandtheit leicht über die erkenntniskritischen Mängel der Fundierung hinwegtäuscht.

Die Grundbegriffe, die für vorliegende Studie wichtig werden, sind die der sachlichen „Ganzheit“ und deren „Ordnung“. „Unter Ganzheit verstehen wir ein geordnetes Etwas, in dem jeder Teil einen ganz bestimmten Beziehungsort hat. Jedes Einzelne in ihm ist dieses und eben nur dieses.“ — Es soll gezeigt werden, daß eine „Vereinigung von Mechanismus und Ganzheit“ in jeder Beziehung durchaus unmöglich ist. „Das Ganze ist vielmehr ein *Organismus*, wenn man es so nennen will. Das heißt aber nur: es ist ein geordnetes Ganzes.“ [Ordnung ist nur die deutsche Übersetzung für Organisation.] Der Inhalt der Schrift besteht darin, in verschiedenen Gedankenwendungen zu zeigen, daß in einem „Ganzen“ (in diesem spezifisch Drieschschen Sinne) kein Platz ist für „*Mechanismus*“ (im spezifisch Drieschschen Sprachgebrauch), „als welcher ganz ausdrücklich das *Unbekümmertsein* jedes Teiles eines ‚Systems‘ um jeden anderen Teil behauptet“. Da aber ferner „*Teleologie*“ (im spezifisch Drieschschen Sprachgebrauch) nichts anderes ist als „*Ganzheitslehre*“, ist damit die These des Titels nach *D.* bewiesen. Es liegt auf der Hand, daß die ganze Argumentation steht und fällt mit der Berechtigung und Notwendigkeit des Drieschschen *Ganzheitsbegriffs* und des Gebrauchs, den er davon macht. Hier liegt aber die Sache so, daß *D.* einen Begriff, den er an einem Teilphänomen der Welt, nämlich dem tierischen Organismus, bilden zu müssen glaubte, auf das

Ganze der Welt überhaupt überträgt — ein Verfahren, das Dutzende Male in der Geschichte der Philosophie versucht und ebenso oft als unberechtigt dargetan worden ist. *Unberechtigt* deshalb, weil hier ontologisch-wissenschaftliche Kategorien, die einem (*gegebenen!*) Teilphänomen gegenüber am Platze sein können, auf das (*nie gegeben!*) Ganze der Welt angewandt werden, dem nur mit axiologisch-sinnwissenschaftlichen Kategorien beizukommen ist. Das ist der *erkenntnis-theoretische* Grundfehler.

Ja, die Kategorien *D.s* sind nicht einmal jenem gegebenen Teilphänomen gegenüber notwendig. Gebildet sind sie auf Grund seiner sich so nennenden „Be-weise der Anatomie des Lebendigen“, die nach *D.* zur Annahme von „harmonisch-äquipotentiellen Systemen“ mit „prospektiver Potenz“ und „Äquifinalität“ im Lebendigen zwingen sollen. Die Argumente *D.s* sind aber (wie *J. Schaxel*, „Zur Kritik des Neovitalismus“, *Jenaische Zeitschrift*, Bd. LII, Heft 4, dargelegt und an anderer Stelle in extenso experimentell belegt hat) unzureichend, um die Schlußfolgerungen *D.s* zu rechtfertigen, weil *D.* viel zu früh mit der experimentell-empirischen Untersuchung aufhört; setzt man diese fort, so zeigt sich vielmehr, daß jedes nachgegebene Stadium in der Entwicklung eines Organismus durch das vorgegebene Stadium streng funktional bestimmt ist, eine Nötigung zu der Bildung der *D.s*chen Begriffe (oder vielmehr Begriffslücken!) also nicht vorliegt. Damit fällt auch die *empirische* Fundierung des *D.s*chen Gedankengebäudes in sich zusammen und mit ihm seine Einwände gegen den Mechanismus.

Die „mechanistische“ Forschungsmethode im Sinne der ausnahmslosen gegenseitigen funktionalen Zuordnung des Gegebenen in einem allgemeingesetzlichen Begründungszusammenhang ist und bleibt der Lebensnerv der empirischen Naturforschung als exakter Wissenschaft. Daß und wie sich die Naturwissenschaft als Ganzes in eine „teleologische“ Gesamtweltanschauung einordnet, kann ich an dieser Stelle nicht weiter ausführen, sondern muß dafür auf mein Buch „Erlebnis und Geltung“ (Berlin 1913) verweisen.

Fritz Münch, Jena.

Botanische Mitteilungen.

Neue Untersuchungen über Chromatophoren und Pyrenoide.

Gelbe und rote Chromatophoren (Chromoplasten) sind für die Blüten und Früchte sehr zahlreicher Gewächse längst bekannt; was die vegetativen Teile der Pflanzen betrifft, so galt das Auftreten von Chromoplasten in ihren Zellen bisher als seltener Fall. *Rothert* hat zunächst an tropischen Pflanzen¹⁾, später an Vertretern der europäischen Flora²⁾ gezeigt, daß an Beispielen für „vegetative“ Chromoplasten weder dort noch hier Mangel besteht. Auch die Meinung, daß die Chromoplasten eine Art von Sonderstellung unter den Chromatophoren einnehmen, indem sie Degenerationsprodukte oder doch die Endprodukte in der Plastiden-

metamorphose darstellen, ist nicht zutreffend: alle drei Arten der Chromatophoren — Chloro-, Leuko- und Chromoplasten — können sich ineinander verwandeln. Mit den grünen und farblosen Chromatophoren zeigen sich daher die Chromoplasten durch Übergangsformen („Intermediärplastiden“) verbunden, bei welchen grünes oder fast farbloses Stroma einzelne farbige Grana in sich birgt. In den jugendlichen Internodien des Rhizoms von *Potamogeton pectinatus* sind — obwohl sie sich bei Lichtabschluß entwickeln — reichlich Chromoplasten vorhanden, die sich im Laufe der weiteren Entwicklung zu völlig farblosen Leukoplasten entwickeln. Chromoplasten in den Zellen des Umeristems (Spitzen der Luftwurzeln) fand *Rothert* bei *Coelogyne Rochussenii*. In fast allen Fällen liegt das Pigment in Form von Tröpfchen oder Kügelchen im Stroma der Chloroplasten; Pigmentkristalle fand *Rothert* nur in der Rinde von *Galeola*, einer saprophytischen Orchidee.

Sehr einleuchtend ist *Rotherts* Annahme, daß die Stigmata oder *Augenflecke* der Flagellaten und der bei Algen auftretenden Schwärmzustände nichts anderes sind als Chromoplasten¹⁾. Bei den Euglenaceen sind die farblose Grundsubstanz und die ihr eingelagerten roten Pigmentkörnchen deutlich wahrzunehmen; in anderen Fällen muß man erst geeignete Mittel (KOH) auf die in vivo homogen rot erscheinenden Augenflecke (*Eudorina* u. a.) einwirken lassen, um die in ihnen liegenden roten Körnchen als solche wahrzunehmen. *Francé* fand auf den Augenflecken der Volvocineen und Euglenaceen Stärke- und Paramylonkörnchen; die Augenflecke sind, wie hiernach scheint, zum Aufbau derselben Körnchen befähigt, die wir in den typischen Chromatophoren derselben Organismen finden. Daß bei der Teilung der Zellen sich die Stigmata durch Zweiteilung vermehren (Euglenaceen), stimmt mit *Rotherts* Auffassung ebenfalls gut überein. *Guignard* konnte bei den Spermatozoen von *Fucus* die Augenflecke als Abkömmlinge der Leukoplasten des Antheridiums erkennen. Auf welche Weise die Neubildung der Stigmata in denjenigen Fällen erfolgt, in welchen vor der Zellenteilung das Stigma der Mutterzelle verschwindet, bleibt noch zu erforschen.

Eine Ausnahmestellung unter den Chromatophoren nehmen die Augenflecke insofern ein, als neben ihnen in den nämlichen Zellen auch Chromatophoren anderer Art liegen: es sind bisher keine anderen Fälle bekannt geworden, in welchen eine Zelle Chromatophoren verschiedener Art in sich schließt. —

In den Chromatophoren vieler Algen und den des Lebermooses *Anthoceros* liegen — in Einzahl oder Mehrzahl — farblose Einschlüsse von oft kristall-ähnlicher Form, die als *Pyrenoide* bezeichnet werden. Daß diese zu der in den Chromatophoren vor sich gehenden Stärkebildung in besonderen Beziehungen stehen, gilt als feststehend und geht schon daraus hervor, daß die Stärkekörnchen immer zuerst in der unmittelbaren Nähe der Pyrenoide erscheinen. Neue Untersuchungen über die Bedeutung der Pyrenoide für die Stärkebildung hat *McAllister* angestellt²⁾. Die Pyrenoide in den Chloroplasten von *Anthoceros laevis* bestehen nach ihm aus vielen (25 bis 300)

¹⁾ *Rothert*, W., Über Chromoplasten in vegetativen Organen (Bull. de l'Acad. des Sc. de Cracovie 1912).

²⁾ *Rothert*, W., Neue Untersuchungen über Chromoplasten. (ibid. 1914.)

¹⁾ *Rothert*, W., Der „Augenfleck“ der Algen und Flagellaten — ein Chromoplast (Ber. d. D. Bot. Ges. 1914, Bd. 32 H. 1, p. 91).

²⁾ *McAllister*, F., The pyrenoid of *Anthoceros* (Americ. Journ. of Bot. Vol. I, Nr. 2, 1914, p. 79).

selbständigen, scheiben- oder spindelförmigen Körperchen; die äußeren von ihnen wandeln sich bei der Photosynthese direkt zu Stärkekörnchen um, die allmählich heranwachsen; durch Teilung der vorhandenen Pyrenoidkörperchen wird ihre Zahl wieder ergänzt. Ähnliche Umwandlungsvorgänge hat derselbe Forscher früher bereits für die Pyrenoide der *Tetraspora lubrica*¹⁾ und *Timberlake* für die von *Hydrodictyon* u. a. angegeben; bei *Rhizoclonium*, *Cladophora* und *Oedogonium* sollen die Pyrenoide nach *Timberlake* in zwei Teilstücke zerfallen und hiernach in zwei Stärkekörner sich umwandeln können²⁾.

E. Küster, Bonn.

Kleine Mitteilungen.

Deutscher Ausschuß für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Die schon für den September d. J. in Aussicht genommen gewesene Sitzung des Deutschen Ausschusses fand am 3. Oktober in dem neuen Hause des Vereins Deutscher Ingenieure zu Berlin unter reger Beteiligung der Mitglieder statt, ein erfreuliches Zeichen davon, daß bei uns in Deutschland auch während des Krieges die Werke des Friedens und die Weiterarbeit an den Kulturaufgaben nicht ausgeschaltet sind. Es handelte sich bei den Verhandlungen an erster Stelle um die Entwürfe einer neuen Ordnung für die Lehramtsprüfung und einer neuen Ordnung der praktischen Ausbildung der Lehramtskandidaten in Preußen; beide waren dem Deutschen Ausschuß von seiten des Herrn Unterrichtsministers zur Begutachtung vorgelegt worden. Die von besonderen Kommissionen vorbereiteten Vorschläge bezüglich der zu stellenden wissenschaftlichen Forderungen betonen für die Mathematik die Berücksichtigung der sogenannten angewandten Disziplinen, durch die eine nähere Beziehung der Wissenschaft zum Leben hergestellt wird, insbesondere eine weitergehende Beherrschung der zeichnerischen und rechnerischen Methoden und deren Verwendung in den Gebieten der Astronomie, der Geodäsie, der technischen Mechanik, der technischen Physik und des Versicherungswesens. Obwohl die angewandte Mathematik nach den Absichten des Entwurfs nicht mehr wie früher eine eigene Lehrbefähigung erster Stufe neben der reinen Mathematik abgeben soll, befürwortet der Ausschuß doch aufs nachdrücklichste, daß ihr auch in Zukunft als Zusatzfach eine gewisse hier nicht näher zu bezeichnende Geltung im Prüfungszeugnis beigelegt werden möge, weil nur unter dieser Voraussetzung erwartet werden kann, daß sich auch künftighin eine größere Zahl von Kandidaten der Mathematik eingehender mit dieser wichtigen Seite ihres Faches beschäftigen wird. Eine in dieser Richtung gehende Ausbildung ist aber namentlich für die Mathematiker an der Oberrealschule fast unumgänglich, wenn sie imstande sein sollen, die ihrem Fach obliegende Aufgabe an diesen Schulen zu erfüllen. Für die Naturwissenschaften empfiehlt der Ausschuß gleichfalls eine stärkere Berücksichtigung der praktischen Seite, namentlich in der Form vermehrter Anforderungen an die

experimentelle Ausbildung der Kandidaten und an ihre Erfahrungen auf biologischen und geologischen Exkursionen. Für die Mineralogie und Geologie wird angesichts der hohen Entwicklung, die diese Fächer in jüngster Zeit genommen haben, eine wissenschaftliche Vertiefung, ähnlich wie bei der angewandten Mathematik, dadurch erreicht werden können, daß man sie als Zusatzfach einführt; dies ist um so wünschenswerter, als es nur eine Frage der Zeit sein dürfte, daß die Geologie als selbständiges Unterrichtsfach neben die übrigen Naturwissenschaften tritt. Der Ausschuß erkennt ferner auch der philosophischen Propädeutik eine so hohe Bedeutung zu, daß er sie ebenfalls als ein Zusatzfach in dem oben angedeuteten Sinne beizubehalten befürwortet. Er hält es für sehr erstrebenswert, daß eine Anzahl von Lehrern der Mathematik und der Naturwissenschaften sich eine vertiefte philosophische Bildung aneignen und auf Grund derselben anregend und befruchtend auf die Methodik ihrer Unterrichtsfächer einwirken. In betreff der Ausbildung der Lehramtskandidaten während ihrer Vorbereitungszeit empfiehlt der Ausschuß, wie schon früher, die Einrichtung von länger dauernden praktischen Kursen, in denen die Kandidaten mit der experimentellen Technik ihrer Unterrichtsfächer vertraut gemacht werden. — Eine zweite wichtige Angelegenheit, die den Ausschuß beschäftigte, ist die Beteiligung der Mathematik und der Naturwissenschaften an der felddienstmäßigen Erziehung der Jugend, die durch einen Erlaß der Minister des Krieges, des Innern und des Unterrichts angeordnet ist. Denn neben der körperlichen Ertüchtigung, der Gewöhnung an Subordination und der Kräftigung des Willens kommt hierbei auch eine ganze Reihe mathematischer und naturwissenschaftlicher Kenntnisse und Fähigkeiten zur Geltung, so die Kartenkenntnis, das Entfernenschätzen im Gelände, Kenntnis der Flugzeuge, Bekanntschaft mit dem Signalisieren, dem Legen von Fernspregleitungen, Kenntnis von Eisenbahnnetz und Kursbuch und vieles andere. Der Ausschuß nahm in Aussicht, so rasch als möglich einen kurzgefaßten Leitfaden herauszugeben, der das Material für alle derartigen Unterweisungen enthalten soll. Zum Vorsitzenden des Ausschusses wurde an Stelle des ausscheidenden Herrn Geheimrats Prof. Gutzmer Herr Dr. Timerding, Professor an der Technischen Hochschule zu Braunschweig, gewählt. P.

Eine preußische Zentralstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Mit dem 1. Oktober d. J. ist ein von den Freunden des naturwissenschaftlichen Unterrichts lange gehegter Wunsch in Erfüllung gegangen. Durch Verfügung des Herrn Unterrichtsministers vom 19. September d. J. ist in dem Gebäude der „Alten Urania“ in Berlin, Invalidenstraße 57—60, wo seit 1899 bereits alljährlich Fortbildungskurse für Lehrer der Naturwissenschaften abgehalten worden sind, eine Zentralstelle für den naturwissenschaftlichen Unterricht eingerichtet worden. Dieser Anstalt soll künftig die Vorbereitung und Leitung der naturwissenschaftlichen Fortbildungskurse für die Lehrer und Lehrerinnen an den höheren Lehranstalten sowie der Seminar- und Präparandenlehrer in Preußen, insbesondere in Großberlin, obliegen. Darüber hinaus aber soll sie auch als Prüfungs- und Auskunftsstelle für naturwissenschaftliche Lehrmittel dienen. Sie wird die von der privaten Lehrmittellindustrie dargebotenen neuen Unterrichtsmittel auf ihre Brauchbarkeit hin prüfen und so auf diese Industrie einen fördernden

¹⁾ *McAllister, F.*, Nuclear division in *Tetraspora lubrica* (Ann. of Bot. Vol. 27, 1913, p. 709).

²⁾ *Timberlake, H. G.*, Starch formation in *Hydrodictyon utriculatum* (Ann. of Bot. Vol. 15, 1901, p. 619); The nature and function of the pyrenoid (Science, N. S. Vol. 17, 1903, p. 460).

Einfluß auszuüben suchen. Auf Grund ihrer Arbeiten wird sie den Lehrern und Lehrerinnen die Möglichkeit bieten, entweder schriftlich über die für den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht vorhandenen Lehrmittel Auskunft einzuholen, oder diese Lehrmittel, soweit die bestehenden Sammlungen es gestatten, in ihrer Handhabung und unterrichtlichen Verwertung unmittelbar kennen zu lernen und zu erproben. Desgleichen wird sie auf Anfragen hin bei der Neueinrichtung naturwissenschaftlicher Lehrzimmer und Sammlungen Rat erteilen und durch Aufstellung geeigneter Normalverzeichnisse mitwirken, daß die für Neueinrichtungen und für die Erweiterung der Lehrmittelsammlungen ausgeworfenen etatsmäßigen Mittel in zweckmäßiger Weise verwendet werden. Zum Leiter der Anstalt ist Herr Professor *H. Hahn*, bisher Oberlehrer am Dorotheenstädtischen Realgymnasium zu Berlin, ernannt worden. Es ist vorauszusehen, daß angesichts der umfangreichen Aufgaben, die der neuen Anstalt zugewiesen sind, bald eine Vermehrung des Personenbestandes wird eintreten müssen. Die Anstalt wird sich über kurz oder lang auswachsen müssen zu einer wirklichen Zentralanstalt, wie sie von Fachmännern und namentlich auch von seiten des deutschen Ausschusses für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht seit Jahren in Vorschlag gebracht worden ist. *P.*

In den Berichten der Deutschen Chemischen Gesellschaft (10, 2063, 1914) erschien ein Aufsatz *P. Groth*s über **Ringbindung und Kristallstruktur**. Nach den Untersuchungen *W. H. Braggs* und *W. L. Braggs* müssen wir uns den Vorgang der Kristallisation in der Weise vorstellen, daß die Moleküle im Gas, in der Schmelze oder in der übersättigten Lösung, sobald sie sich einander nähern, aufeinander richtende Kräfte ausüben. Die Vereinigung der Atome zweier benachbarten Moleküle zu einer Kristallpartikel geschieht auf Kosten der inneren Atombindungen. Die Kristalle enthalten daher keine Moleküle, sondern sind lediglich aus Atomen aufgebaut, die ein regelmäßiges Punktsystem bilden. Mit diesen Anschauungen, nach welchen ein Teil der inneren Atombindungen auch in die Kristallstruktur übergeht, steht die Tatsache in Übereinstimmung, daß zwischen chemischer Struktur und Kristallstruktur Beziehungen bestehen. Das Mitscherlichsche Gesetz besagt, daß chemisch analoge Substanzen isomorph sind. Ferner kommt hier in Betracht, daß Salze mit ausgesprochen drei- oder sechszähligen Charakter (Al_2O_3 , $\text{MgSiF}_6 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, CHJ_3) trigonale Hauptsachen aufweisen. Verbindungen mit asymmetrischen Kohlenstoffatomen, die bekanntlich enantiomorph sind, besitzen Kristallformen, die nicht deckbar, sondern nur spiegelbildlich gleich sind. *Groth* weist in seinen Ausführungen darauf hin, daß unter den organischen Verbindungen der Einfluß von chemischer auf Kristallstruktur am klarsten bei den Verbindungen zum Ausdruck kommt, die Ringbindungen enthalten. So lassen beispielsweise Bernsteinsäure und Maleinsäure keine Verwandtschaft in der Kristallstruktur erkennen, während Bernsteinsäureanhydrid und Maleinsäureanhydrid große Ähnlichkeit im Kristallhabitus und in den Winkeln zeigen. Dieser Umstand spricht dafür, daß die Ringbindung bei der Kristallisation aus dem Molekül in den Kristallbau übergeht. *O. F.*

In neueren Werken wird die Ansicht vertreten, daß der Name „**Chemie**“ zum ersten Male in dem astrologischen Buche „*Mathesis*“ des spätromischen Schriftstellers *Firmicus* vorkommt. Die *Mathesis*, welche im Jahre 317 n. Chr. abgefaßt wurde, und die sich mit dem Einfluß beschäftigt, den die Stellung der Gestirne auf das Schicksal der Menschen ausübt, enthält folgenden Passus: „Ist dieses das Haus des Merkur (unter Haus ist die Stellung des Mondes gegenüber den andern Planeten zu verstehen), so verleiht er (der Mond) Astronomie, ist es das Haus der Venus, Gesang und Fröhlichkeit ist es das des Saturn die Wissenschaft der *Alchemie* (alchimiae scientiam).“ Die Schriften des *Firmicus* wurden in jüngster Zeit von *Kroll*, *Skutsch* und *Ziegler* neu bearbeitet und herausgegeben. Diese Ausgabe mit richtigtem Text enthält die oben zitierte Stelle nicht mehr. Es ist nämlich durch Heranziehung von Frühdrucken und Handschriften nachgewiesen worden, daß der Satz von den seiten der Planeten verliehenen Begabungen im 15. Jahrhundert von *Johannes Angelus* ganz willkürlich eingeschoben wurde. Der Saturn, dieser „langsame, kalte, grämliche, geizige, alte“, wurde nach Ansicht *Lippmanns* deshalb in Beziehung zur Chemie gebracht, weil dieser Stern seit jeher als Sammler von Reichtümern angesehen wurde und weil die Chemie ursprünglich die Wissenschaft von der künstlichen Herstellung des Goldes war. Bis auf weiteres ist nicht mehr *Firmicus*, sondern *Zosimos* aus Panopolis als derjenige Autor anzusehen, bei dem zum ersten Male der Name Chemie vorkommt. *Zosimos*, der wahrscheinlich im 3. Jahrhundert n. Chr. lebte, schrieb eine Reihe griechischer Werke, in denen ausdrücklich von der *χημεία* (chemeia) oder *χημία* (Chemia) die Rede ist. (*E. O. v. Lippmann*, *Chem. Ztg.* 65, 685, 1914.) *O. F.*

Das Röntgenspektrum des Platins. Die spektroskopische Erforschung der Röntgenstrahlen hat in den letzten Monaten ungewöhnliche Fortschritte gezeitigt. Die erste Aufnahme eines Spektrogramms von *Herweg* beruhte auf der Tatsache, daß von einem mit Röntgenstrahlen bestrahlten Kristall die einzelnen Spektrallinien bei einer schnellen Rotation des Kristalls nacheinander reflektiert werden und auf einer mit dem Kristall rotierenden photographischen Platte festgehalten werden können. *Seemann* hat nun (Das Röntgenspektrum des Platins. *Physikal. Zeitschrift* XV., p. 974, 1914) eine sehr feingliedrige Spektralaufnahme in der Weise erhalten, daß er das Spektrum aus einer Anzahl von Einzelaufnahmen auf einzelnen Platten zusammensetzte, bei deren Aufnahme Kristall und Platte festgestanden hatten und jede Aufnahme unter einem anderen Einfallswinkel gemacht worden war. Allerdings erforderte die Aufnahme dieses zusammengesetzten Spektrums eine ungewöhnliche Arbeit. Zur Erreichung des vorliegenden Resultats wurden nicht weniger als drei Spezial-Röntgenröhren mit Platin-Antikathode verbraucht. Allerdings ist das Resultat diese Mühe auch wert. Das Spektrum zeigt eine große Anzahl von Linien verschiedensten Helligkeitsgrades und beweist, daß die von *Bragg*, *Moseley*, *Darwin* und *de Broglie* gefundenen, scheinbaren Banden nicht existieren, sondern in einer Häufung vieler einzelner, unregelmäßig gruppierter Linien bestehen. *P. Lg.*

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 47.

20. November 1914.

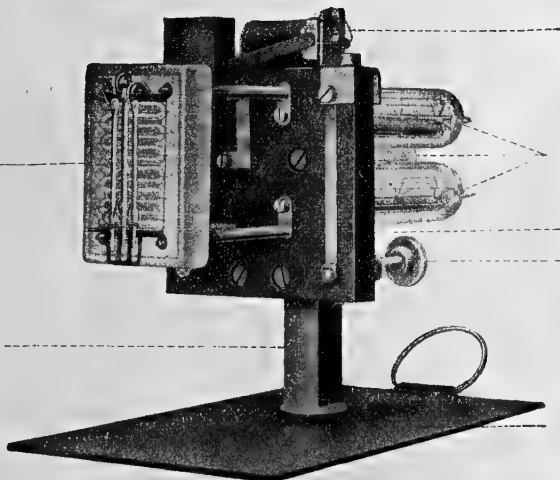
Zweiter Jahrgang.

INHALT:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| Ernest Solvay. Von <i>Prof. Dr. H. A. Lorentz, Haarlem.</i> S. 997. | Besprechungen. S. 1004. |
| Über die Vererbung erworbener Eigenschaften (Schluß). Von <i>Dr. F. Baltzer, Würzburg.</i> S. 998. | Astronomische Mitteilungen. S. 1006. |
| Die Geschlechtsreife bei den farbigen Menschenrassen. Von <i>H. Fehlinger, München.</i> S. 1003. | Kleine Mitteilungen. S. 1007. |
| | Zeitschriftenübersicht. S. 1008. |

Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen Abt. Nernstlampen



Neue
Preisliste
für
Projektions-
Lampen

erschienen.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	4	13	26	52 maliger	Wiederholung
	0	20	30	40 0/10	Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- u. Rotationspumpen

Von

H. Berg

Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart

Mit 488 Textfiguren und 14 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Soeben erschien:

Die Steuerungen der Verbrennungs-Kraftmaschinen

Von

Dr.-Ing. Julius Magg

Privatdozent an der k. k. techn. Hochschule in Graz

Mit 448 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 16.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

20. November 1914.

Heft 47.

Ernest Solvay.

Von Prof. Dr. H. A. Lorentz, Haarlem.

Es drängt mich, in diesen Tagen öffentlich über einen der edelsten Bürger Belgiens zu sprechen; über einen Mann, den ich ganz besonders ehre und schätze.

Ernest Solvay — man wird sich seines Namens aus den Berichten über die der Stadt Brüssel auferlegte Kontribution erinnern — hat mit seinem Genie und seiner Arbeitskraft eine der blühendsten Weltindustrien ins Leben gerufen: in Belgien, Frankreich, Deutschland, Rußland, England und den Vereinigten Staaten verschafft die nach seinem Verfahren betriebene Sodafabrikation vielen Tausenden Arbeit und Lebensglück. Auch dieses letztere; denn die *Société Solvay* und ihre Schwestergesellschaften standen in der Fürsorge für das Wohl der Arbeiter stets in der ersten Reihe.

Das in einer fünfzigjährigen Tätigkeit erworbene Vermögen hat *Solvay* mit der größten Freigebigkeit zur Förderung kultureller und insbesondere wissenschaftlicher Zwecke angewandt, in der festen Überzeugung, daß ein tieferes Verständnis für die Gesetze der Natur und der Gesellschaft schließlich das Glück der Menschheit erhöhen wird. Im Parc Léopold zu Brüssel stiftete er ein „Institut de physiologie“, eine „Ecole de commerce“ und ein „Institut de sociologie“. Hiermit nicht zufrieden, nahm er mit Begeisterung einen von Prof. *Nernst* in Berlin ausgesprochenen Gedanken auf und rief im Herbst 1911 eine kleine Schar von Physikern aus verschiedenen Ländern zusammen, um in mehrtägiger Versammlung wichtige Probleme der modernen Naturwissenschaft zu besprechen.

Nach Beendigung dieses „Conseil de physique“, dessen Vorsitz mir anvertraut war, äußerte *Solvay* den Wunsch, weitere wissenschaftliche Forschungen materiell zu unterstützen und zu diesem Zwecke ein „Institut international de physique“ zu gründen, wofür er ein Kapital von einer Million Francs zur Verfügung stellte¹⁾. Mit Prof. *Heger* in Brüssel erhielt ich den Auftrag, die Pläne für die neue Stiftung zu entwerfen. *Solvay* ließ uns dabei völlig freie Hand, nur sprach er das Verlangen aus, ein Teil der Hilfsmittel des Instituts möge der Wissenschaft in seinem Vaterlande zugute kommen, und bei der Verwendung des übr-

gen möge die strengste Unparteilichkeit, ohne irgendwelche Vorliebe für bestimmte Nationalitäten beobachtet werden.

Das Institut besteht jetzt seit zwei Jahren. Es hat vielversprechende junge Belgier in den Stand gesetzt, ihre Studien im Auslande fortzusetzen, es hat 1913 einen zweiten, dem ersten analogen „Conseil de physique“ zusammengerufen, und jährlich viele Tausende im Interesse wissenschaftlicher Untersuchungen verwendet. Die Verteilung der betreffenden Subventionen wurde dem internationalen wissenschaftlichen Komitee des Instituts überlassen, und dieser aus Vertretern von Belgien, Deutschland, Frankreich, England, Dänemark und den Niederlanden zusammengesetzte Ausschuß hat seine Aufgabe nach bestem Wissen im Sinne *Solvays* erfüllt.

Die von dem Institut verliehenen Zuschüsse gingen nach allen Seiten, nach Rußland, Polen und den Vereinigten Staaten, obgleich — als natürliche Folge der großen Anzahl fleißiger deutscher Forscher — diese den beträchtlichsten Teil erhielten. Die „Commission administrative“ des Instituts, in der die Brüsseler Professoren *Heger*, *Tassel* und *Verschaffelt* Sitz haben, war stets bereit, unseren Wünschen entgegenzukommen, wenn es sich darum handelte, Physikern, die eine wichtige Entdeckung gemacht hatten, wie Prof. *von Laue* in Zürich (jetzt nach Frankfurt a. M. berufen) und Prof. *Stark* in Aachen, die Weiterführung ihrer Experimente zu erleichtern.

Bei den vielen belgischen Gelehrten, denen ich infolge meiner Beziehungen zu dem *Solvay*-Institut näher getreten bin, habe ich nie die leiseste Verstimmung über unsere einigermaßen einseitige Wirksamkeit bemerkt, und überhaupt nicht die geringste Spur einer Deutschland gegenüber weniger freundlichen Gesinnung. Hingegen konnte ich oft beobachten, wie alle *Solvays* Werk schätzen und bewundern. Der belgische König, der mir die Ehre erwies, mich zu empfangen, und sich nach der Wirksamkeit des Instituts zu erkundigen, geht hierin voran.

Zwei Vorträge, die ich vor einigen Monaten im Institut und in der Universität Brüssel hielt, boten mir die Gelegenheit, das rege Interesse der Studierenden von Brüssel, Gent, Lüttich und Löwen für wissenschaftliche Fragen kennen zu lernen, und meine Besprechungen mit jüngeren Physikern hinterließen mir einen Eindruck, der mich viel von ihnen erwarten läßt.

Unterdes hat *Solvay* fortgefahren, auch nach Gründung des Instituts, mit demselben offenen Blick und in seiner anspruchslosen Weise die Verwirklichung seiner Ideale anzustreben. Im vori-

¹⁾ Über die genannte Versammlung, sowie über die Gründung und die Wirksamkeit des „Institut international de physique“ hat bereits Herr Präsident *E. Warburg* in zwei Artikeln im ersten Jahrgange dieser Zeitschrift, S. 201 u. 1217, berichtet.

gen Jahre ist auch ein „Institut international de chimie“ zustande gekommen. Es schließt sich der Internationalen Association der chemischen Gesellschaften an und besitzt ein ebenso großes Kapital wie das „Institut de physique“. Kurz nachher hat *Solvay* den gleichen Betrag den Interessen der belgischen Arbeiterbevölkerung, insbesondere für Erziehungs- und Unterrichtszwecke gewidmet. Auch die Brüsseler Universität, die bekanntlich keine Staatseinrichtung ist, hat ihm viel zu verdanken.

In den gegenwärtigen Umständen ist es mir leider unmöglich, mich mit den übrigen Mitgliedern¹⁾ des Internationalen wissenschaftlichen Komitees zu beraten. Man wird es indessen begreiflich finden, daß es mir als Vorsitzendem des Komitees ein Bedürfnis ist, *Solvay* zu ehren, und mein Mitgefühl für das schwer heimgesuchte, von ihm in so bewundernswerter Weise vertretene Volk zum Ausdruck zu bringen.

Über die Vererbung erworbener Eigenschaften.

Eine Besprechung.

Von Dr. F. Baltzer, Würzburg.

(Schluß.)

Die Kreuzungsexperimente.

Wie in den vorhergehenden Abschnitten geschildert, entsteht durch Züchtung auf Lehm Boden aus dem typisch gefleckten Salamander eine Varietät mit 2 Längsstreifen auf dem Rücken. Eine solche Form, die Varietät *taeniata*, kommt nun auch im Freien an bestimmten Orten vor. Wir werden die beiden Varietäten als *taeniata* *Kunstrasse* und *taeniata* *Naturrasse* unterscheiden. Die Kreuzungen, welche alle auf „farbenunwirksamen Substraten“ vor sich gingen, erstrecken sich auf die Kombinationen der typisch gefleckten Form mit der natürlichen oder künstlichen gestreiften Varietät *taeniata*. Es können hier aus Mangel an Raum nur die Resultate angeführt werden:

1. gefleckt (*forma typica*) × gestreift (*Naturrasse*)

F_1 : alle gefleckt

F_2 : $\frac{3}{4}$ der Nachkommen gefleckt,
 $\frac{1}{4}$ „ „ gestreift²⁾.

Dabei ist gleichgültig, welcher der beiden Eltern der gestreiften und welcher der gefleckten Form angehört. Die Vererbung folgt bei diesen Kombinationen genau dem Mendelschen Schema, wobei das Merkmal „gefleckt“ über „gestreift“ dominiert. Infolgedessen müssen

¹⁾ Dr. Goldschmidt in Brüssel, Frau Curie und Prof. Brillouin in Paris, die Herren Warburg und Nernst, Berlin; Kamerlingh Onnes, Leiden; Rutherford, Manchester und Knudsen, Kopenhagen.

²⁾ Die Verhältniszahlen sind in einzelnen: 3,12:1; 2,82:1; 3,27:1; 2,96:1.

alle Nachkommen 1. Generation (F_1) gefleckt sein und eine Spaltung der Merkmale eintreten, wenn man die F_1 -Individuen unter sich paart, und die Generation F_2 züchtet, wie es in obiger Tabelle dargestellt ist. Dabei tritt die Streifung in der F_2 -Generation wieder völlig rein auf.

2. Anders ist das Resultat, wenn wir statt der gestreiften Naturrasse die *Kunstrasse* nehmen, also die Tiere, die ihre Streifung durch Züchtung auf Lehm Boden erhalten haben. Gerade in dieser unerwarteten Divergenz der Resultate liegt der Wert der Kreuzungsergebnisse.

Gefleckt (*forma typica*) × gestreift (*Kunstrasse*),

F_1 : alle Tiere „zweifach fleckreihig“,

F_2 : alle „ „zweifach fleckreihig“.

Also: Das Merkmal gefleckt dominiert nicht über gestreift. Vielmehr entsteht „eine zwischenstehende Zeichnungsform, gewissermaßen Streifung und Fleckung kombiniert, in dem die Flecken in zwei Reihen stehen. Es ist jedoch zu bemerken, daß diese Doppelreihen meist nicht so streng symmetrisch verlaufen, sondern mehr oder weniger verschoben sind. Immer aber bleibt ihre reihenweise Anordnung kenntlich.“ Dieser intermediäre Charakter wird — und dieses Resultat läßt sich nicht in das Mendelsche Schema eingliedern — auch in der folgenden Generation beibehalten. Genau das gleiche Resultat erhalten wir auch bei Kreuzung der *forma typica* mit der künstlichen Varietät der Gartenerdeversuche, wo wir statt zwei kontinuierlichen einen medianen gelben Streifen beobachtet hatten. Der Bastard F_1 und F_2 besitzt eine einfache Fleckenreihe in der Rückenlinie.

Aus diesen Resultaten geht hervor, daß das künstlich erzeugte Merkmal der Streifigkeit eine stärkere Vererbungskraft besitzt, als das gleich aussehende Streifungsmerkmal der Naturrasse. „So kann man wohl von einer stärkeren, vererbenden Potenz des neu erworbenen Merkmals sprechen.“ „Hiervon gut zu unterscheiden ist aber“ — fährt Kammerer fort — „die Stärke der Fähigkeit, sich dauernd zu konservieren.“ Die symmetrische Anordnung der Flecken flaut in den aufeinander folgenden Würfen der F_2 -Generation langsam ab. Trotzdem die Tiere auf neutralem Boden gehalten werden, nimmt „die Störung der koloristischen Bilateralsymmetrie ständig zu“.

Die Transplantationsexperimente.

Die von Kammerer vorgenommenen Ovarialtransplantationen sind für die Frage der Beeinflussung der Geschlechtszellen durch das Soma, und damit für das Problem der Vererbung erworbener Eigenschaften überhaupt, von außerordentlicher Bedeutung. Es gelingt bei *Salamandra* relativ leicht, die Ovarien auf operativem Wege vollkommen zu entfernen und durch solche eines anderen, anders gezeichneten Tieres zu ersetzen.

Zur Vertauschung wurden verwendet: 1. unregelmäßig gefleckte Weibchen der forma typica. 2. regelmäßig gestreifte Weibchen der Kunstrasse und 3. ebensolche der Naturrasse taeniata. Die Tiere und desgleichen die Nachkommen wurden alle auf neutralem Boden und bei Dämmerlicht gehalten. Wir haben schon bei den Kreuzungsversuchen das verschiedene Verhalten der künstlichen und der natürlichen gestreiften Rasse hervorgehoben. Eine gleiche Divergenz finden wir auch hier: Eine Beeinflussung des Ovars durch das Weibchen („die Tragamme“), in welches das Ovar hineingepflanzt wurde, d. h. eine somatische Induktion findet nur statt, wenn die Amme der Kunstrasse, sie fehlt, wenn die Amme einer der Naturformen angehört.

Es wurde kombiniert zwischen Naturrassen:

1. *gestreiftes* ♀ (Naturrasse) mit Ovar von *geflecktem* ♀, befruchtet von *geflecktem* ♂.
Resultat: 23 Nachkommen, alle unregelmäßig gefleckt;
2. *gestreiftes* ♀ (Naturrasse) mit Ovar von *geflecktem* ♀, befruchtet von *gestreiftem* ♂ (Naturrasse),
Resultat: 42 Nachkommen (2 Würfe), alle gefleckt¹⁾.

In keiner dieser Versuchsreihen, zu denen noch zwei weitere kämen, die ich übergehe, hat eine somatische Induktion stattgefunden. Niemals ist — man mag eine solche Ausdrucksweise der Kürze halber hinnehmen — das „gefleckte Ovar“ durch das gestreifte Soma beeinflusst worden.

Dagegen stehen folgende Kombinationen mit der Kunstrasse taeniata:

3. *gestreiftes* ♀ (Kunstrasse) mit Ovar eines *gefleckten* ♀, befruchtet von *geflecktem* ♂.

Ohne somatische Induktion müßten alle Nachkommen gefleckt sein. Statt dessen ergab sich folgendes Resultat (2 Würfe):

- 20 Nachkommen „unregelmäßig gefleckt“,
- 22 Nachkommen „mit ziemlich regelmäßiger Fleckendoppelreihe“,

14 Nachkommen „mit zwei in ihrer Symmetrie etwas gestörten Fleckenreihen“. Ähnlich fiel ein zweiter solcher Versuch aus.

4. *gestreiftes* ♀ (Kunstrasse) mit Ovar eines *gefleckten* ♀, befruchtet von *gestreiftem* ♂ (Naturrasse.).

Wieder müßten hier ohne somatische Induktion alle Nachkommen gefleckt sein. Statt dessen Resultat (2 Würfe):

- 5 Nachkommen „regelmäßig fleckreihig“,
- 47 Nachkommen „mit geschlossenen, streng regelmäßigen Streifen“ oder „ausgesprochen gestreift“.

Ähnlich fielen zwei weitere solche Versuche aus.

5. *gestreiftes* ♀ (Kunstrasse) mit Ovar eines *gefleckten* ♀, befruchtet von *gestreiftem* ♂ (Kunstrasse).

¹⁾ Es sei daran erinnert, daß gefleckt über gestreift (Naturrasse) dominiert.

Ohne somatische Induktion müßten alle Nachkommen fleckreihig sein. Statt dessen entwickelten sich von 3 Würfen 83 Nachkommen, alle mit geschlossener Streifung.

Das bedeutungsvolle Ergebnis¹⁾ der 3. bis 5. Versuchsreihe sind also Nachkommen, welche (entweder alle oder wenigstens ein Teil) Eigenschaften besitzen, die sie weder vom Vater, noch von der ursprünglichen Mutter, sondern nur von der Tragamme haben können. Es bleibt damit „nichts anderes übrig, als die Möglichkeit somatischer Beeinflussung des Keimplasmas und daher auch die Vererbung erworbener Eigenschaften zuzugeben“. Als höchst interessantes, allerdings nur durch noch etwas spärliches Beweismaterial gestütztes, Resultat aber zeigte sich, daß eine solche Induktion nur dann möglich ist, wenn diese Tragamme ihren Farbcharakter erst im Experiment erworben hat. „Somatische Induktion wird nur von einer neuen Eigenschaft ausgeübt.“ Alle „Tragammen, deren Farbleidmuster, möge es auch demjenigen dieses Kunstprodukts vollkommen gleichsehen, fertig aus der Natur übernommen ist, erwiesen sich für das Farbleid der Jungen als unwirksam.“

*

Theoretische Bedeutung der Experimente.

Wir kehren nun zu dem im Anfang dieses Aufsatzes gestellten Problem zurück und formulieren es für unseren besonderen Fall wie folgt: Sind die Abänderungen im Farbleid des Salamanders als Anpassungen zu betrachten, will sagen, entstehen sie zuerst somatisch ohne direkte Beeinflussung der Keimzellen durch die Faktoren der Außenwelt und sind sie erblich? Ob die Farbänderungen Anpassungen im vollsten „Nützlichkeitsinn“ darstellen, braucht nicht entschieden zu werden. Jedenfalls besteht eine auffallende Konkordanz zwischen den Abänderungen und dem Untergrund, auf dem die sich ändernden Tiere leben. Der Schwerpunkt der Erörterung liegt darin, ob sie somatische Charaktere sind, zuerst also nur vom Soma des Tieres während seines individuellen Lebens ausgebildet wurden, und sekundär vom Soma auf die Keimzellen übertragen, d. h. erblich wurden. Läßt sich dies für unseren Fall nachweisen, so dürfen wir das gleiche auch für andere Anpassungen, deren Anpassungscharakter unbestreitbar ist, annehmen.

Wir können bei der Kritik folgende Fragen auseinander halten:

1. Es ist zu prüfen: Handelt es sich bei den Abänderungen in der Pigmentierung lediglich um alte, als solche latent schon vorhanden gewesene, *atavistische* Merkmale? Oder handelt es sich wirklich um Neuerwerbungen, und in diesem Fall: sind es nur unbedeutendere, quantitative

¹⁾ Leider hat Kammerer dasselbe nur durch die Reproduktion eines einzigen der vielen fleckreihigen Nachkommen illustriert.

Verschiebungen von schon vorhandenen Eigenschaften, oder sind es qualitativ neue Charaktere?

2. Als zweiter Punkt ist zu prüfen, ob die Charaktere erblich sind.

Von der Beantwortung dieser beiden Fragen hängt ab, ob man annehmen darf, es sei auf experimentellem Wege eine neue Art hervorgebracht worden. In diesem Fall muß dargetan werden können, daß (ad 1) qualitativ neue Charaktere entstanden sind, und daß überdies (ad 2) diese neuen Charaktere erblich sind. Verglichen mit dem schon bestehenden Formenkreis kann das experimentelle Produkt die Charaktere einer bereits existierenden Spezies besitzen: es läge dann eine Umwandlung einer bestehenden Art in eine andere, auch schon bestehende Art vor, oder die neuen Charaktere können in der Gruppe überhaupt neu sein: dann hätte der Experimentator eine neue, überhaupt noch nicht existierende Spezies erzeugt. Gegenüber diesen Möglichkeiten, welche äußerst schwer vollkommen realisierbar sind, ist jedoch mit *Kammerer* selbst hervorzuheben: „Die experimentelle Wissenschaft, die darauf ausgeht, die Deszendenztheorie exakt zu beweisen, hat eine derartige Umwandlung einer bestimmten Art in eine andere, ebenfalls bereits existierende Art wohl nicht nötig: es genügt, wenn sie an Arten Veränderungen hervorbringt, die über das Wesen bloßer Spielarten, Aberrationen und Modifikationen hinausgehen.“ Natürlich wird der Beweis um so überzeugender, je größer die Abänderung ist.

3. Als dritter Hauptpunkt sind die Charaktere, wenn sie als neu betrachtet werden dürfen, auf ihre Entstehungsweise zu prüfen. Sie können durch *direkte Beeinflussung* des Keimplasmas entstanden sein — dann wären sie als den Mutationen verwandt zu betrachten. Sie können aber auch — diese Anschauung vertritt K. selbst — erst somatisch gebildet worden und sekundär erst vom Soma auf die Keimzellen und damit auf die folgenden Generationen übergegangen sein.

Mit der Beantwortung dieser bedeutsamen Frage hängt dann, wie oben erörtert wurde, die Erklärung der Anpassungserscheinungen zusammen, wie wir sie in der ganzen Organismenwelt weit verbreitet finden.

1. Wir wenden uns zur ersten Frage: Um Atavismus kann es sich nicht handeln. Dies ist, wie *Kammerer* mit Recht hervorhebt, ausgeschlossen, weil die Abänderungen stets bei allen Individuen des Versuches auftreten, und weil die Abänderungen ja sowohl nach Gelb wie nach Schwarz gehen. Es müßten also, was unmöglich erscheint, beide Extreme, das gelbe wie das schwarze, atavistisch vorhanden sein, und es müßten, was ebenso allen Erfahrungen widerspricht, die Atavismen plötzlich haufenweise auftauchen. Der Einwand, das Ausgangsmaterial sei nicht rein gewesen, ist danach nicht stich-

haltig, obgleich wir es nicht mit Kultur reiner Linien zu tun haben. Wenigstens gilt das für die extremen Abänderungen der Hauptversuche mit farbigen Böden, in geringerem Maße allerdings für die Transplantationen.

Die Abänderungen können danach lediglich Neuerwerbungen sein, und es fragt sich weiter nur: sind sie bloß *quantitativ* oder auch *qualitativ*.

Wir müssen uns erinnern, daß der Salamander in seiner Zeichnung und im Umfang des gelben gegenüber dem schwarzen Pigment sehr variabel ist. Die Experimente haben nun (bei gelbem Boden)* vorwiegend gelbe oder (bei schwarzem Boden) vorwiegend schwarze, immer aber unregelmäßig gefleckte Tiere geliefert. Die Pigmentierung — an sich ein Quantitätsmerkmal — wurde also zwar viel stärker, aber doch in ähnlicher Weise quantitativ abgeändert, wie es auch innerhalb der Variabilität geschieht.

Anders aber ist es mit dem Zeichnungsstil: die Ausgangstiere sind und bleiben während ihres individuellen Lebens auch bei Pigmentvermehrung unregelmäßig gefleckt. Bei den Nachkommen aber ist das Pigment *symmetrisch* in zwei Streifen angeordnet. Der Zeichnungsstil wurde also qualitativ abgeändert, und zwar ist dieses Merkmal wohlumschrieben und von der Ausgangsart deutlich gesondert. Gegenüber der ursprünglichen Form können wir diese symmetrisch-gestreifte Form als eine Varietät bezeichnen, denn eine äußerlich identisch gestreifte Form — var. *taeniata* — kommt auch im Freien vor. Eine neue Art ist also in diesen Fällen nicht entstanden. — Neben Tieren mit nur mehr oder weniger gelbem Pigment aber hat nun *Kammerer* auch total oder fast total schwarze Salamander erzielt. Hier ist der Entscheid, ob es sich um Bildung einer neuen Spezies handelt, recht schwierig. Diese fast ganz schwarzen Tiere sind gleichzeitig lebendig gebärend, verzweigt, schmalköpfig, auffallend langgestreckt und gleichen in diesen Merkmalen der nächst verwandten Spezies, dem Alpensalamander. Es ist aber, sagt *Kammerer* selbst, auch hier noch nicht geglückt, „von zwei bekannten, nahe verwandten Spezies die eine ganz in die andere zu transmutieren. Wichtige morphologische Unterschiede, wie die nicht völlig überbrückte Größendifferenz, die Form der Gaumenzahnbogen usw. lassen es nicht zu, unseren pechschwarzen, vollmolchgebärenden Salamander als Alpensalamander zu bezeichnen.“ Wird damit auch das Resultat den Forderungen mancher Autoren nicht gerecht, so ist doch der deszendenztheoretisch wichtige Beweis für die Möglichkeit hochgradiger Umwandlung einer Tierform und der starken Annäherung an eine andere, schon bestehende Spezies geliefert. Man muß auch zugeben, daß hier die Abänderung des Pigmentierungsmaßes nicht mehr nur quantitativ ist. Sie wurde qualitativ, denn das eine Pigment, das Gelb, ist vollkommen verschwunden. Jeden-

falls hat hier die Abänderung den Rahmen einer bloßen Varietät überschritten. *Kammerer* glaubt diese schwarzen, vollmolchgebärenden Tiere als eine neue, in der Natur nicht vorkommende Art betrachten zu können.

2. Die *Erblichkeit*. Daß sich die Abänderungen im Farbkleid vererben, ist zweifellos. Es sei dies aber näher erörtert, da andere Autoren einen entgegengesetzten Standpunkt einnehmen und weil wir damit zu einer genaueren Analyse des Komplexes erworbener Merkmale kommen. Wir sahen, daß sich wenigstens das Merkmal der symmetrischen Anordnung der Flecken noch in der Enkelgeneration nachweisen läßt, auch wenn zwischen der Einwirkung der das Merkmal erzeugenden äußeren Faktoren bei den Großeltern und der Ausbildung dieser Symmetrie bei den Enkeln die ganze elterliche Generation eingeschaltet ist. Eine ganze zwischengeschaltete Generation vom Stadium des befruchteten Eies bis zur Erzeugung der nächsten Generation stand also nicht nur unter neutralen Bedingungen, sondern sogar unter Gegeninduktion, unter entgegengesetztem Milieu. (Natürlich wuchs auch die Enkelgeneration, an der das vererbte Merkmal nachgewiesen wurde, unter diesen entgegengesetzten Bedingungen auf.) Weniger deutlich als für den Zeichnungsstil ist die Vererbung der bei der Ausgangsgeneration hervorgebrachten *Vermehrung* des Pigments. Sie ist schon nicht immer ausgeprägt bei der Tochtergeneration, und fehlt wohl völlig bei den Enkeln „mit wenigen, kleinen, weit entfernt stehenden Rückenflecken“. Es können also die nachfolgenden Sätze nur für den Zeichnungsstil gelten. Bei seinen Abänderungen kann es sich nicht um Modifikationen, auch nicht, was am nächsten liegt anzunehmen, um Standortmodifikationen handeln¹⁾. Denn Standortmodifikationen einer und derselben Spezies unterscheiden sich voneinander nicht in ihrer Erbmasse, d. h. im Komplex derjenigen Charaktere, die auf die Nachkommen vererbt werden. Sie liefern gleichwertige Nachkommen, für welche nur gilt, was genau gleich schon für die Eltern galt: die Fähigkeit, unter verschiedenem Milieu verschiedene Formen auszubilden.

Nicht weniger beweisend für die Erblichkeit (und gerade auch gegen die Annahme, es handle sich um Standortmodifikationen) sind die Kreuzungsversuche. Auch hier zeigen bei der Kreuzung der gestreiften Kunstrasse mit der *forma typica* die F_2 -Nachkommen noch die allerdings öfter gestörte Symmetrie der Fleckenreihen, obgleich die ganze dazwischenliegende erste Bastardgeneration unter neutralen Bedingungen gehalten wurde.

Gegen die Erblichkeit ist das Abflauen der neu-erworbenen Charaktere bei Nachkommen, die in neutralem Milieu gehalten werden, nicht zu bewerten. Diese Erscheinung zeigt nur, daß das

neue Merkmal von anderen als denjenigen Bedingungen, die es gebildet haben, wieder rückgebildet wird, aber auch hier erst im Lauf einiger Generationen. Dies ist weiter nicht verwunderlich.

3. Endlich ist zu prüfen, auf welche Weise die Charaktere erworben worden sind. Es sind zwei Möglichkeiten vorhanden: Entweder können die äußeren Bedingungen (Bodenfarbe) *direkt* auf die Keimzellen gewirkt haben; wir hätten dann das neue Merkmal als *blastogen* zu bezeichnen, und die neue Rasse dürfte als Mutation oder der Mutation verwandt aufgefaßt werden. Oder die äußeren Bedingungen können zuerst nur an dem Soma, dem Körper des in ihnen heranwachsenden Tieres den neuen Charakter hervorgerufen haben, und erst vom Soma wäre er auf die Geschlechtszellen übertragen worden (somatische Induktion). Die neue Rasse wäre in diesem Falle *somatogen* entstanden. Betrachten wir zuerst diese zweite Möglichkeit. Daß die Tiere während ihres individuellen Lebens abgeändert werden, daß also das Soma abgeändert wird, zeigen die Experimente. Die Entstehung der neuen Varietät hängt dann lediglich an der Möglichkeit der Übertragung des neuen Charakters vom Soma auf die Keimzellen. Daß sie besteht, wird uns durch die Transplantationsversuche bewiesen, welche — wenn sie zutreffen — mit Sicherheit zeigen, daß das Merkmal der Streifung vom Körper auf die Geschlechtszellen übergehen kann, wenn die Streifung künstlich gezüchtet wurde. Unerklärt, wenn auch äußerst bemerkenswert, bleibt allerdings dann immer noch die Tatsache, daß sich der Neuerwerb an Pigment, den der Körper des Tieres auf dem farbigen Boden in asymmetrischer Verteilung erfahren hat, bei den Nachkommen in symmetrischen Streifen ausbildet. Dies als andere Frage beiseite gesetzt, hat jedoch die Vererbung neu-erworbener Merkmale durch somatische Induktion, mit andern Worten, die somatogene Entstehung neuer Rassen, in hohem Maße an Wahrscheinlichkeit gewonnen. Dies Resultat ist so bedeutsam, daß gerade angesichts seiner Wichtigkeit auf zwei Mängel der *Kammererschen* Darstellung hingewiesen werden muß. Man kann sich auf Grund der vom Autor publizierten Abbildungen ein ganz sicheres Urteil nicht bilden. Die Arbeit, sonst so reich mit Tafeln ausgestattet, reproduziert als Beweisstück nur ein einziges jener doch schon sehr zahlreichen Tiere, welche die somatisch induzierte Gelbstreifung aufweisen. Es stehen bei diesem Individuum die Flecken in zwei deutlichen Reihen. Dasselbe aber finden wir unter Umständen auch bei „typisch gefleckten“ Tieren (vgl. Taf. XII, Fig. 4a—9a und Taf. II, Fig. 4a). Danach bleibt, wenn man das Bildermaterial betrachtet, die Möglichkeit doch nicht ganz ausgeschlossen, daß die reihenweise Anordnung der Flecken nicht durch Induktion entstanden, sondern von den „typisch“ gefleckten Eltern übernommen wurde. Die zu dem Transplantationsmaterial gehörigen Eltern hat *Kammerer*

¹⁾ Solche Modifikationen sind z. B. gewisse Sumpfpflanzen, welche je nach dem Standort Wasser- oder Landblätter ausbilden.

nicht abgebildet. Es zeigt sich gerade an dieser entscheidenden Stelle am empfindlichsten, daß dem Leser die Möglichkeit fehlt, sich an Hand von Figuren ein Bild der im Versuchsmaterial vorkommenden Varianten des Zeichnungsstils zu machen. Er ist ausschließlich auf die Angaben des Textes angewiesen.

Gegenüber diesen Erwägungen muß nun auch der andere Standpunkt besprochen werden: Die direkte Beeinflussung der Keimzellen durch die äußeren Bedingungen, d. h. die Entstehung der neuen Varietät durch Mutation. Gerade die oben erwähnte Tatsache, die symmetrische Aufteilung des von den Eltern neuerworbenen Pigments bei den Nachkommen ist auch unter diesem Gesichtspunkt zu betrachten. Die Parallele zwischen dem Erwerb des Somas und dem, was in den Keimzellen und damit in den Nachkommen auftritt, ist vollkommen nur für die Quantität des Pigments, nicht aber für den Zeichnungsstil. Denn es tritt ja die symmetrische Verteilung des neuen Pigments erst in den Nachkommen auf. Gerade aber der Zeichnungsstil ist es, und nicht die Pigmentquantität, wofür die Erblichkeit als zweifellos gelten kann. Diese Diskrepanz bietet naturgemäß für die Annahme von Mutationen durch direkte äußere Einflüsse auf die Keimzellen keine Schwierigkeit, bildet aber eine Lücke bei Annahme somatischer Übertragung auch dann, wenn man dieselbe durch die Transplantation für bewiesen ansieht.

Wie wir gesehen haben, kann die Reifungsperiode der Keimzellen der Einwirkung der äußeren Faktoren nicht entzogen werden. Sie liegt vor der Brunstzeit, und erschwerend fällt gerade bei den Amphibien ihre lange Dauer ins Gewicht. Gerade sie aber dürfte diejenige Phase sein, die äußeren Einflüssen zugänglich ist. Auch darin stünde somit der direkten Induktion nichts im Wege. Dagegen existieren für diese Annahme eine Reihe anderer Schwierigkeiten. Es ist zwar nicht unwahrscheinlich, daß das Licht auf die im Körperinnern liegenden Keimzellen eine direkte Wirkung haben kann. Sie mag verschieden sein, je nach dem Grad der Pigmentierung, indem die gelben Stellen mehr Licht durchlassen als die schwarzen. Die Keimzellen würden danach in gelben Tieren einer größeren Belichtung ausgesetzt sein. Für eine exakte Führung dieses Einwandes reichen aber nach der Meinung des Referenten die in dieser Richtung (von Šecérow) gemachten Beobachtungen bei weitem nicht hin. Es ist durchaus fraglich, ob diese Differenzen zwischen der Lichtdurchlässigkeit gelber und schwarzer Haut genügen können, um die verschiedene Beeinflussung der Keimzellen zu erklären. Ausgeschlossen wäre der Einwand erst dann, wenn die P-Generation auch in späteren Jahrgängen, während derer sie unter neutralen Bedingungen gehalten werden müßte, abgeänderte Nachkommen wie bei der ersten Laichperiode liefern würde. Dann

wäre eine direkte Beeinflussung der Keimzellen kaum noch denkbar. In geringem, aber nicht entscheidendem Umfang ist diese Forderung bei anderen Versuchen *Kammerers* an Eidechsen (*Lacerta fiumana*) erfüllt.

Aus alledem geht hervor, daß der Einwand, es handle sich um Mutationen, nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Man muß allerdings zugeben, daß die Regelmäßigkeit, mit der alle abgeänderten Tiere auch gleichsinnig abgeänderte Nachkommen erzeugen, mit der wenig regelmäßigen Art, wie sonst Mutationen entstehen, schlecht harmonisiert. Aber das bedeutungsvolle Resultat der Transplantationsexperimente, daß somatische Induktion möglich ist, besagt noch nichts Entscheidendes für die Versuche mit farbigen Böden. Immerhin muß man anerkennen, daß gerade infolge dieses Resultats die Wahrscheinlichkeit somatogener Entstehung und Vererbung der von *Kammerer* erzielten Abänderungen gestiegen ist.

Übrig bleibt nun bloß noch, die Bedeutung dieses Resultats für die Deszendenztheorie zu skizzieren.

Wir haben schon hervorgehoben, daß alle Organismen in höherem oder geringerem Grade der Anpassung an die äußeren Bedingungen fähig sind. Sie sind imstande, während ihres Lebens sich neuen äußeren Bedingungen, einem neuen Milieu mit neuen Einflüssen anzupassen. Man kann diese Anpassungen mit einem landläufigen und der Kürze halber praktischen Ausdruck als zweckmäßig oder besser als funktionsentsprechend bezeichnen. Es ist aber das Lager derjenigen Forscher sehr groß, die annehmen, daß solche individuellen Anpassungen nicht auf die Nachkommen vererbt werden können, und es würde in diesem Fall die ganze große Zahl solcher Anpassungen, solcher persönlicher Neuerwerbungen für die Entstehung neuer Arten ohne jede Bedeutung sein. Demgegenüber zeigen die Experimente *Kammerers* mit Wahrscheinlichkeit, daß unter Umständen — und gerade in Fällen, die bei der Entstehung neuer Arten eine Rolle spielen würden — die Erblichkeit persönlicher Neuerwerbungen vorhanden ist. Damit erhalten die Anpassungen, vom Einzelindividuum während seines Lebens ausgebildet, für die Nachkommenschaft den Wert neuer Merkmale. Es ist damit nicht nur eine breite Basis für die Entstehung neuer Arten gegeben, sondern vor allem ein Fortschritt in der Erklärung für die funktionsentsprechenden Anpassungserscheinungen der Organismen getan. Freilich, nicht das Problem, warum die Anpassung während des individuellen Lebens zustande kommt, ist dadurch klarer geworden, wohl aber die Frage, ob diese Anpassungen auf die Generationenfolge übergehen und damit für die Artbildung zu ihrer Bedeutung kommen.

Die Geschlechtsreife bei den farbigen Menschenrassen.

Von H. Fehlinger, München.

Es ist bis heute noch die vorherrschende Meinung, daß das *Klima* von erheblichem Einfluß auf den Eintritt der Geschlechtsreife sei. So sagt Rudolf Martin in seinem kürzlich erschienenen Lehrbuch der Anthropologie¹⁾: „In den Tropen lebende Rassen wachsen rascher und sind früher körperreif als Rassen der gemäßigten Zone. Die Ursache dafür liegt ohne Zweifel in dem früheren respektive späteren Eintritt der Pubertätsentwicklung.“

Soweit Japaner in Betracht kommen, hat E. Baelz schon 1901 ihre angebliche Fröheife bestritten; er fand zwar, daß das Wachstum beider Geschlechter in Japan früher abschließt als in Europa, aber die Entwicklung des weiblichen Geschlechts geht dort trotzdem nicht rascher vor sich. Nach übereinstimmenden Angaben von Lehrerinnen verschiedener Mädchenschulen werden die japanischen Mädchen später geschlechtsreif als die europäischen, und die Mischlingsmädchen nehmen eine Mittelstellung ein²⁾.

Seitdem sind verlässliche Angaben über den Eintritt der Geschlechtsreife bei den farbigen Rassen recht selten gemacht worden.

Sehr wichtiges Material hat O. Reche auf Matupi (Neu-Pommern, Melanesien) mit Hilfe der dortigen katholischen Mission gesammelt. Reche fand³⁾, daß der Wachstumsrhythmus der Melanesier ungefähr dem der Europäer entspricht, nur ist das ganze Wachstum um einige Jahre früher beendet: „Mit Beginn des 17. Lebensjahrs scheint in der Hauptsache bei den Mädchen, mit dem 18. bei den Knaben das Größenwachstum abgeschlossen zu sein.“ Aber bezüglich des *Eintritts der Pubertät* führten Reches Untersuchungen zu dem überraschenden Ergebnis, daß alle Matupimädchen, mit Ausnahme eines siebzehnjährigen, *noch nicht menstruiert hatten*. Reche bemerkt, dieses auffällig späte Eintreten der Menstruation sei übrigens auch den Missionaren bekannt, weil diese zur Verhinderung der allzu frühzeitigen Eheschließung nur nach bereits erfolgtem Eintreten der Menstruation der Braut die Ehebewilligung erteilen. Reches Ergebnis widerspricht auf das krasseste all dem, was man bisher annahm: „Die Pubertät tritt bei diesen Tropenbewohnern nicht nur *nicht früher*, sondern sogar *später* ein, als bei dem in gemäßigtem Klima lebenden Europäer. Sehr wichtig ist nun, daß bei den Matupi-Eingeborenen die Pubertät mit der markantesten Stelle der Wachstumskurve zusammenfällt, nämlich mit der Beendigung des Größenwachstums. Die Pubertät setzt in dem Moment ein, wo das Größenwachstum aufhört. Es sieht fast so aus, als ob der Eintritt der Geschlechtsreife alle Kraft absorbiere und ein weiteres Wachstum verhindere. Europäer verhalten sich bekanntlich in dieser Beziehung ganz anders; bei ihnen fällt der

Eintritt der Pubertät in die Periode der zweiten Streckung⁴⁾, also weit vor Beendigung des Größenwachstums.“ (Reche.)

Es scheint, daß das bei den Europäern bestehende Verhältnis den ursprünglichen Zustand anzeigt, da auch bei der Mehrzahl der Säugetiere die Pubertät vor dem Abschluß des Größenwachstums eintritt.

Reche berichtet ferner, daß bei den Matupikindern, dem späten Eintreten der Pubertät entsprechend, die *sekundären Geschlechtsmerkmale auffallend spät zur Ausbildung kommen*, was der Hauptgrund dafür ist, „daß die Knaben und Mädchen, zumal bei ihrer Kleinheit, selbst in ihren späteren Kinderjahren, auffallend jung aussehen, daß man sie stets jünger einschätzt, als sie in Wirklichkeit sind. . . Erst bei den 16jährigen Matupimädchen zeigte sich der erste Ansatz des Überganges von der Areolomamma zur Knospenbrust; die Entwicklung der Brust scheint also mit der ersten Menstruation ungefähr zusammenzufallen.“ Axillarchaar war bei den bis 16jährigen jugendlichen Matupi, mit einer Ausnahme, noch gar nicht vorhanden und bei den 17jährigen recht spärlich, obwohl es bei älteren Erwachsenen meist recht reichlich ist. Auch von Bartwuchs, der bei älteren Männern ziemlich stark entwickelt ist, war bei den bis 17jährigen Jünglingen keine Spur. — Dazu möchte ich bemerken, daß die späte Differenzierung der sekundären Geschlechtsmerkmale auch bei anderen farbigen Rassen auffällt, wie z. B. bei den Philippinern und den Indonesiern.

In *Deutsch-Neuguinea* tritt die Geschlechtsreife ebenfalls spät ein. Richard Neuhauf⁵⁾ sagt, nach Angabe von Missionaren, die schon lange unter den Papua leben, stellt sich auf Tami und bei den Jajim die erste Periode gewöhnlich mit dem 15. oder 16. Lebensjahr ein. Junge männliche Personen sehen bis zum 16. Jahre sehr unentwickelt aus. Neuhauf hält die Spät reife für eine Folge schlechter Ernährung, obwohl aus seiner sonstigen Darstellung nicht hervorgeht, daß die Lebensverhältnisse der Papua besonders ungünstig seien.

A. E. Jenks berichtet von *Nord-Luzon*⁶⁾, daß sowohl Knaben wie Mädchen beim Stamm der Igoroten die Pubertät in einem späten Alter erreichen, u. zw. gewöhnlich zwischen 14 und 16 Jahren. Die unter den Igoroten angesiedelten zivilisierten Ilokanoleute behaupteten bestimmt, daß die Mädchen nicht menstruierten, bevor sie nicht das 16. oder 17. Lebensjahr erreicht haben. Ein beträchtlicher Irrtum hinsichtlich des Alters scheint bei diesen Leuten, die schon lange unter europäischem Einfluß stehen, ausgeschlossen zu sein.

Eugen Fischer macht über die Bastards in *Deutsch-Südwestafrika* folgende Angaben⁷⁾: „In einer Familie menstruierten von den sechs Töchtern fünf zum ersten Male mit 15 Jahren, eine mit 16 Jahren. Eine Bastardfrau hatte seinerzeit mit 17 Jahren zuerst menstruiert, von ihren Töchtern drei mit je 13 Jahren, die vierte, die kränklich (chlorotisch?) war, mit 17 Jahren. Eine andere Bastardfrau, die selber mit 15 Jahren die erste Menstruation hatte, hat von einem weißen Manne zwei Töchter, die mit 16 und 17 Jahren reif wurden. Ein Mädchen — mit deutlicher Chlorose — gab an, mit 16 Jahren die erste Menstruation gehabt zu haben, ihre

¹⁾ Martin, Lehrbuch der Anthropologie, S. 232 und 234. Jena, 1914. Gustav Fischer.

²⁾ Baelz, Die körperlichen Eigenschaften der Japaner, Bd. 2, S. 37; ders., Das Wachstum der Geschlechter zur Pubertätszeit. Verhandl. d. Berl. Ges. f. Anthropologie, 1901, S. 211.

³⁾ Reche, Untersuchungen über Wachstum und Geschlechtsreife bei melanesischen Kindern. Korrespondenzblatt d. d. Ges. f. Anthropologie usw., 41. Jahrg., Nr. 7.

⁴⁾ Bei Knaben das 12. bis einschließlich 16., bei Mädchen das 11. bis einschließlich 14. Jahr.

⁵⁾ Neuhauf, Deutsch-Neuguinea, Bd. 1. Berlin 1911.

⁶⁾ Jenks, The Bontoc Igorot, S. 46 u. 66. Manila 1905.

⁷⁾ Fischer, Die Rehoboter Bastards und das Bastardierungsproblem beim Menschen, S. 123. Jena 1913.

Schwester sogar erst mit 18 Jahren.“ — Von drei Mädchen weiß *Fischer*, daß sie mit 16, 14 und 13 Jahren reiften. *L. Schultze* (von *Fischer* zitiert) berichtet, daß bei den Hottentotten die erste Menstruation in der Regel zwischen dem 13. und 15. Lebensjahre eintritt; auf welchen Grundlagen diese Angabe beruht, wird nicht gesagt.

Über die Neger liegen leider gar keine auf diesen Gegenstand bezüglichen Angaben vor. Die bei den Negern vielfach üblichen Reifezeremonien geben keinen Anhalt über das tatsächliche Alter beim Eintritt der Reife.

Das Reifealter von *Indianermädchen* im Südwesten der Vereinigten Staaten suchte *Aleš Hrdlička* nach der Körperlänge der Mädchen zu bestimmen, weil tatsächliche Altersangaben mangeln¹⁾. Diese Methode ist nicht einwandfrei, denn es steht fest, daß die schon geschlechtsreifen Individuen beträchtlich größer sind als *gleichaltrige* noch nicht geschlechtsreife Individuen²⁾. *Hrdlička* fand, daß von den Untersuchten, die im 12.—13. Lebensjahr standen, bei den Apachemädchen ein Drittel und bei den Pimamädchen sogar drei Viertel bereits menstruiert hatten. In der Altersklasse 13—14 Jahre hatten vier Fünftel der Apachen und neun Zehntel der Pimamädchen schon menstruiert und von 46 älteren Mädchen war nur eins noch nicht geschlechtsreif. Die ersten Zeichen der Entwicklung der Mammae merkte *Hrdlička* bei angekleideten Indianermädchen, deren Alter er auf 11—12 Jahre schätzte. Aber erst mit 15—17 Jahren nimmt der Mädchenkörper die typisch weiblichen Formen an; bis dahin hat er, wie *Hrdlička* meint, „eine etwas männliche Form“. Bei den Jünglingen fängt der Bart mit etwa dem 15.—16. Jahr zu wachsen an. (Ich habe den Eindruck, daß *Hrdlička* das Alter der Kinder und jungen Leute unterschätzt.) Das Klima ist im Wohngebiet der Apache- und PimaIndianer gemäßigt; die Tage sind in den tiefer gelegenen Regionen entschieden heiß, aber die Nächte sind sogar in diesen Regionen und auch im Sommer gewöhnlich kalt.

Zum Vergleich soll bemerkt werden, daß nach *H. P. Bowditchs* Untersuchungen³⁾ in Boston nahezu vier Fünftel der weißen in Amerika geborenen Mädchen zwischen dem 13. und 17. Jahr reif werden. Verhältnismäßig am häufigsten tritt die Reife zwischen dem 14. und 15. Jahr ein, aber über 40 % von insgesamt 575 Mädchen hatten mit vollendetem 15. Jahr noch nicht menstruiert.

Über den Eintritt der Pubertät bei Europäerinnen liegen viele, aber zum Teil einander widersprechende Angaben vor. Auf Grund eines 10 500 Frauen umfassenden Materials stellte *R. Schaffer*⁴⁾ für Deutschland das mittlere Alter des Menstruationsbeginnes mit ca. 15½ Jahren fest; in 53,3 % der Fälle traf der Menstruationsbeginn auf das 14. bis 16. Lebensjahr und in 85,1 % der Fälle auf das 13. bis 19. Lebensjahr. *Roche* meint, daß auf Grund von Literaturangaben der Menstruationsbeginn der Europäerinnen am häufigsten in das 14. Lebensjahr fällt. Bei sieben süddeutschen Mädchen, von welchen ich sichere Angaben habe, begann die Menstruation ausnahmslos im 14. Lebensjahr; darunter befinden sich je zwei und drei Schwestern. An

pathologische prämatüre Geschlechtsentwicklung wäre nur in einem dieser sieben Fälle zu denken, da in den übrigen das auffallendste Zeichen einer solchen Entwicklung (Kürze der Extremitäten bei Länge des Rumpfes) nicht vorhanden ist.

Innerhalb einer und derselben Rasse scheinen die Lebensbedingungen von großem Einfluß auf das Reifealter wie auf die körperliche Entwicklung überhaupt zu sein. Ungünstige Lebensverhältnisse bewirken eine Verlangsamung der Reife, günstige Lebensbedingungen dagegen beschleunigen sie⁴⁾. Hierauf dürfte vor allem die Tatsache beruhen, daß der Eintritt der Pubertät individuell um mehrere Jahre verschieden sein kann.

Eine sichere Erklärung der in der Rasse begründeten Verschiedenheiten des Pubertätsalters haben wir noch nicht. *Reche* sagt (a. a. O.), „es wäre denkbar, daß die für eine tropische Rasse (wie die Melanesier) charakteristische späte Geschlechtsreife durch den auf viele Generationen einwirkenden ungünstigen Einfluß eines zu heißen Klimas oder von ständiger Unterernährung allmählich erworben wurde“.

Dagegen führt der amerikanische Arzt *C. E. Woodruff*²⁾ das verschiedene Pubertätsalter der Nord- und Südeuropäerinnen darauf zurück, daß bei den in bezug auf Geschlechtliche Moral strengeren Nordeuropäern die Ausmerzungen der zu frühem Geschlechtsverkehr neigenden Personen seit langem mit großer Schärfe vor sich gehe, während sie in Südeuropa erhalten blieben. Durch diese Auslese mußte selbstverständlich das Pubertätsalter hinaufgerückt werden. — Ähnliches könnte auch von den farbigen Rassen angenommen werden, bei welchen in einem noch nicht allzu weit zurückliegenden Abschnitt ihrer Geschichte der frühzeitige Geschlechtsverkehr verpönt war. Die ethnographische Literatur zeigt auf sehr vielen Beispielen, daß gerade die sogen. primitiven Völker gegen solche Leute mit großer Strenge vorzugehen pflegen, die gegen die bestehenden Regeln des Geschlechtsverkehrs verstoßen. Von diesem Standpunkt aus betrachtet, hätten die Verschiedenheiten des Pubertätsalters als Folgen der Anpassung an gewisse gesellschaftliche Zustände zu gelten.

Besprechungen.

Kaye, G. W. C., X Rays, an introduction to the study of Röntgen Rays. London, Longmans, Green & Co., 1914. 250 S. Preis 5 sh.

Das Kayesche Buch ist im besten Sinne des Wortes eine Einführung in das Studium der Röntgenstrahlphysik, für den Praktiker und Mediziner sowohl wie für den experimentellen und theoretischen Physiker. In Anbetracht des sehr heterogenen Leserkreises, den das Buch erwarten darf, beschränkt sich der Verfasser nicht ängstlich auf das engere Thema, sondern sucht überall durch Betrachtung verwandter Phänomene den Gesichtskreis des Lesers so zu weiten, daß er an Bekanntes anknüpfen kann. So ist z. B. dem Buch eine allgemeine Übersicht über die Vorgänge in Entladungsröhren bei verschiedenem Druck des Gases vorausgeschickt, ferner wird kurz über die Bestimmung von *e/m* an Kathodenstrahlen und *J. J. Thomsons* Kanal-

¹⁾ *Hrdlička*, *Physiological and Medical Observations among the Indians*, S. 125—129. Washington 1908.

²⁾ *Martins* Lehrbuch, S. 232.

³⁾ *Bowditch*, *The Growth of Children* (8th Ann. Rept. State Board of Health, S. 12, Boston 1877).

⁴⁾ *Schaffer*, Über das Alter des Menstruationsbeginns. *Arch. f. Gynäkologie* Bd. 84.

¹⁾ Vgl. *Martins* Lehrbuch der Anthropologie, S. 235, sowie *Buschans* Menschenkunde, S. 231.

²⁾ *Woodruff*, *Expansion of Races*, S. 191 u. ff. New York 1909.

strahlspektren berichtet; an vielen Stellen werden Analogien bei γ -Strahlen besprochen, usw.

Die Gefahr des Dilettantismus, die in der Vielseitigkeit und in dem Bestreben, möglichst leicht verständlich zu sein, unzweifelhaft liegt, ist jedoch aufs glücklichste vermieden. Der Verfasser weiß vielmehr, da er stets den modernsten und am besten gesicherten Standpunkt vertritt, auch dem in das Gebiet Eingearbeiteten einen genußreichen Überblick zu verschaffen. Ganz besonders schön und für den Physiker, der in die Lage kommt, sich selbst eine Röhre entwerfen zu müssen, von großem Wert, sind die Betrachtungen über den Bau der Röntgenröhren. Diese Kapitel sind die erste übersichtliche Zusammenstellung eines enormen Erfahrungsmaterials, das sonst nur sehr versteckt in der Literatur zu finden ist. Überhaupt trägt das Buch überall in hervorragendem Maße dem praktischen Bedürfnis Rechnung, z. B. bei Besprechung der Hochspannungsstromquellen, der Unterbrecher, der Härtemesser usw. Manches, was der mit Röntgenstrahlen Arbeitende, zumal der Mediziner, als bewährte Vorschrift hinnimmt, findet an irgend einer Stelle des Buches seine Erklärung und wird dadurch in ein ganz neues Licht gesetzt. Der Verfasser hat offenbar bei aller Erfahrung, die er im Laufe einer langjährigen Beschäftigung mit Röntgenstrahlen gesammelt hat, das Stadium des Lernenden und die Fragen, die dem Neuling Schmerzen bereiten, nicht vergessen und ist deshalb doppelt berufen gewesen, diese Einführung zu schreiben.

Bezeichnend für den Stil des Buches ist der moderne Standpunkt, von dem aus es geschrieben ist. Dies gilt namentlich für das vorletzte Kapitel, das von den Interferenzerscheinungen an Kristallen handelt, und das sogar die Moseleyschen Arbeiten über die Eigenstrahlungen der Elemente noch enthält, die erst etwa einen Monat vor Ausgabe des Buches im Phil. Mag. erschienen sind. Der zusammenfassende Bericht über die Interferenzen zeichnet sich durch Klarheit und Allgemeinverständlichkeit aus. Er ermöglicht es dem Leser, sich ein Bild der experimentellen und theoretischen Methoden zur Erforschung der Kristallstruktur zu machen, obwohl natürlich auf viele Einzelheiten nicht eingegangen werden kann. Die Aufnahme der Moseleyschen Eigenwellenlängentabelle ist sehr angenehm, da man ja infolge der Möglichkeit, die Wellenlängen der Röntgenstrahlen mit der gleichen Leichtigkeit und Genauigkeit festzustellen, wie die des Lichtes, allmählich daran gehen wird, alle Messungen, die früher auf den Absorptionskoeffizienten $(\mu/\rho)_{\text{Al}}$ bezogen waren, auf Wellenlängen umzurechnen. Hierzu bietet die Moseleysche Tabelle im Verein mit den Tabellen über die Absorption der Eigenstrahlung der Elemente im Aluminium die nötigen Unterlagen.

Von den Anhängen des Buches sei der über die Coolidgeöhre hervorgehoben.

P. P. Ewald, München.

Tollens, B., Kurzes Handbuch der Kohlenhydrate. 3. Auflage. Leipzig, Joh. Ambr. Barth, 1914. XX, 816 S. und 29 Abbild. Preis geh. M. 22,—, geb. M. 23,50.

Die dritte Auflage des bekannten Tollensschen Buches über die Zucker schließt sich ihren Vorgängern in würdiger Weise an. Nach einer Besprechung der allgemeinen Eigenschaften der Kohlenhydrate, ihrer Darstellung und Synthese, folgt im 2. Teil die Einzelbesprechung, im 3. die Beschreibung der amorphen oder schwer kristallisierbaren Poly-Saccharide, im 4. die

mehrwertigen Alkohole der Glykosen und im 5. die Säuren der Kohlenhydratgruppe. Die Berücksichtigung der bis in die neueste Zeit reichenden Literatur ist eine sehr umfangreiche, wenn auch durch eine treffliche Auslese eine Häufung unwesentlicher Arbeiten vermieden ist.

Es werden aber nicht nur die rein wissenschaftlichen Fragen berücksichtigt, sondern auch die technischen Darstellungsweisen gestreift und, wie schon aus der Einteilung ersichtlich ist, nicht nur die Zuckerarten selbst, sondern auch die zu ihrem Verständnis wichtigen Derivate in den Kreis der Besprechung gezogen.

Die Kohlenhydrate sind in letzter Zeit mehrfach Gegenstand der Behandlung in Büchern gewesen, wie z. B. in ausführlicher Weise im Abderhaldenschen Biochemischen Handlexikon. Wenn man diese eingehende und systematische Aufzählung auch nicht missen möchte, so erfreut einen gerade das Tollenssche Handbuch durch eine schärfere Kritik. Besonders wertvoll müssen die Worte des Verfassers auf dem schwierigen und in mancher Beziehung noch unerfreulichen Gebiet der noch wenig erforschten Polysaccharide sein, die so schwer chemisch zu behandeln sind. Tollens hat auf diesem Gebiete selbst große Verdienste, man denke nur an seine Erforschung der Hemizellulosen, und er versteht es, seine Erfahrungen mitzuteilen und wertvoll zu machen.

Das Buch kann nicht bloß Spezialforschern, sondern auch allen, die am Kohlenhydratstoffwechsel und an der Zuckerchemie überhaupt Interesse nehmen, aufs wärmste empfohlen werden. H. Pringsheim, Berlin.

Leduc, St., Die synthetische Biologie (Das Leben Bd. II). Berechtigte Übersetzung von Alfr. Gradenwitz. Halle a. S., Ludwig Hofstetter, 1914. VII, 218 S. und 118 Fig. Preis geh. M. 5,—, geb. M. 6,—.

Das Buch ist als Fortsetzung eines vor zwei Jahren in deutscher Übersetzung erschienenen Werkes (Das Leben in seinem physikalisch-chemischen Zusammenhang) gedacht; die Leser des älteren Bandes werden in dem neuen viel Bekanntes wiederfinden. Auch in diesem legt Verfasser das Hauptgewicht auf Schilderung der von ihm erzeugten „künstlichen Zellen“ und überhaupt der „osmotischen Gewächse“, die er mit Organismen und Teilen von solchen vergleicht. Die Schilderung, die Verfasser von jenen Produkten gibt, ist oft allzu knapp; über die in den osmotischen Gewächsen beobachteten Strömungserscheinungen und die an ihnen wahrgenommenen Teilungserscheinungen u. ähnl. m., über die Methoden, durch welche Verfasser manche der von ihm abgebildeten Produkte erzeugt hat, werden wir nur unvollkommen unterrichtet; so bleibt z. B. unklar, auf welchem Wege Leduc die von Abbott beschriebenen Zonensteine durch „Osmose“ zu imitieren verstanden hat. Trotz alledem werden gewiß viele Leser die Berichte über des Verfassers interessante Experimente, seinen allzu kühnen Vergleichen, den allgemeinen Äußerungen über das Wesen des Lebens und den Ausblicken auf ethische und ästhetische Fragen vorziehen.

E. Küster, Bonn.

Wahnschaffe, F. und F. Schucht, Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung. 3. neubearbeitete Auflage. Berlin, P. Parey, 1914. 216 S. und 57 Textabbildungen. Preis geb. M. 6,50.

Die jetzt vorliegende neue (3.) Auflage der *Anleitung zur wissenschaftlichen Bodenuntersuchung* der in Fachkreisen genugsam bekannten Verfasser ist unter möglichster Anlehnung an die frühere Einteilung des

Buches herausgegeben. Sie zeigt damit die alte Eigenart des in jeder Beziehung empfehlenswerten Buches. Die beiden Verfasser sind selbstverständlich bestrebt gewesen, die mannigfachen Arbeitsweisen der Bodenuntersuchungen den neueren Fortschritten auf dem Gebiete der Bodenkunde anzupassen und sie vor allem — den erweiterten Kenntnissen entsprechend — auch um eine Anzahl zu vermehren: Ihre Absicht ist jedenfalls vollauf erreicht. Jedem, der sich irgendwie mit wissenschaftlichen Bodenuntersuchungen beschäftigt, dürfte das Buch unentbehrlich sein. Die Verfasser besprechen in einer Einleitung zunächst die einzelnen Begriffsbestimmungen des Bodens durch verschiedene Forscher, ferner die Einteilung des Bodens (die mannigfachen Bodenarten), die Entstehung des Bodens und den Zweck der Bodenuntersuchungen.

Der Gang der Bodenuntersuchungen umfaßt neben den einzelnen Vorarbeiten (wie Probenentnahme, Untersuchung der allgemeinen Beschaffenheit des Bodens, Aufbewahrung und Zubereitung des Bodens bis zu seiner Zergliederung) zunächst die *mechanische Bodenuntersuchung* (Körnung mit dem Siebe und die verschiedenartige Schlemmscheidung), dann die *Bestimmung der einzelnen wichtigsten „Bodenbestandteile“* (Zusammensetzung und Bestimmungen des Gehalts an Calcium- und Magnesiumcarbonat, an Humusstoffen, an Ton und Sand, sowie Ermittlung der Grundstoffzusammensetzung des Bodens durch die Einzeluntersuchung), ferner die *Bestimmung der mannigfachen Pflanzennährstoffe*, die *Bestimmung der für das Wachstum der Pflanzen schädlichen Stoffe des Bodens* und schließlich die *Ermittlung verschiedener Eigenschaften des Bodens, welche zum Teil auf physikalischen, zum Teil auf chemischen Ursachen beruhen* (nämlich das Gewicht des Bodens, sein Verhalten gegen Nährstofflösungen, gegen Wasser, gegen Gase, gegen Wärme; Bestimmung der Bodenquellstoffe, elektrische Messung der löslichen Bodensalze, den Zusammenhalt der Bodenteilchen und die festhaltende Kraft [das Anhaften] des Bodens). —

Am Schlusse des Buches werden noch einige allgemein gültige Grundsätze für die Bodenuntersuchung aufgestellt und in einem Anhang finden sich die Atomgewichte der häufiger vorkommenden Grundstoffe, die Wertzahlen zur Berechnung des gesuchten Stoffes aus dem gefundenen, sowie die Gewichte einiger Gase.

Bei alledem ist natürlich eine richtige umfassende Erklärung des Wortes „Boden“ wichtig. Eine solche Erklärung könnte, wie auch die Verfasser selbst besonders betonen, auf den ersten Blick fast überflüssig erscheinen, weil man das Wort ja immerfort und wie man sich meist einbildet, auch in einer ganz bestimmten Bedeutung gebraucht. Wenn man sich jedoch in den wissenschaftlichen Schriften näher umsieht, so findet man, daß der Begriff „Boden“ oftmals auf sehr Verschiedenartiges angewandt wird.

Auf diese mannigfachen Unterschiede kann natürlich hier nicht näher eingegangen werden. Nur einiges allgemein Wichtige mag erwähnt sein: *Ramann* setzt den Begriff „Boden“, ebenso wie verschiedene andere Forscher, vom erdgeschichtlichen Standpunkte aus fest und bezeichnet den Boden (Erdboden) als die „obere Verwitterungsschicht der festen Erdrinde“; *Mitscherlich* hingegen betrachtet den Boden nur vom Standpunkte der Pflanzenernährung aus und kommt damit der von den Verfassern selbst vertretenen Anschauung sehr nahe, wenn er sagt: „Boden ist ein Gemenge von pulverförmigen festen Teilchen, Wasser und Luft, welches, versehen mit den erforderlichen

Pflanzennährstoffen, als Träger einer Vegetation dienen kann.“

Nach der Auffassung der Verfasser des vorliegenden Buches, der sich *M. Fleischer*, *L. Milch* u. a. Forscher angeschlossen haben, ist das Wort „Boden“ kein erdgeschichtlicher, sondern ein kulturtechnischer, vorwiegend *land- und forstwirtschaftlicher Begriff*, bei dessen Erklärung das Hauptgewicht jedenfalls auf seine Beziehung zur Pflanzenwelt gelegt werden muß. Wenn man vom Boden spricht, so verbindet man damit ganz unbewußt die Vorstellung, daß dieses Ding imstande ist, den Pflanzen Standort und Nahrung zu geben. Man muß demnach unter *Boden* (nach *Wahnschaffe* und *Schucht*) die oberste lockere und zum Teil erdige Schicht unserer Erdrinde verstehen, soweit auf ihr als Träger eine regelrechte Pflanzenentwicklung, mag sie auch noch so kümmerlich sein, möglich ist: In dieser Erklärung ist demnach sowohl der durch Menschenhand für die Entwicklung der Pflanzen noch verbesserte Kulturboden, als auch der allein durch die Naturkräfte geschaffene Naturboden einbegriffen. Im Anschluß an diese grundlegende Erklärung werden von den Verfassern auch verschiedene sonst viel gebrauchte Bezeichnungen erläutert, die zum „Boden“ in engster Beziehung stehen, wie Ackerboden, Ackererde, Ackerkrume, Oberkrume und Untergrund. Eine richtige Erklärung des Wortes und Begriffes „Boden“ muß jedenfalls auf die gesamten Bodenarten Anwendung finden können. Manche mögen wohl meinen, daß vielleicht in einer neuen Auflage diejenigen Arbeitsweisen, die zurzeit nur noch geschichtlichen Wert haben und für wissenschaftliche Untersuchungen kaum noch in Frage kommen, besser fortgelassen würden. Nach der Ansicht anderer Versuchsansteller dürfte es jedoch den Wert des ganzen Buches nur erhöhen, wenn in ihm auch diese alten Arbeitsweisen stets wieder mit aufgeführt werden: Man kann besonders in der Wissenschaft bei ihrer weiteren Entwicklung öfters auf scheinbar ganz veraltete Verfahren vorteilhaft zurückgreifen. Das vorliegende Buch muß auch in seiner neuen Auflage sehr empfohlen werden. Wie alle sonst guten wissenschaftlichen Bücher würde freilich auch dieses Buch an Wert noch wesentlich gewinnen, wenn möglichst alle überflüssigen und leicht vermeidbaren Fremdwörter wenigstens bei Neuauflagen fortfielen.

B. Heinze, Halle a. d. S.

Astronomische Mitteilungen.

Ein neuer Komet. Nach verspätet eingetroffenen nordamerikanischen Mitteilungen ist auf der Höhensternwarte Arequipa, die ein in Südamerika gelegenes Zweiginstitut der Harvard-Sternwarte (bei Cambridge in Nordamerika) darstellt, von *Campbell* bereits im September ein heller Komet 1914e im südlichen Sternbild „Dorado“ aufgefunden. Inzwischen hat die Helligkeit dieses stark nach Norden sich bewegenden Kometen sehr bedeutend abgenommen. Im ganzen sind nunmehr während dieses Jahres fünf Kometen gefunden worden, wobei allerdings der vierte, 1914d, mit dem periodischen Kometen Encke identisch ist, dessen Wiederkehr mit einer Umlaufzeit von 3,3 Jahren (bisher die kürzeste Umlaufzeit eines periodischen Kometen um die Sonne) in diesem Jahre erwartet wurde. Der im Dezember vorigen Jahres von *Delavan* entdeckte Komet 1913f liegt so

günstig hinsichtlich seiner Bahnverhältnisse, daß er voraussichtlich noch für mehrere Jahre beobachtet werden kann. Es ist dies unter den sporadischen, also mit parabolischer Bahn sich bewegenden Schweifsternen ein äußerst seltener Fall, so daß für diesen Kometen die Bahnbestimmung mit ganz besonderer Sicherheit ausgeführt werden kann, wenn er von den Astronomen aufmerksam verfolgt wird. — **Von den deutschen wissenschaftlichen Expeditionen zur Beobachtung der totalen Sonnenfinsternis**, die am 21. August d. J. stattfand und in Deutschland nur partiell sichtbar war, ist nur die nach Norwegen unter Leitung von Prof. *Miethe* ausgegangene erfolgreich gewesen. Bei hervorragend günstigem Wetter sollen in Norwegen sehr interessante Beobachtungsergebnisse und wichtige Aufnahmen der Korona-Erscheinung erzielt worden sein. Die beiden von der Babelsberger Sternwarte und von der Potsdamer Sonnenwarte nach Rußland entsandten Expeditionen sind wegen des europäischen Krieges ergebnislos verlaufen. Während die Teilnehmer der Potsdamer Expedition sich nach Rumänien noch rechtzeitig in Sicherheit bringen konnten, sind die an der Expedition der Babelsberger Sternwarte beteiligten Astronomen, deren Ziel Feodosia in der Krim war, leider als russische Kriegsgefangene festgesetzt worden.

Entdeckung neuer kleiner Planeten. Auf der Wiener Sternwarte ist im September ein neuer Planetoid von Palisa entdeckt worden, der sehr lichtschwach, von der 13. Größenklasse ist. Auf der Sternwarte Königstuhl bei Heidelberg gelang es, im Oktober sogar fünf neue Planetoiden zu finden, drei durch *Wolf* und zwei durch den Astronomen *Reinmuth*.

Neue Ergebnisse photoelektrischer Helligkeitsmessungen an Sternen und Planeten teilt in den Astronomischen Nachrichten Nr. 4763 von der Königlichen Sternwarte Berlin-Babelsberg *P. Guthnick* mit, die auch ein allgemeineres naturwissenschaftliches Interesse verdienen. Die betreffenden Messungen wurden mit Natrium-, Cäsium- und Rubidiumzellen ausgeführt und haben zu folgenden Ergebnissen geführt. Sowohl durch die Vergleichung photoelektrischer Messungen mit visuellen als auch durch die Vergleichung der ersteren untereinander mit Zellen sehr verschiedener selektiver Empfindlichkeit ausgeführt, lassen sich recht genaue Farbenindex-Bestimmungen erhalten. Es ist sogar möglich, daß die photoelektrische Methode ohne Schwierigkeit und mit geringem Zeitaufwand dazu führt, das Zehntel einer Spektralstufe genau zu bestimmen. Ferner läßt sich, allerdings noch etwas hypothetisch, aus den vorliegenden Messungen folgern, daß die Intensitätsverteilung in den Spektren der Planeten Mars und Saturn von der Wellenlänge 5500 bis ins Ultraviolette einem merklich späteren Spektraltypus zu entsprechen scheint, als der für die Sonne gültige ist. Jedenfalls bieten photoelektrische Helligkeitsmessungen an Himmelskörpern nach dem genauen Verfahren, wie es hauptsächlich von *P. Guthnick* mit begründet ist, noch wichtige kosmogonische Ausblicke.

A. Marcuse.

Kleine Mitteilungen.

Eine neuzeitliche Parallele zum Steinkohlenwald.
Über tropische und subtropische Flach- und Hochmoore

auf Ceylon hat *K. Keilhack* in den „Jahresberichten und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereines“ eine vorläufige Mitteilung publiziert. Diese Arbeit ist von großem Interesse, da bekanntlich die Steinkohlenlager fossile Tropenflachmoore sind. Noch vor wenigen Jahren war man der Ansicht, daß in der tropischen und subtropischen Zone Moore mit Torfboden fehlen. So stand die Tatsache, daß es zur Steinkohlenzeit Tropenmoore gegeben hat, ohne neuzeitliche Parallele da. Erst im Jahre 1907 beschrieb *H. Potonié* ein von der Holländisch-Indischen Expedition in Sumatra entdecktes Torfmoor. Es war dies ein mit immergrünen, etwa 30 m hohem Mischwald bestandenes Flachmoor, welches *S. J. Koorders* im Jahre 1891 in der heißen Ebene des flachen östlichen Teils der Insel in mehr als 90 km Entfernung von der Küste entdeckt hatte. Bis in Einzelheiten konnte dieses Moor mit jenem fossilen Flachmoorwald verglichen werden, dem die Steinkohlen ihre Entstehung verdanken. Weitere tropische Moorbildungen fanden *Janesch* und *v. Staff* gelegentlich der Arbeiten der Deutschen Tendaguru-Expedition in Deutsch-Ostafrika. Von der Flora dieser Moore ist nichts bekannt.

Die kürzlich von *Keilhack* entdeckten Moore sind nun aber nicht nur deshalb interessant, weil sie von neuem bestätigen, daß Torfbildungen in den Tropen möglich sind. Wie wir noch sehen werden, beweist *Keilhacks* Entdeckung außerdem, daß Torfbildungen in den Tropen viel mehr zu Hause sind, als man bisher annehmen durfte. So braucht man denn jetzt nicht mehr darüber nachzudenken, wodurch in der Vorzeit die Torfbildung in so gewaltigem Maßstabe stattgefunden hat, daß die mächtigen Kohlenflöze resultieren konnten.

Nachdem nämlich das erste Tropenflachmoor beschrieben worden war, da vermeinte man, in den Tropen könnten ausschließlich Flachmoore entstehen. Man sagte sich, daß die Zersetzung der toten Pflanzenteile bei der tropischen Hitze eine so rapide sein müsse, daß überall da, wo diese Pflanzenteile nicht hinreichend von der Luft abgeschlossen würden, eine Verwesung stattfinden müsse, bei der kein fester Rest übrig bleiben könne. Man glaubte also, daß in den Tropen die Torfbildung sofort aufhören müsse, wenn sich der Torf soweit angehoben habe, daß das tote Pflanzmaterial nicht mehr hinreichend durch das Grundwasser von dem Sauerstoff der Luft abgeschlossen würde. *Keilhacks* Untersuchungen haben diese Ansichten widerlegt. Hat sich doch ergeben, daß (wenigstens im subtropischen Gebiet) auch oberhalb des Grundwasserspiegels noch Torf zu entstehen vermag.

Eine Zeile in dem Meyerschen Reiseführer „Weltreise“ hatte die Aufmerksamkeit *Keilhacks* auf Ceylon gelenkt. Es findet sich in diesem Buch bei Besprechung der Umgebung von Nureliya die Warnung: „Man hüte sich vor unsicheren moorigen Stellen“. Ein dortiges Hochtal zeigte sich denn auch als ein Gebiet ausgedehnter Torfmoorbildungen. In dem südlichen Teile dieses Tales liegt ein See. An den See schließt sich ringsum ein im wesentlichen mit Gräsern bestandenes Flachmoor, welches durch die immer mehr fortschreitende Verlandung seiner randlichen Teile entstanden ist. Wie bei unseren verlandenden Seen, so kann man auch beim Lake Gregory mehrere Vegetationsgürtel unterscheiden. Die größte Breite des Flachmoors erreicht kaum 200 m. „An das Flachmoor“, schreibt *Keilhack*, „schließt sich überall der zweite über dem Grundwasser gelegene Moortypus an, den ich nur als Hochmoor bezeichnen kann.“ Äußerlich stellt sich das von dem Hochmoor eingenommene Gelände als ein typisches Gehängemoor

dar, welches von den Rändern des ebenen Flachmoors aus an den Abhängen des Tales emporsteigt. Hier sei nur einer der Unterschiede zwischen den beiden Moortypen erwähnt. Auf dem Flachmoor finden sich nur vereinzelt kleine Gruppen von künstlich angesiedelten australischen Eucalypten; auf dem Hochmoor dagegen tritt ein charakteristischer Baum des Urwalds von Ceylon auf, der auf allen umliegenden Bergen einen bedeutenden Anteil an dessen Aufbau nimmt, es ist dies das prachtvolle Rhododendron arboreum, ein im Urwald 12–15 m hoher, mit prachtvollen, riesengroßen, leuchtend roten Blüten geschmückter Baum, der hier auf dem Hochmoor verkrüppelt ist zu knorrig gewachsenen, höchstens 3–4 m hohen, in der Größe der Blätter und Blüten arg verkümmerten und vereinzelt stehenden Exemplaren. Das Auftreten dieser verkrüppelten Rhododendren auf diesem Moor erinnert in ganz auffälliger Weise an die verkrüppelten Moorkiefern unserer norddeutschen Hochmoore. Das Gehängemoor mit allen seinen Eigenschaften ist das Ergebnis eines gegenüber dem Flachmoor sehr beträchtlichen Mangels an mineralischen Nährstoffen. Das Flachmoor erhält diese dauernd zugeführt aus dem Wasser des Sees, dem von allen Seiten nährstoffreiche Bäche zufließen, die ihre gelösten Salze aus dem Verwitterungsboden des Granits reichlich aufgenommen haben. Das Gehängemoor dagegen tritt ausschließlich vom Regenwasser befeuchtet, leidet also unter einem erheblichen Mangel an mineralischen Nährstoffen, und nur da, wo es von fließendem Wasser berieselt wird, kann sich das üppige Pflanzenleben der Flachmoorflora entfalten. Nachdem *Keilhack* noch einige interessante Einzelheiten besprochen hat, gibt er eine ausführliche Liste der Pflanzen, die von ihm im Flach- und Hochmoor von Nureliya gesammelt worden sind.

Von den weiteren Mooren, die *Keilhack* aufgefunden hat, seien noch die typischen Tropenflachmoore erwähnt, die er bei der Fahrt von Colombo nach Süden nahe dem südlichsten Teil der Insel im Gebiet des tropischen Regenwaldes, nur wenige Meter über dem Meeresspiegel, in großer Ausdehnung vorfand. Wir sind hier im tropischen Regenwald mit 2250 mm Niederschlägen. Regenfreie Monate gibt es nicht. Auch hier sind es typische Grasmoore, wie diese bisher nur in der gemäßigten Zone bekannt waren. Sie sind durchsetzt mit kleinen Inseln oder länglichen Streifen von niedrigen Bäumen und Büschen, die ihrerseits von einem üppigen Gewirr von Schlingpflanzen überkleidet sind. Unter diesen Schlingpflanzen wurde ein bis 3 m hohes, kletterndes Gras, eine Passiflore, beobachtet, sodann eine wundervoll rotblühende Liliacee, *Gloriosa superba*, und zwei Kletterfarne, *Lygodium* und *Gleichenia*. Diese Schlinggewächse erinnern uns an die üppige Lianenflora des Steinkohlenwaldes. Auch die hier gesammelten Pflanzen teilt *Keilhack* in einer Liste mit.

R. Potonié.

Zeitschriftenübersicht.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. September 1914.

Zurückwerfung und Brechung elastischer Wellen; von *Karl Uller*. Eine rein theoretische Studie.

Die Maxwell-Lorentz'schen Grundgleichungen der Elektronentheorie in Räumen endlicher Krümmung;

von *A. Byk*. *Byk* hat früher rechnerisch die beobachteten Eigenschaften der Atome aus der Annahme hergeleitet, daß im Innern der Atome die Lobatschewskische Geometrie gilt. Er gibt jetzt ein Gleichungssystem an, das die Maxwellsche Elektrodynamik des Vakuums und die von ihm zur Deutung elektrischer und chemischer Atomkräfte vom Standpunkte der nichteuklidischen Geometrie aus angegebenen Formeln zusammenfaßt. Es sind dies einfach die Maxwellschen Gleichungen in vektorieller Form, wobei die räumliche Dichte der Elektrizität als eine einfache Funktion von Einheitsstrecke und Entfernung vom Atommittelpunkt angesetzt wird. Als universelle Konstanten treten in dieser Funktion das Plancksche Wirkungsquantum sowie Masse und Ladung des Elektrons auf.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. Oktober 1914.

Brechung und Zurückwerfung einer elektromagnetischen Welle an einem optisch aktiven Körper; von *Karl Uller*. Es wird die bisher unbekannte, allgemeine und vollständige Lösung gegeben, indem die gebrochenen und zurückgeworfenen Werte des elektrischen Feldes berechnet werden. Damit sind zugleich auch die des magnetischen Feldes bekannt und somit der Strahlung. In eine Erörterung der Ergebnisse kann eingetreten werden, wenn die benutzte neue Rechenmethode auseinandergesetzt ist, was in einer besonderen Abhandlung erfolgen soll.

Theorie der Liebenröhre mit einem Beitrag zur Frage nach der Trägheit von Gasentladungen; von *R. Lindemann* und *E. Hupka*. Die Entladungsvorgänge in der zur Stromverstärkung jetzt vielfach in der Telephontechnik benutzten Liebenröhre werden auf Grund der Ionentheorie gedeutet. Für das Verhalten der Röhre ist die Abhängigkeit des von der Glühkathode zur Anode fließenden Stromes von dem zwischen der Kathode und der siebartigen Hilfselektrode übergehenden Strom charakteristisch. Die entsprechenden Kurven bilden nach den vorliegenden Versuchen Schleifen, ähnlich den Hysteresisschleifen der Magnetisierungskurven. Die auf eine Trägheit der Gasentladung zurückgeführte Erscheinung macht sich in den mit 50-periodigem Wechselstrom oszillographisch aufgenommenen Stromkurven durch gewisse Kurvenverzerrungen und Phasenverschiebungen bemerkbar (s. auch Archiv für Elektrotechnik über die Anwendbarkeit der Röhre zu Meßzwecken).

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Oktober 1914.

Eine neue Zentriervorrichtung für Feldmeßinstrumente; von *Löschner*. Um ein Feldmeßinstrument über einem gegebenen Bodenpunkt zentrisch aufzustellen, empfiehlt *L.* ein exzentrisch zur Instrumentenachse angeordnetes Diopterrohr, das den Punkt anzuvisieren gestattet. Mit dieser Einrichtung läßt sich der mittlere lineare Gesamtfehler für die Zentrierung eines Theodolits auf $\pm 0,4$ mm herabdrücken, gegen $\pm 1,46$ mm mit dem gewöhnlichen Doppelsenkel.

Über die Ausmessung von Stereophotogrammen mit dem Stereokomparator Form D von Zeiß-Pulfrich; von *K. Lüdemann*. Auf Grund zahlreicher Literaturangaben und eigener Messungen des Verf. werden Ursprung und Größe der Ausmaßfehler besprochen. *L.* findet: fast der ganze Betrag der mittleren Fehler entfällt auf die beschränkte monokulare und binokulare Sehschärfe. Die instrumentellen Fehler (die die Platte veranlaßt durch ihr Korn, ihren Mangel an Ebenheit, ihre Veränderung durch die Temperatur u. dgl., oder die der Stereokomparator veranlaßt durch Fehler und toten Gang der Parallaxenschraube, Temperatureinfluß u. dgl.) sind demgegenüber unbedeutend.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 48.

27. November 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Neuere Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen. Von *Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem*. S. 1009.

Narkose im Pflanzenreich. Von *Dr. Alfred Heilbronn, Münster*. S. 1012.

Die Verteilung der Katalase im Organismus und ihre biologische Bedeutung. Von *Dr. O. Steche, Leipzig*. S. 1015.

Besprechungen. S. 1018.

Kleine Mitteilungen. S. 1019.

Zeitschriftenübersicht. S. 1020.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und im Betriebe

Zum Gebrauch in Maschinen-
laboratorien und in der Praxis

von

Professor Dr.-Ing. A. Gramberg

Danzig-Langfuhr

Dritte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage.

Mit 295 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis Mark 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich	4	13	26	52 maliger Wiederholung
	:0	20	30	40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Neu! Neu! Neu!

Handwörterbuch der Naturwissenschaften

10 Bände gebunden 230 Mark

9 Bände liegen fertig vor und werden gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark Quartalsrate franko geliefert. Ein Band zur Ansicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,

BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.



Verlag von Julius Springer in Berlin.

Über Rassenhygiene

Von

Dr. Kurt Goldstein

Universitätsprofessor in Königsberg i. Pr.

1913. Preis M. 2.80

Verlag von Julius Springer in Berlin

Der Krieg gegen Frankreich 1870/71 und die Einigung Deutschlands.

Von Th. Lindner.

Mit 20 Vollbildern, zahlreichen Abbildungen im Text und 5 Kartentafeln.

VIII und 164 Seiten gr. 4°. — In Leinwand gebunden Preis M. 4.—.

Das auf Veranlassung des Preussischen Kultusministeriums zum Jubiläum des Krieges 1870/71 herausgegebene Werk, von dem bisher über 220 000 Exemplare verkauft wurden, schildert in historischer Treue und klarer, schöner Sprache unter Beifügung einer großen Anzahl künstlerischer Abbildungen und instruktiver Karten die Ereignisse des Krieges 1870/71. In der gegenwärtigen Zeit, in der sich das Interesse wieder besonders stark den großen Tagen des Jahres 1870/71 zuwendet, wird das angesichts seiner guten Ausstattung und reichhaltigen Illustrierung außerordentlich billig zu nennende Buch den vielen, die sich mit der Geschichte dieser Zeit beschäftigen wollen, ein willkommener Führer sein.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

27. November 1914.

Heft 48.

Neuere Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

Über die Aufgaben und die Tätigkeit des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen (AEF.) ist vor Jahresfrist ein ausführlicher Bericht erstattet worden (diese Zeitschrift 1, 921—927, 1913). Inzwischen hat der Ausschuß wiederum fleißige Arbeit geleistet¹⁾, und es erscheint deshalb eine Besprechung derselben schon jetzt wieder an der Zeit. Es mag daran erinnert werden, daß der nachstehend wiedergegebene Satz IV, die Zeichen für Maßeinheiten sowie die Liste B der Formelzeichen als Resultat langjähriger Beratungen nunmehr endgültig angenommen sind; es entspricht nicht nur dem Wunsche des AEF. und der hinter ihm stehenden Vereine, sondern auch der Zweckmäßigkeit, sich aller dieser Festsetzungen in Veröffentlichungen und Vorträgen zu bedienen. — Der abgeänderte Entwurf V sowie die neuen Entwürfe XIII bis XVIII werden zur allgemeinen Diskussion gestellt. Ob, bzw. in welchem Umfang sie einmal zu endgültigen „Sätzen“ erhoben werden, hängt davon ab, in welchem Maße sie bei den verschiedenen Interessentengruppen Zustimmung finden.

Satz IV. Die Einheit der Leistung. Gegen den im vorigen Bericht (S. 922) mitgeteilten

¹⁾ Ausführlicheres z. B. in den Verhandl. d. Deutschen Physikalischen Gesellschaft 15, 621—624, 1913; 16, 170 bis 179, 497—511, 1914.

Satz IV ist aus den Kreisen der Maschinenindustrie der Einwand erhoben, daß der Einheitsname Großpferd wesentliche Nachteile praktischer Art mit sich bringe, und es ist demgemäß der Einführung dieses Namens widersprochen worden. Unter diesen Umständen hat der AEF. den Satz IV durch Weglassung des Einheitsnamens Großpferd und des zugehörigen Zeichens in die nachstehende Form gebracht, welche nunmehr ausschließlich Geltung hat: Die technische Einheit der Leistung heißt Kilowatt. Sie ist praktisch gleich 102 Kilogrammsterk in der Sekunde und entspricht der absoluten Leistung 10^{10} Erg in der Sekunde. Einheitsbezeichnung kW.

Zeichen des AEF. für Maßeinheiten. Der Teil A: Leitsätze, ist noch nicht festgestellt worden, weil sich während der Beratung im AEF. selbst der Wunsch nach einigen kleinen Änderungen ergeben hat, die noch der Beratung unterliegen. Auch der Teil B: Zeichen und Abkürzungen, hat mancherlei Wandlungen erfahren. Einer der wesentlichsten Einwände betrifft die Einheiten für mechanische Größen, bezüglich deren der Entwurf das absolute und das technische Maßsystem als gleichberechtigt nebeneinander behandelte. Da aber schon die Grundbegriffe strittig sind und eine Einigung erst noch weitere Erörterungen erfordert, so schien es zweckmäßig, von Festsetzungen zunächst abzusehen. Indessen schien es nicht empfehlenswert, die wichtigen Einheiten des Gramm und seiner Ableitungen sowie der Tonne fortzulassen, doch

Meter	m	Liter	l	Tonne	t
Kilometer	km	Hektoliter	hl	Gramm	g
Dezimeter	dm	Deziliter	dl	Kilogramm	kg
Zentimeter	cm	Zentiliter	cl	Dezigramm	dg
Millimeter	mm	Milliliter	ml	Zentigramm	cg
Mikron	μ	Kubikmeter	m ³	Milligramm	mg
Ar	a	Kubikdezimeter	dm ³		
Hektar	ha	Kubikzentimeter	cm ³	Stunde	h
Quadratmeter	m ²	Kubikmillimeter	mm ³	Minute	m
Quadratkilometer	km ²			Minute alleinstehend	min
Quadratdezimeter	dm ²	Celsiusgrad	°	Sekunde	s
Quadratzentimeter	cm ²	Kalorie	cal	Uhrzeit: Zeichen erhöht	
Quadratmillimeter	mm ²	Kilokalorie	kcal		
Ampere	A	Siemens	S	Watt	W
Volt	V	Coulomb	C	Farad	F
Ohm	Ω	Joule	J	Henry	H
Amperestunde	Ah	Mikrofarad	μF		
Milliampere	mA	Megohm	MΩ		
Kilowatt	kW	Kilovoltampere	kVA		
Megawatt	MW	Kilowattstunde	kWh		

wird der Streit über ihre Bedeutung als Masse, Kraft oder Gewicht nicht berührt.

Die Zeichen des AEF. für Maßeinheiten siehe auf der vorstehenden Seite.

Formelzeichen des AEF. Liste B. Die Liste B der Formelzeichen hat gegenüber dem im vorigen Jahrgang dieser Zeitschrift S. 926 abgedruckten Entwurf nur wenige Veränderungen (z. B. Leistung N statt früher L) erfahren. Die Liste wird hier mit Berücksichtigung der Änderungen abgedruckt und dringend der Beachtung empfohlen:

Größe	Zeichen
Fläche	<i>F</i>
Kraft	<i>P</i>
Moment einer Kraft	<i>M</i>
Arbeit	<i>A</i>
Leistung	<i>N</i>
Normalspannung	σ
Spezifische Dehnung	ϵ
Schubspannung	τ
Schiebung (Gleitung)	γ
Schubmodul	<i>G</i>
Spezifische Querkontraktion $\nu = 1/m$ (<i>m</i> Poissonsche Zahl)	ν
Trägheitsmoment	<i>J</i>
Zentrifugalmoment	<i>C</i>
Reibungszahl	μ
Widerstandszahl für Flüssigkeitsströmung	ζ
Schwingungszahl in der Zeiteinheit	<i>n</i>
Mechanisches Wärmeäquivalent	<i>J</i>
Entropie	<i>S</i>
Verdampfungswärme	<i>r</i>
Heizwert	<i>H</i>
Brechungsquotient	<i>n</i>
Hauptbrennweite	<i>f</i>
Lichtstärke	<i>J</i>
Widerstand, elektrischer	<i>R</i>
Stromstärke, elektrische	<i>I</i>

Unter den Entwürfen beschäftige uns zunächst der schon früher in anderer Fassung zur Beratung gestellte

Entwurf V: Wechselstromgrößen.

A. Begriffe und Namen.

In einem Stromzweig seien gemessen:

I der effektive Strom;
E die effektive Spannung zwischen zwei Punkten;
L die zwischen diesen Punkten verbrauchte (mittlere) Leistung.

Dann wird genannt:

1. a) *I* Strom,
b) L/E Werkstrom,
c) $\sqrt{I^2 - (L/E)^2}$ Blindstrom.
2. a) *E* Spannung,
b) L/I Werkspannung,
c) $\sqrt{E^2 - (L/I)^2}$ Blindspannung.

3. a) $E \cdot I$ Scheinleistung,
b) *L* Leistung,
c) $\sqrt{(E \cdot I)^2 - L^2}$ Blindleistung.
4. a) E/I Scheinwiderstand,
b) L/I^2 Werkwiderstand,
c) $\sqrt{(E/I)^2 - (L/I^2)^2}$ Blindwiderstand.
5. a) I/E Scheinleitwert,
b) L/E^2 Werkleitwert,
c) $\sqrt{(I/E)^2 - (L/E^2)^2}$ Blindleitwert.
6. $L/(E \cdot I)$ Leistungsfaktor.

Ferner werden genannt:

der mit Gleichstrom gemessene Widerstand des Leiters: Gleichwiderstand;

der Widerstand, der durch Multiplikation mit der Zeit und dem Quadrat des Stromes die in dem Leiter entwickelte Wärme bestimmt: Echtwiderstand.

Kann und will man die Blindgrößen nach ihren Ursachen unterscheiden, so sollen sie Induktions- oder Kapazitätsgrößen genannt werden, z. B. Induktionswiderstand, Kapazitätswiderstand usw.

Der vorliegende Entwurf stellt ein System von einheitlichen Namen dar, das auf alle in Betracht kommenden Größen ausgedehnt ist, während sich der AEF. früher auf die wichtigsten Größen beschränkt hatte. Das Streben, diesem Bedürfnis zu genügen, erschwerte die Auffindung passender Namen erheblich, denn ein Vorwort, das für die eine Größe, z. B. eine Widerstandsgröße, sehr gut paßte, eignete sich nicht immer auch für eine andere Größe, etwa für eine Stromgröße.

Die beiden gewählten Vorsilben „Werk“ und „Blind“ finden ihre Erklärung durch das Verhältnis, in dem die zu benennende Größe zur Leistung steht. „Werk“ erschien durch seinen Anklang an „wirksam“, durch seine Kürze und durch die Tatsache, daß es neuerdings in der deutschen technisch-wissenschaftlichen Literatur mehr und mehr in ähnlicher Bedeutung verwendet wird, besonders geeignet. „Blind“ wurde in der Erinnerung an seine längst übliche Verwendung in der technischen und in der Umgangssprache in der Bedeutung von „nicht wirksam“ oder auch „nicht eigentlich“, wie in „Blindmutter“, „blindes Fenster“ oder in „blinder Schuß“ u. a. gewählt. — Eine nebensächliche, aber doch erfreuliche Folge der Aufstellung des Namensystems ist, daß der Name „effektiver Widerstand“ nun nicht mehr gebraucht wird. Das Wort „effektiv“ kann vielmehr für die sogenannten quadratischen Mittelwerte eindeutig verwendet werden.

Der Name „Gleichwiderstand“ ist in Einklang mit dem Namen Gleichstrom gebildet; er kann auch als Ausdruck dafür aufgefaßt werden, daß die ihn bezeichnende Größe gleichmäßige Verteilung der Stromdichte über den ganzen Querschnitt des Leiters voraussetzt. Beim „Echtwiderstand“ ist die Stromdichte infolge der Stromverdrängung (des „Skinneffekts“) nicht

gleichmäßig verteilt. Für Gleichstrom ist also der Lichtwiderstand immer größer als der Gleichwiderstand.

Entwurf XIII: Gewicht. Der Ausdruck „Gewicht“ bezeichnet eine Größe gleicher Natur wie eine Kraft; das Gewicht eines Körpers ist das Produkt seiner Masse in die Beschleunigung seiner Schwere.

Aus den Erläuterungen sei folgendes hervorgehoben: Die Frage nach der Definition des Wortes Gewicht hat mit derjenigen, ob das absolute oder das technische Maßsystem zur Anwendung empfohlen werden soll, nichts zu tun. In der alten Maß- und Gewichtsordnung wurden die Worte „Masse“ und „Gewicht“ als Synonyme behandelt. Dieser Sprachgebrauch steht aber im völligen Gegensatz zu der Übung der Physiker, welche das Gewicht eines Körpers stets als eine Kraft, nämlich als diejenige Kraft definieren, mit der der Körper von der Erde angezogen wird. Ja viele benutzen das Wort „Gewicht“ geradezu zur ausdrücklichen Unterscheidung von Masse, um das technische Maßsystem vom absoluten zu unterscheiden, und zwar in den Zusammensetzungen „Massenkilogramm“ und „Gewichtskilogramm“.

Die Wirkung der Wage beruht auf dem Gleichgewicht von Kräften. Bei feineren Wägungen oder bei sperrigen Körpern ist daher die Auftriebskraft der Luft bei der Wägung mit zu berücksichtigen. Für viele, insbesondere praktische Zwecke, dient die Wage zur Messung von Kräften (so z. B. bei der Wägung von Gütern bei Post und Eisenbahn in Hinsicht auf die Tragkraft von Post- und Eisenbahnwagen, Brücken usw.). Noch häufiger, insbesondere für wissenschaftliche Zwecke, wird allerdings die Wage zur Messung von Massen benutzt, wobei aber Masse und Gewicht an demselben Ort der Erde in einem konstanten Verhältnis stehen, so daß auch die Gewichtsmessung zum Ziele führt. Derjenige, welcher die Wage hauptsächlich zur Massenermittlung benutzt, mag von Massensätzen statt von Gewichtssätzen sprechen, oder es mag der Chemiker die Bezeichnung „Atommasse“ der Bezeichnung „Atomgewicht“ vorziehen (für Atommasse und Atomgewicht bekommt man die gleiche unbenannte Verhältniszahl). Jedenfalls wäre es aber unzulässig, dem Wort „Gewicht“, das bisher in der Physik eindeutig als das Produkt aus der Masse und der Beschleunigung der Schwere an einem Ort bezeichnet wird und hierfür völlig unentbehrlich ist, eine andere Bedeutung zu geben.

Entwurf XIV: Dichte. 1. Massendichte (spezifische Masse) ist der Quotient der Masse eines Körpers durch sein Volumen.

2. Gewichtsdichte (spezifisches Gewicht) ist der Quotient des Gewichtes eines Körpers durch sein Volumen.

3. Dichtezahl (Dichteverhältnis) ist das Verhältnis der Massendichte oder der Gewichtsdichte eines Körpers zu der Massendichte oder der Ge-

wichtsdichte eines Vergleichskörpers. Wenn keine besonderen Gründe dagegen sprechen, ist für feste und flüssige Körper als Vergleichskörper Wasser von 4° C zu wählen.

4. Massenräumigkeit (spezifisches Massenvolumen) ist der Quotient des Volumens eines Körpers durch seine Masse.

5. Gewichtsräumigkeit (spezifisches Gewichtsvolumen) ist der Quotient des Volumens eines Körpers durch sein Gewicht.

In den Erläuterungen werden die vorstehenden Begriffsbestimmungen durch Formeln ausgedrückt. Wird die Masse eines Körpers mit m , sein Volumen mit V , Masse und Volumen eines Vergleichskörpers mit m_0 , V_0 und die Beschleunigung der Schwere mit g bezeichnet, so werden die fünf festgelegten Begriffe durch folgende Formeln dargestellt.

$$1. \frac{m}{V}.$$

$$2. \frac{mg}{V}.$$

$$3. \frac{m}{V} : \frac{m_0}{V_0} = \frac{mg}{V} : \frac{m_0 g}{V_0}$$

$$4. \frac{V}{m}.$$

$$5. \frac{V}{mg}.$$

Für viele Zwecke würde es genügen, für die Begriffe 1 und 2 einheitliche Benennungen einzuführen, so z. B. in der mathematischen Physik und der Mechanik, wo in der Regel die Massendichte oder die Gewichtsdichte, also eine benannte Zahl, in die Formeln einzusetzen ist. In der Chemie ist aber der dritte Begriff, die unbenannte Verhältniszahl, unentbehrlich. Die an vielen Tausenden von chemischen Stoffen und Lösungen ausgeführten Dichtebestimmungen sind zum größten Teil als Verhältniszahlen angegeben, wobei als Vergleichsstoff durchaus nicht immer Wasser von 4° gewählt ist. Vielmehr wird für feste und flüssige Stoffe daneben Wasser von 0°, von 15°, von 17½° usw., häufig „Wasser von der Versuchstemperatur“ als Vergleichsstoff benutzt. Die Dichtezahlen von Dämpfen und Gasen werden auf Normalgase von gleicher Temperatur und gleichem Druck bezogen, und zwar entweder auf Luft, oder auf Wasserstoff, oder auf ein ideales Gas, das genau den 32. Teil der Dichte von Sauerstoff besitzt. Alle diese Bestimmungen würden in der Luft schweben, wenn der Begriff 3 (unbenannte Verhältniszahl) künftig wegfiel. Zwar wird angestrebt, allgemein Wasser von 4° als Vergleichsstoff einzuführen und damit den Zahlenwert des Ergebnisses mit dem der Begriffe 1 und 2 bei passend gewählten Einheiten in Übereinstimmung zu bringen, aber vorläufig muß noch in weitem Umfang mit den bezeichneten Gewohnheiten gerechnet werden, die sich teils auf

Bequemlichkeitsgründe, teils, wie auch bei der Dichtezahl für Gase, auf theoretische Gründe (Beziehungen zum Molekulargewicht) stützen. Um aber den Begriff 3 als unbenannte Zahl von den Quotienten 1 und 2 streng zu unterscheiden, wird dafür die Benennung Dichtezahl (Dichteverhältnis) vorgeschlagen.

Entwurf XV: Formelzeichen des AEF. Liste C.

Nr.	Größe	Zeichen
1	Energie	W
2	Periodendauer	T
3	Kreisfrequenz	ω
4	Frequenz (bei Wechselstrom) . . .	f
5	Spezifischer Widerstand	ρ
6	Leitwert	G
7	Elektrostatische Induktion	D
8	Dielektrizitätskonstante	ϵ
9	Gegeninduktivität	M
10	Magnetischer Fluß	Φ

(Schluß folgt.)

Narkose im Pflanzenreich.

Von Dr. Alfred Heilbronn, Münster i. W.

Unter Narkose im allgemeinen verstehen wir einen Zustand, in dem einzelne Lebensfunktionen unterbunden sind, andere nicht. Speziell auf den Menschen angewendet, bedeutet die Narkose einen Zustand herabgesetzter Erregbarkeit des Zentralnervensystems. Die Substanzen, durch welche sich dieser herbeiführen läßt, nennen wir Narkotika. Ihre Wirkung auf den Organismus ist aber meist keine einheitliche. Sie besteht nicht nur in der Herbeiführung der Narkose, sondern zeitigt einen ganzen Komplex von Erscheinungen. Welche von diesen gerade hervortreten, das hängt einmal von der Dosis ab, in der das Narkotikum zugeführt wird, und weiter von der Zeitdauer der Einwirkung. Für die Mehrzahl der Narkotika gilt die Regel, daß sie in geringeren Dosen eine Steigerung, in stärkeren eine Hemmung vitaler Prozesse herbeiführen. Ein alt bekanntes Beispiel wäre die Wirkung des Alkohols auf den Menschen. Seine große Beliebtheit als Genußmittel verdankt er gerade seiner Fähigkeit, in geringen Dosen unter Steigerung der Erregbarkeit einen Zustand von Euphorie herbeizuführen, den Zustand, welcher die Erholung nach großen vorhergegangenen physischen oder psychischen Anstrengungen begünstigt, den Zustand, welcher durch Beseitigung hemmender Einflüsse gewisse Arten geistiger Produktivität erleichtert, die Phantasie belebt (nach *Tappeiner*, Arzneimittellehre).

Wir werden in der Folge sehen, daß analoge Wirkungen — freilich in primitiverer Ausdrucksform — auch im Pflanzenreich zu verzeichnen sind.

Sucht man nach gemeinsamen chemischen oder physikalischen Merkmalen der Körper, welche narkotische Wirkung zu entfalten vermögen, so erlebt man eine Enttäuschung, insofern nämlich, als es keine Eigenschaft gibt, die wirklich allen Narkotika gemeinsam zukäme. Die Mehrzahl der Narkotika zeichnet sich durch leichte Flüchtigkeit und intensiven Geruch aus, fast alle lösen sich in Lipoiden (Fettsubstanzen), vielleicht ist leichtes Durchdringen des lebenden Plasmas ein allen gemeinsamer Zug.

Die Arzneimittellehre unterscheidet Hypnotika und Anästhetika. Diese Trennung nach der Wirkungsweise hat natürlich für die Pflanzenphysiologie geringeren Wert, obwohl wir auch hier totale Narkose und Anästhesie unterscheiden könnten. Dann wäre der Begriff der Anästhesie der Pflanzen für einen Zustand umzudeuten, in welchem die Erregbarkeit des ganzen Organismus oder einzelner Organe durch einen oder mehrere bestimmte Reize unterbunden wird, wohingegen von Narkose dann zu sprechen wäre, wenn die Gesamterregbarkeit herabgesetzt beziehungsweise vorübergehend ausgelöscht und auch die Reaktionsfähigkeit transitorisch unterbunden ist¹⁾.

Sehr schwierig ist die Unterscheidung zwischen Narkotika und Giften, weil alle Narkotika in höheren Dosen und bei längerer Einwirkung giftig sind. Übrigens ist auch im Pflanzenreich die Giftigkeit für verschiedene Arten verschieden groß, ja, selbst unter den Vertretern einer Spezies gibt es mehr oder minder empfindliche Rassen. Auch eine Gewöhnung an Narkotika kann man erzielen, so daß also bei längerer Verabreichung des gleichen Narkotikums allmählich immer höhere Dosen vertragen werden können.

Die Zahl der Narkotika ist sehr groß. Ich erinnere an die bekanntesten: Äther, Chloroform und Alkohol. Aber auch Benzol, Xylol, Benzin sind Flüssigkeiten, die narkotische Wirkungen zu entfalten vermögen. Unter den Gasen wirken die Kohlenwasserstoffe des Leuchtgases, Blausäure, Ammoniak, sogar Kohlensäure, bei genügendem Partialdruck, narkotisch. Von festen Körpern nenne ich Chloralhydrat und vor allem viele Alkaloide (als Anästhetika!), ja, selbst anorganische Salze, Verbindungen des Calciums, können anästhesierend wirken.

Außer der durch die eben genannten Substanzen herbeiführbaren möchte ich noch eine andere Form der Narkose, die ich als Autonarkose bezeichne, erwähnen. Sie tritt dann ein, wenn ein pflanzlicher Organismus in sauerstoffarmer Atmosphäre sich befindet. Sie äußert sich bei vorübergehend zu hohen und zu niedrigen Temperaturen. Vielleicht gehört auch die oben erwähnte Kohlensäurenarkose in diese Gruppe. Man muß

¹⁾ Man beachte den Unterschied zwischen Erregbarkeit des ganzen Organismus und Gesamterregbarkeit des Organismus; die erstere bezieht sich auf einen oder mehrere, die letztere auf sämtliche Reize, welche überhaupt auf den ganzen Organismus wirken können.

sich wohl vorstellen, daß unter den letztgenannten abnormen Bedingungen im Stoffwechsel der Pflanze narkotische Substanzen entstehen, so wie das ja bei der intramolekularen Atmung sogar bekannt ist, bei welcher wohl sicher vorübergehend Alkohol gebildet wird.

Nach diesen allgemeinen Auseinandersetzungen wollen wir im folgenden die einzelnen physiologischen Funktionen des pflanzlichen Organismus betrachten und untersuchen, in welcher Weise dieselben von den Narkotika beeinflusst werden.

Daß die *Atmung* bei sechsstündiger Narkose gesteigert wird, hat *Zaleski* an Zwiebeln gezeigt. Bei längerer Einwirkung wird sie herabgesetzt. Eine praktische Anwendung der Atmungssteigerung sehen wir wahrscheinlich in dem Johannesschen Ätherverfahren beim Frühtreiben. Es handelt sich hier natürlich nicht nur um Steigerung der Atmung, sondern, wenn auch vielleicht indirekt, um *Wachstumssteigerung*: 12 bis 48 Stunden dauernde Narkose kürzt bei verschiedenen Pflanzen die Ruhezeit um 6 bis 8 Wochen ab. Dabei entfaltet das Narkotikum seine Wirkung nur in der Vor- und Nachruhe, nicht in der Mittelruhe. In beiden Perioden findet ein Kampf zwischen Wachstumsbetätigung und Wachstums- hemmung statt. Der Äther begünstigt den ersteren Prozeß, daher die erzielte Wirkung. Diese Erscheinung hat ein Analogon im Tierreich: auch bei Insekteneiern und Schmetterlingspuppen wird die Ruhezeit durch Ätherwirkung abgekürzt (*Fischer*). Einen ähnlichen Erfolg wie beim Frühtreiben von winterruhenden Zweigen erzielt man bei eben gereiften, noch in der Vorruhe befindlichen Gerstenkörnern. Sie lassen sich noch in der Mutterpflanze zum Austreiben bringen: ein Fall experimentell erzeugter Viviparie.

Die *Gärung* soll nach *Claude Bernard* durch Narkotika vollständig aufgehoben werden. Doch ist dieses Resultat sehr erstaunlich und bedarf jedenfalls exakter Nachprüfung, weil nicht auszu- denken ist, woher die Gärungsorganismen dann ihre Lebensenergie beziehen sollten. Vielleicht wird die typische Gärung nur durch einen noch weniger weit gehenden und deshalb schwerer nachweisbaren Oxydationsprozeß ersetzt.

Sicher aufgehoben wird vorübergehend die *Assimilation*, bei der Alge *Spirogyra* sowohl wie bei höheren Pflanzen. Diese Hemmung ist wohl nur ein spezieller Fall der ganz allgemein antikatalysatorischen Wirkung vieler Narkotika, d. h. ihrer Fähigkeit, chemische Prozesse, die durch einen Katalysator vermittelt werden, zu verzögern. Dies mag seinen Grund in den Änderungen der Oberflächenspannungsverhältnisse in narkotischer Atmosphäre haben.

Für die *Transpiration* liegen die Verhältnisse etwas komplizierter. Schwach narkotisierte Blätter transpirieren im Lichte stärker, im Dunkeln schwächer als normale. *Jumelle* gibt dafür folgende Erklärung: durch das Narkotikum werde die Assimilation sistiert, infolgedessen könne die

ganze Energie der vom Chlorophyll absorbierten Lichtstrahlen zur Transpiration verwandt werden. Diese Vorstellung begegnet doch recht erheblichen Schwierigkeiten. Voraussetzung dafür wäre, daß den Chlorophyllkörnern die Fähigkeit zukäme, die aufgenommene Lichtenergie je nach Bedarf in chemische Energie oder in Wärme umzuwandeln, denn diese letztere Form müßten wir schließlich für gesteigerte Transpiration verantwortlich machen. Nun hat aber weiterhin *Dixon* gezeigt, daß die Verdunstung selbst freier Wasseroberflächen durch Anwesenheit von Narkotika in der Luft herabgesetzt wird. Folglich ist klar, daß dieses rein physikalische Gesetz notwendigerweise auch das Geschehen im Organismus beherrschen muß. Deshalb müßte im Lichte entweder das Narkotikum vom Organismus rascher zerstört, vielleicht oxydiert werden, so daß also seine Konzentration säuke, oder aber es müßten, wie wohl auch *Jumelle* meint, dem Organismus im Lichte größere energetische Hilfsmittel zum Zwecke gesteigerter Transpiration zur Verfügung stehen. Die Beobachtung von *Josing*, daß die Plasmaströmung durch Narkotika im Lichte eine Steigerung, im Dunkeln eine Hemmung erfährt, zeigt uns die Richtung, in welcher die Erklärung des *Jumelle*-schen Phänomens zu suchen sein könnte. Es erscheint wahrscheinlich, daß der bei der Assimilation gebildete Sauerstoff in statu nascendi eine lebhaftere Verbrennung des Narkotikums bewirkt. Dadurch wird zweierlei erreicht: erstens die baldige Vernichtung des Narkotikums und zweitens werden relativ große Betriebskräfte gewonnen. Die meisten Narkotika stellen ja leicht oxydierbare und dabei große Wärmemengen liefernde Verbindungen (Alkohol, Äther!) dar.

Narkotische Transpirationshemmung wurde übrigens sogar unter ganz natürlichen Verhältnissen beobachtet an Flieger und Goldregenzweigen, sobald sich dieselben in einer Luft befanden, die von den Atmungsprodukten der *Artemisia absinthium* erfüllt war. *Dixon* erklärt allerdings diese Erscheinung als Folge des Eindringens ätherischen Öles in die Interzellularen, während *Burgerstein* die durch die Dämpfe des ätherischen Öls herabgesetzte Diathermansie für die Transpirationshemmung verantwortlich machen will.

Die *Ableitung der Assimilate* aus narkotisierten keimenden Samen wird ausgeschaltet; durch narkotisierte Blattstiele oder Stengelstücke vermögen Assimilate nicht hindurchtransportiert zu werden. Das ist ein weiterer Beweis für die ohnehin nicht zweifelhafte Anschauung, daß zur Ableitung assimilierter Substanzen die Mitwirkung des lebenden Plasmas unumgänglich nötig ist. Die hydrolytischen Prozesse aber, wie z. B. die Auflösung der Stärke, gehen weiter. Die natürliche Folge hiervon ist eine Anhäufung osmotisch wirksamer Substanzen, wie Zucker, Asparagin u. dergl. Damit ist notwendigerweise eine Steigerung des osmotischen Druckes verknüpft, und diese führt ihrerseits zu Wucherungen. Dabei ist

von besonderem Interesse, daß das Wachstum eine Verschiebung erleidet. Das Längenwachstum wird gestaut, gleichzeitig das Dickenwachstum gefördert. All das gilt wieder nur für schwächere Dosen. Bei stärkerer Narkose wird jegliches Wachstum sistiert.

Wie die Stoffableitung, so erfahren auch die mit ihr in ihrer Mechanik verwandten sekretorischen Funktionen Störungen; bei den Organismen, deren Bewegungen auf Ausscheidung von Sekreten zurückzuführen sind, werden diese, so bei den Oscillarien und Diatomeen, gehemmt.

Die Kerne narkotisierter Pflanzenorgane erfahren mannigfache Veränderungen: Vakuolenbildung ist häufig, selbst die Chromosomen erscheinen zuweilen vakuolisiert. Die Teilungen verlaufen anormal, häufig ohne Wandbildung. So entstehen mehrkernige Zellen (*Tradescantia*). Die komplizierte Karyokinese wird ersetzt durch die (wohl primitivere) Amitose (*Spirogyra*), oder in anderen Fällen treten selbst wiederholte Chromosomenspaltungen ohne Kernteilung auf, und es entstehen didiploide, ja selbst tetradiploide Kerne. Auch Kernverschmelzungen wurden beobachtet (Pollen der Lärche).

Was die narkotische Beeinflussung der Plasmaströmung anbelangt, so wurde schon oben der Josingschen Beobachtungen gedacht, nach denen im Licht eine Steigerung, im Dunkeln eine Hemmung der Strömung erfolgt. Auch eine Hypothese zur Erklärung dieses Phänomens wurde zu geben versucht. Daß starke narkotische Dosen eine Strömung ganz vereiteln, erscheint ohne weiteres selbstverständlich; allein es ist schwierig zu sagen, ob hier eine primäre oder eine sekundäre Wirkung des Narkotikums auf die lebende Substanz vorliegt. Von einer primären Wirkung müßten wir sprechen, wenn das Narkotikum den Strömungsprozeß selbst hemmt, indem es beispielsweise die Viskosität des Plasmas so weit steigert, daß die vorhandenen energetischen Hilfsmittel die zähe Masse zu bewegen nicht mehr imstande wären. Eine sekundäre Wirkung wäre dann gegeben, wenn die Herabsetzung der Sensibilität die Erregung durch äußere, strömungsbedingende Einflüsse verringerte. Unseren heutigen Kenntnissen nach wirken wohl beide Faktoren, primäre und sekundäre, zusammen. Es hat sich in der Tat herausgestellt, daß die Viskosität der lebenden Substanz nach größeren narkotischen Dosen eine Steigerung erfährt, und wir wissen ferner schon seit den ältesten Studien über Narkose im Pflanzenreich, daß eine Herabsetzung der Reaktionsintensität äußeren Reizen gegenüber ein typisches Kriterium für narkotische Einwirkung ist. Es liegt auf der Hand, diese beiden Erkenntnisse in kausalen Zusammenhang zu bringen und die Veränderungen der physikalischen Struktur des Plasmas als Ursache für die veränderte physiologische Funktion zu betrachten.

In das gleiche Kapitel wie die Stauung der Plasmaströmung gehört die Hemmung der Chro-

matophorenverlagerung, mag man nun annehmen, daß diese Verlagerungen durch aktive Bewegungen der Chromatophoren (*Senn*) normalerweise zustande kommen oder durch passiven Transport der Farbstoffträger im sich bewegenden Plasma; in beiden Fällen läßt sich narkotische Hemmung durch die oben gegebene Hypothese erklären.

Die Herabsetzung der Reizbarkeit, die eben als eine Wirkung der Narkose genannt ist, war es, welche überhaupt zur Entdeckung der Narkose im Pflanzenreich führte. Im Jahre 1848 demonstrierte *Marcet*, daß sich die Reizbarkeit der Mimose durch Chloroform aufheben ließ. 1849 zeigte *Clemens*, daß auch durch Äther der gleiche Effekt zu erreichen war. Später analysierte *Brücke* die Herabsetzung der Empfindlichkeit bei Mimosa in der Narkose genauer und stellte fest, daß auch die Reaktionsweise narkotisierter Pflanzen anders verläuft als die normaler. Die Fälle, bei denen es gelang, Krümmungsbewegungen durch Narkose zu hemmen, häuften sich bald. *Darwin* beobachtete sie an den Blättern der Venusfliegenfalle, *Bert* an den Filamenten der Berberitzenblüten, *Pfeffer* an den Staubgefäßen der Kornblume und verwandter Cynareen. Die Tentakeln des Sonnentaus verlieren an Empfindlichkeit unter dem Einfluß von Calciumsalzen (*Correns*). Nach dem gleichen Autor wirken Chloroformwasser und Ammoniakdämpfe, in geringen Dosen, als Reiz auf Ranken, während Chloroformdämpfe eine Reizwirkung nicht auszulösen vermögen. Größere Dosen werden natürlich auch hier verminderte Empfindlichkeit und schließlich Lähmung herbeiführen.

Von besonderem Interesse erscheint die von *Czapek* gemachte Beobachtung, daß die geotropische Krümmungsfähigkeit eines pflanzlichen Organs durch wesentlich geringere Konzentration eines Narkotikums unterdrückt wird, als die geotropische Sensibilität; d. h. also, die Krümmungsfähigkeit läßt sich durch schwache Narkose aufheben, während die Perzeptionsfähigkeit gleichzeitig erhalten bleibt. Infolgedessen gelingt es, bei Leguminosen in der Narkose eine geotropische Reizung zu induzieren, als deren Ergebnis nach Aufhebung des Schlafzustandes geotropische Nachkrümmung bei nicht mehr einwirkendem Reiz eintritt. Vom Standpunkt der Statolithentheorie¹⁾ läßt sich diese Erscheinung vielleicht folgendermaßen erklären: Bei der zu Beginn der Narkose herabgesetzten Viskosität des Plasmas ist eine Umlagerung der Statolithen noch möglich. Tritt dann im Verlaufe der Narkose Erstarrung ein, so werden die Statolithen in der Reizlage gleichsam fixiert und müssen natürlich, wenn

¹⁾ Die Statolithentheorie in ihrer ursprünglichsten Form nimmt bekanntlich als Sinnesorgane für den Schwerkraftreiz Zellen an, welche im Plasma bewegliche Stärkekörnchen (Statolithen) oder dergleichen haben, die bei Verlagerung des betreffenden Organes ihre Lage auf der sensiblen Plasmahaut ändernd, der Pflanze den geotropischen Reiz vermitteln.

nach Beendigung des narkotischen Zustandes das Plasma seine frühere Empfindlichkeit wieder empfängt, den ursprünglichen Reiz vermitteln.

Während wir eben einen Fall besprochen haben, wo bei erhaltener Perzeptionsfähigkeit die Motilität gehemmt war, zeigt das nun folgende Beispiel, daß auch — für *Lichtreize* wenigstens — das Umgekehrte der Fall sein kann: *Bacterium termo* behält in schwach narkotischen Flüssigkeiten seine Beweglichkeit vollauf; während es sonst aber stets der Lichtquelle zueilt, hat es nun seine phototropische Reizbarkeit vollständig verloren.

Bei Organismen, welche auf verschiedenartige Reize durch ähnliche Bewegungen reagieren, lassen sich mit Hilfe von Narkotika diese Reizbewegungen differenzieren: *Mimosa* führt auf Berührung ganz ähnliche Bewegungen aus wie unter dem Einfluß von Lichtentzug. Es gibt aber, nach den Untersuchungen von *Brücke*, eine Dosis Äther, welche gerade genügt, um die Pflanze gegen Berührung unempfindlich zu machen, während ihre „Schlafbewegungsreizbarkeit“ erhalten bleibt.

Die Tropismen zeigen gleichfalls verschiedene Empfindlichkeit gegenüber narkotischen Einflüssen. Besonders der Geotropismus ist relativ leicht ausschaltbar, schon durch Dosen, welche geradezu eine Steigerung heliotropischer Empfindlichkeit bewirken. Auch die Autotropismen sind narkotisch wesentlich schwieriger ausschaltbar als der Geotropismus. Sie treten in solchen Fällen als Nutationen in Erscheinung, und es ist nicht unmöglich, daß die oft (*O. Richter*) beschriebenen „Laboratoriumsluftkrümmungen“, wie sie besonders beim Vorhandensein geringer Quantitäten von Leuchtgas in der Luft auftreten, auf narkotische Ausschaltung die Nutationen sonst verdeckender Tropismen zurückzuführen sind.

Über die Beeinflussung der *Reizleitung* liegen verschiedene, sich teilweise widersprechende, Angaben vor. Es ist aber sehr wohl möglich, daß im einen Falle (z. B. *Mimosa*) durch lokale Einwirkung von Narkotika die Leitung eines Reizes über die behandelte Stelle erfolgt, während im anderen Falle (*Graskoleoptilen*) eine solche verhindert wird. Das könnte man sich dann vorstellen, wenn im ersteren Falle der Reiz durch eine Wasserverschiebung, welche natürlich auch durch die narkotisierten Teile hindurch anstandslos sich fortpflanzen kann, bewerkstelligt wird, während im zweiten Falle Zustandsänderungen der lebenden Substanz, von Zelle zu Zelle weitergegeben, am narkotisierten Plasma Halt machend, vielleicht für das entgegengesetzte Resultat verantwortlich zu machen sind.

Von der direkten Wirkung der Narkotika auf die Konstitution der lebenden Substanz haben wir noch keine Kenntnis. Was darüber gesagt wird, ist vorläufig hypothetisch. Für eine Anzahl von Narkotika hat *Overton* wahrscheinlich gemacht,

daß ihr Teilungskoeffizient: $\frac{\text{Fettlöslichkeit}}{\text{Wasserlöslichkeit}}$ ein Maß für ihre narkotische Wirksamkeit annähernd geben kann. *Overton* erklärt auf Grund dieser Erkenntnis den Vorgang so, daß das Narkotikum eine lose, reversible physikalisch-chemische Verbindung mit den Lipoiden eingehe. Dadurch sollen diese letzteren aus ihrem normalen Gleichgewichtsverhältnis mit den übrigen Zellbestandteilen herausgelöst werden, was wiederum Funktionseinstellung = Narkose zur Folge habe. Nimmt dann die Tension des Narkotikums infolge Ausscheidung oder Zersetzung im Außenmedium ab, so dissoziiere die lose Verbindung und die Narkose gehe zurück.

Die große Bedeutung, welche die Narkose für die Medizin erreicht hat, liegt vor allem in ihrer schmerzstillenden Wirkung. Es versteht sich von selbst, daß in dieser Richtung eine Verwendung der Narkotika im Pflanzenreiche nicht in Betracht kommt; wohl aber erblicken wir auf Grund der oben besprochenen Tatsachen in ihnen ein wertvolles Instrument zur Isolation von Reizerscheinungen oder Gliedern von Reizketten. Besonders die Lokalanästhesie wird über manche noch dunkle Fragen der Reizphysiologie wertvolle Aufschlüsse vermitteln können. Eine zweite praktische Verwendbarkeit ist die gleichfalls beschriebene beim Frühtreiben ruhender Pflanzenteile, welche in der Gärtnerei auch heute schon Einlaß gefunden hat. Eine besonders ideelle Bedeutung kommt aber der Erkenntnis zu, daß bei den niedrigsten Lebewesen, dann bei den höheren Pflanzen und schließlich bei den höchst organisierten Organismen die Empfindlichkeit für die Einflüsse der Außenwelt durch die gleichen narkotischen Agentien herabgesetzt wird. Das ist auch ein Argument zugunsten der Wesensgleichheit der lebenden Substanz bei allen Organismen, und es läßt darauf schließen, daß die primitiven Anzeichen von Empfindlichkeit äußeren Reizen gegenüber, die wir an der Wurzel der Organismenwelt finden, eine innere Verwandtschaft haben mit den komplizierten nervösen Regungen des heutigen Menschen.

Die Verteilung der Katalase im Organismus und ihre biologische Bedeutung.

Von Dr. O. Steche, Leipzig.

In den Geweben der Tiere und Pflanzen finden wir allgemein verbreitet ein Ferment, die Katalase, deren einzige, bisher mit Sicherheit nachgewiesene Wirkung die ist, Wasserstoffsuperoxyd unter Bildung von molekularem, also inaktivem Sauerstoff zu zersetzen. Man kann sich von dieser Fähigkeit sehr leicht in vitro überzeugen und die Aktivität eines Präparates bestimmen, wenn man die verdünnte Fermentlösung auf eine ebenfalls verdünnte Wasserstoffsuper-

oxydlösung einwirken läßt, und die Geschwindigkeit der Zersetzung durch Titration mit Kaliumpermanganat verfolgt. Bei geeigneter Versuchsanordnung findet man dann, daß die Werte für die Reaktionsgeschwindigkeit annähernd konstant bleiben, der Verlauf der Umsetzung sich also einer Reaktion erster Ordnung nähert. (Warum es in den meisten Fällen keine solche ist und sein kann, ist von *Waentig* und *Steche* ausführlich dargestellt worden; Zeitschr. f. physiol. Chemie 72, 76, 79.) Diese für ein Ferment ungewöhnlich exakte Bestimmbarkeit der Aktivität hat Veranlassung zu zahlreichen Untersuchungen gegeben, die sich auch mit der Bedeutung dieses Körpers für den Stoffwechsel beschäftigt haben. Die wohl am meisten anerkannte Vorstellung geht dahin, daß die Katalase ein oxydationshemmendes Ferment sei, durch Zersetzung des H_2O_2 oder anderer labiler Peroxyde (für letzteres fehlt allerdings noch jeder experimentelle Beweis). Sie würde also in einem gewissen Antagonismus zu den oxydationsfördernden Oxydasen resp. Peroxydasen stehen, was besonders *Wo. Ostwald* wahrscheinlich zu machen gesucht hat. Die Bemühungen, durch Studium der Verteilung der Katalase im Organismus Parallelen zu bekannten Intensitäten des Stoffwechsels zu finden, die besonders an Wirbeltieren, z. T. auch an Kranken ausgeführt wurden, haben kein recht befriedigendes Ergebnis erzielt. In neuester Zeit hat im zoologischen Institut Leipzig *Zieger* im Anschluß an eine Untersuchung von *Steche* und *Waentig* (Untersuchungen über die biologische Bedeutung und die Kinetik der Katalase, Zoologica Heft 67) das Reich der Wirbellosen eingehend durchforscht und dabei recht bemerkenswerte Ergebnisse erzielt. Zwar gelang es auch hier nicht, einfache Beziehungen zur Intensität des Stoffwechsels, in erster Linie also zum Sauerstoffverbrauch, zu finden: weder die Art der Atmung (Land- und Wassertiere, Anaerobier) noch die Art der Ernährung (Pflanzenfresser resp. Räuber) noch die der Bewegung (festsitzende, langsam und schnell bewegliche, fliegende Tiere) spricht sich deutlich in dem Maß der Katalasewirkung des betr. Objektes aus, obwohl man innerhalb einer und derselben Tiergruppe ihren Einfluß nicht selten zu bemerken glaubt. So sind z. B. die Wasserschnecken durchweg ärmer an wirksamer Katalase als die Land- und Schnecken. Sehr überraschend war aber, daß die einzelnen Tierkreise neben ihren morphologischen Unterschieden hier einen chemischen (oder vielleicht besser physikalischen und chemischen) Unterschied zeigten. Sehr arm an Katalase erwiesen sich im allgemeinen die Coelenteraten, die niederen Würmer und die höheren Krebse, in der Mitte stehen die niederen Krebse und die Mollusken, verhältnismäßig stark aktiv sind Spinnen und Insekten. Die weitaus höchsten Werte, die überhaupt gefunden wurden, ergaben seltsamerweise die Stachelhäuter, besonders die Seeigel, bei denen ein biologischer Grund dafür in keiner Weise ein-

zusehen ist. Es scheint also fast, als ob den verschiedenen chemischen Typen, als die wir doch wohl letzten Endes die morphologischen Gruppen anzusehen haben, auch gewisse Gesetzmäßigkeiten in der Verteilung der Katalase parallel gingen.

Sehr charakteristisch sind die Befunde, wenn man die Aktivität der Organe des gleichen Tieres untersucht. Schon die Arbeiten an Wirbeltieren hatten festgestellt, daß dort eine ganz bestimmte Reihenfolge in der Aktivität der Organe besteht, an der Spitze steht durchweg die Leber, dann folgt die Niere, dann das Blut. Auch bei den Wirbellosen finden wir diese Regel bestätigt. Die Leber oder, wie man hier richtiger sagt, die Mitteldarmdrüse ist bei weitem das aktivste Organ, wie bei zahlreichen Mollusken und Arthropoden festgestellt werden konnte. Es scheint also, daß bei der Arbeit in dieser Zentralstelle des Stoffwechsels die Katalase eine wichtige Rolle spielt. Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang folgendes: Bei vielen Wirbellosen gibt es keine morphologisch abgegrenzte Leber, ihre Aufgabe wird vom Darm mit geleistet. In solchen Fällen finden wir fast ohne Ausnahme den Darm sehr aktiv, während er sonst bei Wirbeltieren wie Wirbellosen zu den katalasearmen Organen gehört. Auf einen engen Zusammenhang zwischen Intensität des Stoffwechsels und Reichtum an Katalase weisen auch die Beobachtungen über Schwankungen des Katalasegehaltes mit der Jahreszeit hin. Es ließ sich für Stachelhäuter, Regenwürmer und Schnecken nachweisen, daß im Winter der Gehalt an Katalase wesentlich geringer ist als im Sommer, ganz besonders deutlich tritt dieser Unterschied gerade bei der Leber hervor. Mit welcher der mannigfaltigen Funktionen der Leber ihr hoher Fermentgehalt im Zusammenhang steht, läßt sich natürlich einstweilen nicht sagen, immerhin ist eine, allerdings nur durch *einen* Versuch belegte Tatsache von Interesse. Es wurden einerseits winterschlafende Schnecken, andererseits ein winterschlafender Igel untersucht; bei ersteren fand sich eine starke Abnahme der Katalase, bei letzterem kaum eine Veränderung gegen den Sommer. Nun liegen von beiden Tieren Angaben über den Glykogengehalt der Leber vor, bei den Schnecken schwindet es im Winter, beim Igel nicht.

Die andere Stätte, wo, nach den Verhältnissen bei Wirbeltieren zu urteilen, ein lebhafter Stoffwechsel stattfindet, die Nieren, wurden, wo sie untersucht werden konnten, auch bei Wirbellosen stark aktiv gefunden, die Atmungsorgane ließen sich leider aus technischen Gründen nicht vergleichen.

Bedeutungsvoll sind weiter die Befunde am Blut. Bekanntlich ist die Blutflüssigkeit der Wirbellosen keineswegs immer hämoglobinhaltig, spielt ja auch sicherlich nicht immer die Rolle des Sauerstoffübertragers (Insekten), wegen der ganz anderen Art der Atmung. Es ergab sich nun ganz scharf, daß mit dem Hämoglobingehalt stets ein relativ hoher Katalasegehalt parallel ging. Be-

sonders schön zeigt sich dies z. B. bei einem Ringelwurm, *Arenicola*. Dort haben wir eine rote Blutflüssigkeit und eine farblose Leibeshöhlenflüssigkeit, die sich bei einiger Vorsicht getrennt auffangen lassen. Dann erweist sich, wie von *Steche* festgestellt wurde, das rote Blut immer sehr aktiv, während die andere Flüssigkeit fast unwirksam ist. Es ist dabei keineswegs nötig, daß das Hämoglobin an Blutkörperchen gebunden ist; bei der Schnecke *Planorbis*, die den roten Farbstoff im Blute gelöst enthält, ist dies etwa fünfmal so aktiv als bei verwandten Arten mit farblosem Blute.

Interessant ist, daß das Muskelgewebe, in dem doch auch sehr lebhaft Umsetzungen vor sich gehen, stets äußerst wenig aktiv gefunden wurde. Dagegen ist das Fettgewebe immer sehr wirksam, worauf für die Wirbeltiere schon früher verschiedentlich, besonders von *Euler*, hingewiesen wurde. Ob bei diesem anderen wichtigsten Reservestoffdepot ähnliche Beziehungen vorliegen, wie sie oben für das Glykogen der Leber angedeutet wurden?

In anderer Richtung von Bedeutung sind die Befunde an derselben Art während verschiedener Entwicklungsstadien. Zunächst ergibt sich eine eigenartige Gesetzmäßigkeit im Verhalten der reifenden Geschlechtszellen. Die unreifen Eierstockeier sind stets sehr aktiv; mit zunehmender Reife sinkt die Katalasewirkung und erreicht im befruchtungsfähigen Ei ein Minimum. Es handelt sich hierbei wohl um ein allgemein gültiges Gesetz, da dies Verhalten für Coelenteraten, Würmer, Echinodermen, Arthropoden, Mollusken und Wirbeltiere gleichmäßig gefunden wurde. Der Dotterreichtum scheint nicht dafür verantwortlich zu sein, denn die dotterarmen Eier von Seeigeln und Spulwürmern zeigen das gleiche Bild, wie die dotterreichen der Insekten, Frösche und Schildkröten. Die Befruchtung ändert an diesen Verhältnissen offenbar nichts, auch die Entwicklung des Embryos im Ei bringt in vielen Fällen keine Zunahme. Dagegen tritt mit dem Ausschlüpfen eine rapide Zunahme ein; ich möchte ein paar Zahlen als Beleg für die außerordentliche Schärfe des Umschlags anführen. Bei der Stabheuschrecke, *Dixippus morosus*, beträgt der Katalasewert für:

Eier eben abgelegt	1 934 ¹⁾
Eier 1 Woche alt	1 657
Eier 2 Wochen alt	1 643
Eier 3 Wochen alt	1 658
Eier 4 Wochen alt	2 408
Eben geschlüpfte Tiere	61 996
Etwa 4 Wochen alte Tiere	62 886
Ausgewachsene Tiere	62 538

Bei der Nacktschnecke *Limax agrestis* sind die Werte für:

Eier kurz vor dem Schlüpfen 263

Eben schlüpfende Tiere 7094

Bei Tieren mit sehr weitgehender Entwicklung im Ei steigt während derselben bereits der Katalasegehalt, erreicht aber niemals den des freilebenden Tieres; ebenso liegen die Dinge bei den Säugetieren, wo nach verschiedenen Autoren der Katalasegehalt des Embryos stets wesentlich unter dem nach der Geburt liegt und die Zunahme direkt nach der Geburt eine sehr rapide ist.

Auch in der postembryonalen Entwicklung kommen solche charakteristische Änderungen im Katalasegehalt vor, besonders deutlich da, wo es sich um eine Metamorphose handelt, wie bei den höheren Insekten. Hier finden wir, wie *Steche* und *Zieger* mit zahlreichen Beispielen belegt haben, beim Ausschlüpfen eine verhältnismäßig hohe Aktivität, während der Wachstumsperiode der Larve sinkt sie allmählich und steigt dann vor der Verpuppung wieder ziemlich plötzlich an. In der Puppe hält sich der hohe Wert oft lange Zeit konstant und sinkt erst kurz vor dem Ausschlüpfen rapide ab. Man könnte sich vorstellen, daß es sich hier um ein Anhäufen von Reservematerial (Fett) vor der Verpuppung handelt, das dann bei der Entwicklung der Imago verbraucht wird. Dieser Abbau der Fettdepots geht Hand in Hand mit der Entwicklung der Geschlechtszellen; wir finden daher ganz regelmäßig, daß bei Tieren mit kurzer Puppenruhe, wo unmittelbar nach dem Ausschlüpfen die Kopula und Eiablage erfolgt, z. B. dem Schwammspinner, der Katalasegehalt schon in der Puppe schnell sinkt, während bei Tieren, die mit noch unentwickelten Geschlechtsdrüsen schlüpfen, wie viele Käfer und manche Schmetterlinge (*Vanessa*arten), auch die Imago zunächst reich an Katalase ist. Hier ist dann stets noch ein großer Fettkörper vorhanden.

Bei anderen Tieren mit periodischer Geschlechtsreife, z. B. den Schnecken, machen sich auch periodische Schwankungen im Katalasegehalt bemerkbar, deren Beziehungen im einzelnen allerdings noch schwer zu analysieren sind. Jedenfalls geht aus dem Angeführten wohl mit Deutlichkeit hervor, daß die Katalase im Haushalte des Organismus eine bedeutungsvolle Rolle spielen muß. Für die Pflanzen liegen übrigens einige Untersuchungen vor, nach denen während der Keimung von Weizen- resp. Rizinusamen die Katalasemenge bis zu einem Maximum zunimmt und dann wieder absinkt. Nach *Delano* fällt dieses Verschwinden der Katalase mit dem des als Reserve angehäuften Fettes zusammen.

Leider sind wir über die chemische Natur dieses interessanten Fermentes noch ganz im unklaren, da es nicht gelingt, es rein zu erhalten. Die neuesten Untersuchungen sprechen für seine Eiweißnatur, da es auch nach weitgetriebener Reinigung immer noch Eiweißreaktionen gibt. Verdauungsversuche von *Winkler* im zoologischen Institut Leipzig ergaben eine besonders leichte An-

¹⁾ Diese Zahlen ergeben sich, wenn man die Konstante der Reaktion bei der gewählten Versuchsanordnung auf eine Verdünnung des Ferments von 1 : 1000 umrechnet und mit 10⁴ multipliziert.

greifbarkeit durch Erepsin und peptolytische Fermente von Wirbellosen, eine geringere durch Trypsin, woraus man vielleicht auf einen pepton- oder polypeptidartigen Bau schließen könnte.

Besprechungen.

Brill, A., Das Relativitätsprinzip. Eine Einführung in die Theorie. 2. Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. 33 S. Preis M. 1,20.

Der Verfasser gibt eine klare Darstellung der (ursprünglichen) Relativitätstheorie, deren Studium hauptsächlich denjenigen zu empfehlen ist, die sich mehr vom formalen als vom physikalischen Standpunkte aus für die Theorie interessieren und die Maxwell-Lorentzsche Elektrodynamik nicht so genau kennen, daß ihnen deren Herbeiziehung für die Begründung der Grundbeziehungen der Relativitätstheorie erwünscht wäre. Das Schriftchen ist deshalb insbesondere Mathematikern zu empfehlen, die sich ohne viel Zeitaufwand mit der Theorie bekannt machen wollen. Außer den rein kinematischen (starre Körper und Uhren betreffenden) Zusammenhängen ist in der Hauptsache nur die Mechanik des materiellen Punktes behandelt.

A. Einstein, Dahlem.

Lorentz, H. A., Das Relativitätsprinzip. Drei Vorlesungen, gehalten in Teylers Stiftung zu Haarlem. (Deutsch.) Bearbeitet von W. H. Keesom. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. 52 S. Preis M. 1,40.

Es gibt nicht wenige Autoren, die eine vorliegende Theorie klar und übersichtlich darzustellen vermögen. Aber fast immer sieht sich der Leser einem Fertigen gegenüber; er erlebt nicht die Freude des Suchens und Findens, des lebendigen Werdens der Gedanken, er gelangt selten zu einer klaren Kenntnis der Umstände, die dazu Anlaß geben, gerade den gewählten und keinen anderen Weg zu wandeln. Bei der Lektüre des vorliegenden Werkchens dagegen *erlebt* der Leser die Entwicklung der Gedanken. Niemand, der ernstes Interesse an dem Gegenstande hat, sollte die Lektüre des Büchleins versäumen.

Im ersten Vortrag gibt Lorentz eine Übersicht über die wichtigsten Tatsachen, die zur (ursprünglichen) Relativitätstheorie führen, eine Darlegung der Lorentz-Transformation und deren kinematischer Anwendungen (Lorentz-Kontraktion, bewegte Uhren, Dopplersches Prinzip, Fizeauscher Versuch). Der zweite Vortrag behandelt die Kovarianz der Vakuum-Elektrodynamik und die Bewegungsgesetze des materiellen Punktes. Es wird ferner dargelegt, was für einer Modifikation die Newtonsche Gravitationstheorie unterworfen werden muß, damit man im Einklang mit den Forderungen der (ursprünglichen) Relativitätstheorie bleibe, und es werden die prinzipiell der Erfahrung zugänglichen Konsequenzen aufgesucht, zu welchen man dabei gelangt. Der Zusammenhang zwischen der trägen Masse und Energie der Systeme wird an Beispielen erläutert. Der dritte Vortrag handelt von den Grundlagen der allgemeinen Relativitätstheorie, welche durch den Versuch charakterisiert ist, das Relativitätspostulat auf ungleichförmige Bewegungen auszudehnen. Die physikalischen Gründe, welche zu einer derartigen Erweiterung der Theorie ermutigen, werden ausführlich dargelegt und die nahelegendsten Konsequenzen einer derartigen Theorie gezogen, wobei sich der Verfasser auf die Betrachtung

einer ersten Näherung beschränkt, weil die allgemeine Behandlung des Problems den Rahmen des Werkchens weit überschritten hätte. A. Einstein, Dahlem.

Bowie, W., Determination of Time, Longitude, Latitude and Azimuth. 5th edition. Washington, 1913. 40. 177 S. und 29 Fig.

Die U. S. Coast and Geodetic Survey, welche in den Vereinigten Staaten unserem Geodätischen Institut in Potsdam entspricht, gibt von Zeit zu Zeit Unterweisungen für die Beobachter heraus, welche infolge ihrer Gründlichkeit und Vollständigkeit beinahe als Lehrbuch über die astronomisch-geodätischen Arbeitsgebiete, nämlich die Bestimmung von Zeit, Längen, Breiten und Azimuten, dienen können. Eine neue Ausgabe machte sich jetzt nötig, da die letzte, 1898 erschienene, aufgebraucht und seitdem auch einige neue Beobachtungsmethoden und Apparate eingeführt worden waren, über welche Beobachter wie Rechner eine ausführliche Belehrung erhalten sollten. So hat z. B. das jetzt bei Zeit- und Längenbestimmungen meist angewandte Repsoldsche Registriermikrometer eine durch zwei Abbildungen unterstützte Beschreibung erfahren. Mit Abbildungen ist überhaupt nicht gespart, sie bringen ganze Instrumente, einzelne Teile derselben, Beobachtungshäuschen, Pfeiler, Signalgerüste, Signallampen u. dgl.

Das Werk bleibt dem Beobachter und Rechner kaum eine Frage schuldig. Es werden die Instrumente beschrieben, ihre Aufstellung, die Bestimmung ihrer Konstanten, z. B. der Fadenabstände der Durchgangsinstrumente und der Skalenteile der Libellen, ferner die Bestimmung der Instrumentalfehler, so beim Durchgangsinstrument des Kollimationsfehlers, des Neigungsfehlers, des Azimutfehlers, der Zapfenungleichheit, es wird auf die günstigste Gelegenheit zur Anwendung der verschiedenen Methoden hingewiesen, so daß etwaige Beobachtungs- und Instrumentalfehler einen möglichst geringen Einfluß auf das Resultat ausüben; es wird die Reduktion der Beobachtungen, d. h. die Ableitung der Resultate, behandelt und ein Rechenschema dafür angegeben, auch die Methode der kleinsten Quadrate findet hierbei Berücksichtigung, endlich werden auch über die Kosten der verschiedenen Arbeiten Angaben gemacht.

Auch der, dem die Beschreibung der Instrumente und Beobachtungsmethoden nichts Neues bietet, wird mancherlei Interessantes in dem Werk finden, z. B., daß die Bestimmung der Zeit aus Sterndurchgängen außerhalb des Meridians, im besonderen auch die Döllensche Methode der Zeitbestimmung im Vertikalkreis des Polarsterns nicht angewandt werden soll, wenn es auch in Europa und in Canada geschehe. Die Längenbestimmung durch drahtlose Telegraphie sei für die Vereinigten Staaten zurzeit teurer als die mit Draht, doch möge sich in naher Zukunft das Verhältnis umkehren. Die Methode der Längenbestimmung durch Zeitübertragung mittels Chronometer wurde in der letzten Zeit vielfach zwischen Küstenstationen von Alaska angewandt und soll auch weiterhin in Anwendung kommen. Bei der Bestimmung der Grenzen zwischen Alaska und dem britischen Nordamerika hat sich eine telegraphische Längenbestimmung gleichwertig drei Längenbestimmungen durch Mondbeobachtungen gezeigt, welche letztere eine Genauigkeit bis auf 1,1 Zeitsekunde lieferten. Durchgangsbeobachtungen eines Sternes, die über 0,20 Sekunden abweichen, sollen verworfen werden. Bei der Benutzung des Registriermikrometers für Längenbestimmungen soll

ein Wechsel der Beobachter nicht stattfinden, während unser Geodätisches Institut in Potsdam, in Betracht, daß die persönliche Gleichung in diesem Fall zwar stark vermindert wird, aber doch nicht ganz wegfällt, auch hier die beiden Beobachter ihren Stationsort wechseln läßt.

Bei der Behandlung der Azimutbestimmung wird auf den Unterschied zwischen astronomischem und geodätischem Azimut aufmerksam gemacht. Ersteres ist bekanntlich der Winkel zwischen dem Meridian und der durch die Lotlinie und das anvisierte Objekt gelegten Ebene, während bei Berechnung des geodätischen Azimuts die Richtung der Lotlinie von der ihr etwa anhaftenden lokalen Abweichung befreit werden muß. Eine Azimutbestimmung erster Ordnung soll höchstens einen wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0,50''$ haben, auf einer Station aber, welche als Dreieckspunkt bei der Triangulation gedient hat und für welche auch die Länge bestimmt worden ist, soll der wahrscheinliche Fehler auf $\pm 0,30''$ herabgedrückt werden. Die bei der Triangulation und bei Azimutbestimmungen benutzten kleineren und größeren Acetylen-Signallampen sind unter günstigen Umständen 50 und 200 km weit sichtbar.

Außer mehreren Tabellen, z. B. der Refraktionswerte und gewisser bei Reduktionen häufig gebrauchter Faktoren, ist auch ein Nomogramm zur Entnahme der Werte von $\sin \zeta \sec \delta$, $\cos \zeta \sec \delta$, $\sec \delta$, der Faktoren für die Korrektur wegen des Azimut-, Niveau- und Kollimationsfehlers bei Sterndurchgängen durch den Meridian, in dem Werke enthalten.

Otto Knopf, Jena.

Kleine Mitteilungen.

Mikrogefüge und Kolloidnatur der Kohle, der Kohlegesteine und anderer Gesteine. Ausgehend von unserer mangelhaften Kenntnis von der Natur der Steinkohle bespricht Dr. H. Winter kurz die Ergebnisse früherer Forschungen auf diesem Gebiete. Neben der chemischen verdient die mikroskopische Untersuchung der Kohle weitgehende Beachtung. Bei der mikroskopischen Untersuchung von Kohlen im auffallenden Licht hat Verfasser ein Gewebe von rundlichen Mikrozellen beobachtet, das zweifellos mit der Kolloidnatur der Kohle im Zusammenhang steht. Verfasser hält dieses Gewebe für das Gefüge des Gels und bezeichnet die Kohle, sowohl Sapropelit als auch Humit, als einen festen kolloiden Stoff, wie aus ihrem optischen Verhalten, der Art ihrer Bildung und ihrem sonstigen Verhalten hervorgehe. Als besonders beweiskräftig für die Kolloidnatur der Sapropelite führt Verfasser ihre bisweilen sehr große Zähigkeit an; ferner spricht hierfür die Beobachtung, daß die Kohlen vorübergehend plastisch gewesen sind. Namentlich die fossilen Sapropelite weisen plastische Beschaffenheit auf. Das Mikrogefüge dieser kolloiden Sapropelite zeigt große Ähnlichkeit mit dem Gefüge gewisser Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. An Hand mehrerer Beispiele weist Verfasser nach, daß auch die Kohlegesteine, wie Kohlensandstein, Kohlenschiefer u. a., ebenfalls Kolloidnatur besitzen. Die Untersuchung der Kohle und anderer Gesteine im auffallenden Licht ist großer Anwendbarkeit fähig; sie kann große Bedeutung erlangen, wenn sie durch Beobachtung von Dünnschliffen und durch chemische Untersuchungen ergänzt wird. (*Glückauf* 1914, S. 445—449.) S.

Über die Oxydierbarkeit der Kohle bei mittleren Temperaturen haben Hofmann, Schumpelt und Ritter eingehende Untersuchungen angestellt. Bei früheren Versuchen hatte sich bereits gezeigt, daß amorphe Kohle durch eine mit Osmiumtetroxyd aktivierte Chloratlösung schon bei Temperaturen unter 100° zu Kohlensäure, Mellogen und Mellitsäure oxydiert wird. Noch energischer wirkt Calciumhypochlorit in verdünnter wässriger Lösung auf gewisse Kohlen ein. Unter lebhaftem Schäumen entweicht Kohlensäure, daneben entsteht merkwürdigerweise auch Kohlenoxyd bis zu 9 %. Dieses bildet sich vermutlich aus hochmolekularen, braun bis rot gefärbten Carbonylverbindungen, die zunächst als Zwischenprodukte entstehen und bei weiterer Oxydation in Kohlenoxyd und Kohlendioxyd zerfallen. Wird amorphe Kohle in Gegenwart von Alkalien bei 120 — 150° längere Zeit der Luft ausgesetzt, so geht sie in dunkelbraune bis rote Kolloide über, liefert dann Formiat und Oxalat und schließlich als Endprodukt Carbonat. Diese Oxydationsvorgänge verliefen bei einer Reihe von verschiedenen Kohlensorten so ähnlich, daß Verfasser keine wesentliche Verschiedenheit in der chemischen Struktur dieser Kohlen annehmen können. An verschiedenen amorphen Kohlensorten wurden für die Untersuchung die folgenden verwendet: Zuckerkohle, Buchenholzkohle, Lampenruß, Kienruß, Knochenkohle, Lindenkohle und Acetylenruß. Die anfängliche Reaktionsgeschwindigkeit dieser Kohlensorten gegenüber den angewandten Oxydationsmitteln war sehr verschieden, konnte aber durch Behandlung mit bestimmten Reagentien erheblich verändert werden. Bezüglich der Einzelheiten der interessanten Versuche muß auf das Original verwiesen werden. (*Berichte d. dt. chem. Ges.* 46, S. 2854—2864.) S.

Revision der Dichte des Sauerstoffs. Da bei den von Rayleigh, Thomson, Jaquerod u. a. in den letzten Jahren vorgenommenen Bestimmungen der Dichte des Sauerstoffs ein Gas verwendet worden war, das nicht durch Verflüssigung und nachfolgende fraktionierte Destillation gereinigt war, wie dies heute in der Regel geschieht, hat F. O. Germann eine Neubestimmung des Litergewichtes des Sauerstoffs vorgenommen. Er bediente sich dabei vier Glasballons von verschiedener Größe, die mit einem System von vier Barometern verbunden waren. Der Sauerstoff wurde durch Erhitzen von kristallisiertem Kaliumpermanganat gewonnen und mit Hilfe von Ätzkali, Phosphorsäureanhydrid und Quecksilber gereinigt; hierauf wurde das Gas verflüssigt und der fraktionierten Destillation unterworfen.

Eine Reihe von 11 Bestimmungen, die mit dem in dieser Weise gereinigten Gas ausgeführt wurden, ergab als Mittelwert für das Normalliter: 1,429 04, acht weitere Bestimmungen, bei denen der Sauerstoff jedoch nicht durch Fraktionieren gereinigt war, ergaben im Mittel 1,429 23. Schließlich wurden noch vier Bestimmungen ausgeführt, wobei der Sauerstoff nach dem Fraktionieren noch über Platinasbest geleitet wurde, der in einem kleinen Ofen auf 400° erhitzt wurde. Hierbei wurde als Mittelwert 1,429 05 erhalten. Diese Zahl stellt den genauesten Wert dar.

Die gleiche Apparatur wurde schließlich vom Verfasser auch noch dazu benutzt, die Dichte der Luft in Genf zu bestimmen. Aus sieben Versuchen an zwei verschiedenen Tagen wurde als Mittel 1,2930 erhalten, welche Zahl mit den vor wenigen Jahren von Guye und seinen Mitarbeitern ermittelten Werten gut übereinstimmt. (*Comptes rendus*, Bd. 157, S. 926—929.) S.

Die Widerstandsfähigkeit von Platin gegen heiße Salpetersäure. Nicht geringes Erstaunen hat es vor nicht allzu langer Zeit erregt, als von *Jannck* und *Meyer* angeblich bestimmt nachgewiesen wurde, daß Platin von heißer Salpetersäure angegriffen werde. Es sollten 10 ccm einer halogenfreien Salpetersäure nach Destillation durch einen Platinkühler beim Verdampfen in einem Platintiegel 0,00228 nicht flüchtiges Material geliefert haben. (*Zeitschrift für anorganische Chemie* 83 [1913], 51.) Dieser Angabe standen allerdings andere Angaben gegenüber, doch schien die Frage bis jetzt noch nicht geklärt. *Gregory Paul Baxter* und *Fred Leslie Grover* haben deshalb diese Sachlage von neuem untersucht (*Zeitschrift für anorganische Chemie* 87, 3, 353 f.). Die zu benutzende Säure wurde derart für den Versuch vorbereitet, daß von 800 ccm chemisch reiner Salpetersäure zunächst zwei Drittel in einem Kolben von Jenaer Glas abdestilliert und verworfen wurden, um die letzten Spuren von Salzsäure zu entfernen. Von dieser Salpetersäure verblieb bei langsamer Verdampfung auf dem elektrischen Ofen kein sichtbarer und wägbarer Rückstand. Nun wurde die gereinigte Salpetersäure durch einen Platinkühler destilliert, der durch dauernden Gebrauch während mehr als 12 Jahre gut vorbehandelt war. Nachdem 300 ccm verdampft worden waren, blieben nur 0,00003 g eines weißen Materials zurück, womit erwiesen ist, daß aus gut gereinigtem Platin durch heiße konzentrierte Salpetersäure praktisch nichts ausgezogen wird. Es dürfte daher der überraschend große Rückstand, von dem *Jannck* und *Meyer* berichten, entweder zurückzuführen sein auf die Einwirkung unreiner Plattingefäße oder auf nicht ausreichende Reinigung dieser Gefäße oder schließlich auf die Gegenwart von Spuren Chlorwasserstoffsäure in der benutzten Salpetersäure.

— z.

Zeitschriftenübersicht.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. Oktober 1914.

Bemerkung zur Absorption homogener Röntgenstrahlen; von *W. Kossel*. Für eine Gruppe einander nahestehender Elemente, Fe, Ni, Cu, Zn, stehen die Massenabsorptionskoeffizienten für homogene Röntgenstrahlen in einfachem zahlenmäßigen Zusammenhang mit der Grundzahl. Das Verhalten anderer Elemente sowie die Wellenlängenabhängigkeit der Absorption werden besprochen.

Bemerkung zum Geschwindigkeitsverteilungsgesetz II; von *E. Gehrcke*. Verf. hat früher gezeigt, daß die Maxwellsche Geschwindigkeitsverteilungsfunktion, die für neutrale Teilchen weitgehend zutrifft, für elektrisch geladene Teilchen im stationären Gleichgewicht höchstens angenähert gelten kann. Er hat deshalb eine andere Verteilungsfunktion vorgeschlagen, die die Maxwellsche korrigiert. Sie hat den Vorteil, auf die mit den Beobachtungen übereinstimmende Wien-Plancksche Spektralgleichung zu führen, und zwar auf verschiedenen Wegen und ohne die Hypothese der Energiequanten. Sie läßt sich an Messungen von *Ramsauer* über lichtelektrisch ausgelöste Elektronen bestätigen.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 15. November 1914.

Kritisches zum Relativitätsprinzip; von *E. Budde*. Die Einsteinsche Definition der Gleichzeitigkeit bildet eine korrekte Grundlage der Lorentztransformation, wenn man unter „Zeit“ die Zeitmaßzahl versteht. Jede Deutung darüber hinaus verwechselt unzulässigerweise

die Zeitmaßzahl mit der objektiven Zeitgröße. — Als physikalischer Inhalt des „gewöhnlichen“ Relativitätsprinzips ist nur die physische Lorentzkontraktion zulässig. Nimmt man sie an, so ist sie gleichzeitig der verifizierbare Inhalt des Prinzips. Ihr rein kinematischer Inhalt ist als bloß mathematische Operation einer experimentellen Bestätigung nicht fähig noch bedürftig; nur müssen die aus ihm gezogenen Folgerungen, um auf irdische Messungen anwendbar zu sein, vorher auf diejenige Art der Messung umgerechnet werden, mit der bei Anstellung der Experimente gearbeitet wurde. Nimmt man die physische Lorentzkontraktion an, so wird die Umrechnung für Längenmessungen gegenstandslos.

Brechung und Zurückwerfung einer elektromagnetischen Welle an einem optisch aktiven Körper; von *Karl Uller*. Es wird die bisher unbekannte, allgemeine und vollständige Lösung gegeben, indem die gebrochenen und zurückgeworfenen Werte des elektrischen Feldes berechnet werden. Damit sind zugleich auch die des magnetischen Feldes bekannt und somit der Strahlung. In eine Erörterung der Ergebnisse kann eingetreten werden, wenn die benutzte neue Rechenmethode auseinandergesetzt ist, was in einer besonderen Abhandlung erfolgen soll.

Daguerrotypie mittels Cadmiumdampfes; von *A. Kalähne* und *W. Federlin*. Vorläufige Mitteilung über erfolgreiche Versuche, den Quecksilberdampf, der bei der Daguerrotypie durch Kondensation an den belichteten Stellen der Jodsilberplatte das Bild erzeugt, durch andere Metaldämpfe zu ersetzen. Benutzt wurde Cadmiumdampf.

Der Helmholtzsche Wellentypus bei erzwungenen Saitenschwingungen; von *A. Kalähne*. Bei den von Helmholtz seinerzeit behandelten Schwingungen der Luft in offenen Röhren ergeben sich Wellen, die sich beim Fortschreiten periodisch deformieren und nicht gleichmäßig, sondern mehr oder weniger sprunghaft fortbewegen. Es wird darauf aufmerksam gemacht, daß ganz ähnliche Wellen bei erzwungenen Saitenschwingungen vorkommen und daß diese zur Demonstration der Helmholtzschen Wellen dienen können. Über Versuche hierzu wird kurz berichtet.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; November 1914.

Experimentelle Ermittlung der Draht- und Seilsteifigkeit; von *A. Lechner*. Es wird eine einfache, auf elektromagnetischem Prinzip beruhende Einrichtung beschrieben, durch welche das Moment der Draht- und Seilsteifigkeit mit großer Schärfe bestimmt werden kann. Der Apparat ist auch zur Untersuchung feiner Schnüre tauglich.

Beziehung der englischen und amerikanischen Längeneinheit, des englischen und amerikanischen Yard, zur metrischen Längeneinheit, dem Meter; von *H. Stadthagen*. Bei der Umrechnung der Ergebnisse von Feinmessungen von Meter in Yard und umgekehrt ist eine sehr genaue Kenntnis der Normalbedingungen (für das Meter 0° C., das Yard + 62 F.) der verschiedenen Einheiten nötig. Auf Grund amtlicher Festsetzungen werden die Definitionen der Normal-Längenmaße besprochen und genaue Umrechnungstabellen gegeben (1 engl. Yard = 914.3992 mm; 1 U. S. Yard = 914.402 mm).

Ein einfaches Temperaturlot; von *W. Schmidt*. Durch Vereinigung des pneumatischen Tiefenmessers (Taucherglocke) mit dem Thermometer (Bimetallth.) ist ein einfaches Instrument entstanden, welches die Wassertemperatur als Funktion der Wassertiefe aufzeichnet.

Refraktoskop für Werkstattgebrauch; von *K. Ritzmann*. Der kleine Apparat wird direkt auf eine anpolierte Stelle des zu untersuchenden Glaskörpers aufgesetzt und arbeitet nach Wollastonschem Prinzip. Die Grenzlinie der Totalreflexion wird an einer Okularskala abgelesen, die empirisch geeicht ist.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 49.

4. Dezember 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Das Wesen des Donners. Von *Dr. Wilhelm Schmidt*,
Wien. S. 1021.

Neuere Arbeiten des Ausschusses für Einheiten
und Formelgrößen. (Schluß) Von *Prof. Dr.*
Karl Scheel, Berlin-Dahlem. S. 1023.

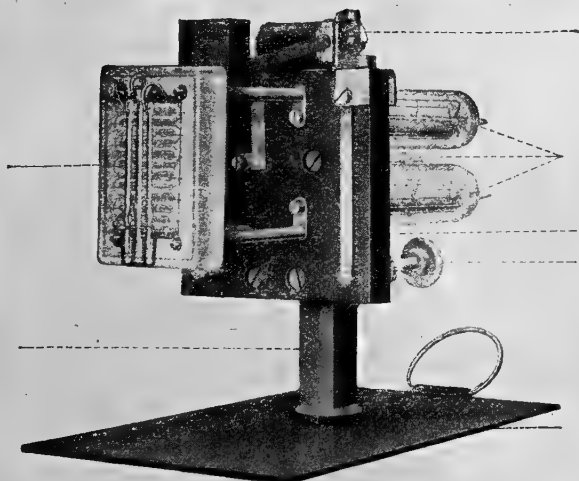
Die Regeneration der Gonophore bei den Hydroiden.
Von *Dr. Herbert Constantin Müller, Königsberg*
i. Pr. S. 1025.

Kleine Mitteilungen. S. 1030.

Allgemeine Elektrizitäts- Gesellschaft

Abt. Nernstlampen

Abt. Nernstlampen



Neue
Preisliste
für
Projektions-
Lampen

erschienen.

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblener Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petizelle angenommen.

Bei jährlich 4 13 26 52 maliger Wiederholung
0 20 30 40 % Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Kolbenpumpen einschließlich der Flügel- u. Rotationspumpen

Von

H. Berg

Professor an der Kgl. Techn. Hochschule Stuttgart

Mit 488 Textfiguren und 14 Tafeln — In Leinwand gebunden Preis M. 14.—

Soeben erschien:

Die Steuerungen der Verbrennungs-Kraftmaschinen

Von

Dr.-Ing. Julius Magg

Privatdozent an der k. k. techn. Hochschule in Graz

Mit 448 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis M. 16.—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

4. Dezember 1914.

Heft 49.

Das Wesen des Donners¹⁾.

Von Dr. Wilhelm Schmidt, Wien.

In der Erklärung von Blitz und Donner begnügte man sich meist mit dem Vergleich mit den Erscheinungen bei elektrischen Funken, wie wir sie aus Versuchen im Laboratorium kennen. So wesentliche Erkenntnisse uns damit gegeben sind, so darf doch eine derartige Übertragung aus kleinen Abmessungen in die gewaltigen der Naturerscheinung, die von vollkommen verschiedener Größenordnung sind, nur mit größter Vorsicht erfolgen; nicht übersehbare Umstände können da wesentlichen Einfluß nehmen.

So bestätigen sich z. B. die mehr stetigen und von scharfen Knicken freien Funkenbahnen auch bei Blitzen und konnten die allgemeine, ganz unbegründete Ansicht von deren Zickzackform verdrängen. Die wertvollsten Dienste leistete da die Photographie, die in ihrer Vervollkommnung durch stereoskopische, räumliche Aufnahmen (*B. Walter-Hamburg*) auch die scheinbaren Ecken als Perspektivwirkung erklärte. Andererseits traten bei den Versuchen im Kleinen meist oszillatorische Entladungen auf und man nahm solche naturgemäß auch bei Blitzen an. Auch hier gelang erst *B. Walter* der zwingende mit bewegter Kamera gewonnene Nachweis, daß die Entladung hauptsächlich in einer Richtung erfolgt, also nicht oszillatorisch ist, daß aber ein erster Funke, der Vorentladung angehörend, sich verästelnd bloß ein kleines Stück in den zu durchschlagenden Raum vordringt, ihm in kleinem Zeitabstand (Größenordnung etwa $\frac{1}{100}$ Sekunde) ein zweiter auf im allgemeinen gleichem Weg folgt, der nun schon weiter vordringt usw., bis schließlich der ganze Raum für die ganz durchgehenden, ebenfalls intermittierenden Schlußentladungen vorbereitet ist. Noch deutlicher als hier ersieht man den Unterschied zwischen den Versuchen im Kleinen und den Verhältnissen in der Natur daraus, daß die praktisch so wichtige Frage des Schutzes durch Blitzableiter noch keine zufriedenstellende Lösung gefunden hat, die Ansichten über die Möglichkeit eines solchen und die Art der Ausführung weit auseinander gehen.

So wird auch die Erklärung des Donners als das ins Große übertragene Knistern oder Knallen kleiner Funken besondere Nachprüfung in der Natur selbst erfordern, um so mehr, als die Angaben, welche das Experiment bisher lieferte, in dieser

Richtung ziemlich dürftig sind. Von zwei wichtigen Umständen aber, der kurzen Dauer der Erscheinung und der außerordentlich großen Energieanhäufung auf engem Raum, können wir ausgehen.

Die letztere erzeugt eine starke Abstoßung der gleichnamig elektrischen Luftteilchen, also eine plötzliche Druckerhöhung in der Funkenbahn. *H. Mach* und *E. Haschek* haben diese bei einem kleinen, 3 mm langen Funken zu mehr als 60 Atmosphären bestimmt, allerdings auch durch den Einfluß von verdampftem Elektrodenmaterial gesteigert. Von der Druckerhöhung geht nun eine Welle nach allen Seiten aus, und zwar keine gewöhnliche „Schallwelle“, sondern, da die Druckschwankungen nicht mehr klein sind gegenüber dem Normaldruck, eine sogenannte „Explosionswelle“, wie sie bei gewissen, ebenfalls sehr rasch und kräftig vor sich gehenden chemischen Umlagerungen vornehmlich beobachtet wird. Solche Explosionswellen, die wir als *Knall* wahrnehmen, pflanzen sich mit Geschwindigkeiten fort, die bedeutend über denen der Schallwellen liegen können, gehen aber mit der Zeit in die letzteren über, da ihre Intensität rasch abnimmt. Die erste Schuld daran tragen nach *Tumblirz* sich ablösende zurückbleibende Wellen, wodurch die „Breite“, also die Dauer des Vorüberwanderns der Erscheinung, anwächst. Belege für diese Vorgänge liefern für den Funken Beobachtungen mit Schlieren- und Interferenzmethoden, die man besonders *E. Mach* und seinen Schülern verdankt. Ihnen kann man deutlich den plötzlichen Anfangsstoß, eine Verdichtung, eine darauffolgende länger dauernde schwächere Verdünnungswelle, endlich noch gelegentlich kleinere aufgesetzte Wellen entnehmen.

Der Übergang auf den Donner, etwa indem man sich die Intensität gesteigert denkt, ist aber nicht ohne weiteres erlaubt, denn hier hören wir nur selten und unter besonderen Umständen einen wirklichen Knall, das Erkennungszeichen der Explosionswelle. Es sind also direkte Untersuchungen notwendig.

Solchen dienten in den beiden wichtigsten Richtungen, der Auflösung der eigentlichen Schallerscheinungen und jener der längerdauernden Druckschwankungen, zwei Apparate. Der eine setzte nach einem an das Marbesche angelehnten Verfahren die Luftstöße in Schwankungen der Schwärzung eines schnell vorbeigezogenen Papierstreifens durch eine rußende Flamme um, der andere zeichnete die Verschiebungen eines außerordentlich leicht beweglichen Stempels, der ein größeres Luftvolumen (410 l) gegen die

¹⁾ Vgl. Analyse des Donners, Wien, Sitzber., 121, IIa, 1912, über das Wesen des Donners, Wien, Sitzber. 125, IIa, 1914, über den Donner, Met. Zeitschr. 31, 1914.

diesen kann man unter nicht gerade extremen Verhältnissen etwa 10^{10} Meterkilogrammgleichgewicht annehmen. Nur ein kleiner Teil der Energie des Blitzes wird in Druckschwankungen und Schall umgesetzt, jedenfalls das meiste in andere Energieformen übergeführt, so z. B. Wärme und Licht.

Damit wären denn die Hupterscheinungen des Donners nicht nur beschrieben, sondern auch erklärt. Von einer Rolle, die dabei die Länge der Blitzbahn spielt, wurde aber nichts erwähnt. Entgegen der — auch für Rechenbeispiele in der Schule benutzten — Ansicht, als müßte der Schall von den nächsten Teilen der Blitzbahn zuerst den Beobachter erreichen, von der entferntesten zuletzt, wobei die Dauer des Donners durch diesen Zeitunterschied gegeben wäre, ist nicht zu vergessen, daß in dem als erste Annäherung anzunehmenden Fall einer gleichförmigen Auslösung längs einer von scharfen Knicken freien Bahn immer nur eine einzige sich allseitig ausbreitende Welle entsteht, der Beobachter also nur einen einfachen kurzen Schall vernimmt, dessen Eintreffen von der Entfernung des nächsten Teiles der Blitzbahn abhängt. Dies wird unmittelbar durch die Huyghenssche Theorie der Ausbreitung von Wellenbewegung gefordert. Auch Knicke in der Bahn werden nur eine beschränkte Zahl von „Schlägen“, nie aber das Rollen erklären lassen.

Neuere Arbeiten des Ausschusses für Einheiten und Formelgrößen.

Von Prof. Dr. Karl Scheel, Berlin-Dahlem.

(Schluß.)

Entwurf XVI: Energieeinheit der Wärme.

Die Energieeinheit ist das internationale Kilojoule oder die internationale Kilowattsekunde.

In der Begründung wird u. a. folgendes ausgeführt: Es ist eine Folge der Entdeckung des mechanischen Wärmeäquivalents, daß man mechanische Arbeiten und Wärmemengen durch dieselbe Maßeinheit ausdrücken kann. Dies bedeutet in vielen Fällen einen Rechenvorteil, den man sich aber fast gar nicht zunutze gemacht hat. Hieran ist vielfach der Umstand schuld, daß die Tabellen der Wärmekonstanten noch nicht auf mechanisches Maß umgerechnet vorliegen; es kostet indessen nur eine einmalige verhältnismäßig kleine Mühe, dies Hindernis aus dem Wege zu räumen. — Nachdem der Vorschlag des AEF., für alle Energieformen als Leistungseinheit das Kilowatt zu benutzen, allseitig Zustimmung und nirgends Widerspruch gefunden hat, so ergibt sich daraus für den AEF. die Folgerung, daß er als Wärmeeinheit das Kilojoule oder die Kilowattsekunde vorzuschlagen hat. Statt dessen kann man natürlich auch, wo es bequem ist, dekadische Vielfache oder Teile des Kilojoules benutzen, unter anderem das Joule selbst.

Es besteht vielfach die Meinung, daß das Joule keine mechanische, sondern eine elektrische

Einheit sei; eine solche Meinung ist irrig und nur dadurch hervorgerufen, daß man bei der Entwicklung der Elektrotechnik kein eigentliches elektrisches Energiemaß (wie in der Wärmelehre die Kalorie) schuf, sondern sofort zur mechanischen Energieeinheit überging, was jetzt auch einheitlich für die Wärmelehre angestrebt wird. Tatsächlich besteht nun ein kleiner Unterschied zwischen dem in der Elektrotechnik gebräuchlichen internationalen Joule (= 1 internationale Wattsekunde) und der mechanischen Einheit 10^7 Erg, der sich aber zurzeit noch nicht genau angeben läßt. Aus rein formellen Gründen wird das internationale Kilojoule als Energieeinheit der Wärme vorgeschlagen, für welches in Satz I, Nr. 4 (vgl. diese Zeitschr. 1, S. 922, 1913) die Beziehung zur 15°-Kalorie bereits festgesetzt ist: 1 internationales Kilojoule = 0,23865 15°-kcal. Umgekehrt ist also die Wärmemenge, die die Temperatur von 1 kg Wasser von 14,5 auf 15,5° erhöht: 1 15°-kcal = 4,190 internationale Kilojoule.

Aber selbst, wenn man das Kilojoule als rein elektrische Energieeinheit ansprechen wollte, würde man seine Berechtigung, als allgemeine Energieeinheit zu dienen, nicht in Frage stellen können. Denn je mehr die elektrischen Meßmethoden überhaupt an Boden gewonnen haben, um so mehr sind auch elektrische Methoden zur Messung von Wärmekonstanten verwendet worden (vgl. z. B. die Messungen der spezifischen Wärmen von festen Körpern und Gasen in tiefen Temperaturen von Nernst und in der Reichsanstalt; ferner die Untersuchungen im Münchener Institut für technische Physik über den Wärme-

I. Wärmespeicherung.

	Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
1. Spezifische Wärme.		
Aluminium	0,214 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{g-Grad}}$	0,896 $\frac{\text{Joule}}{\text{g-Grad}}$
Wasser	1 „	4,19 „
2. Schmelzwärme.		
Aluminium	77 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{g}}$	323 $\frac{\text{Joule}}{\text{g}}$
Eis	80 „	335 „
3. Verdampfungswärme.		
Wasser bei 100° . . .	538 „	2,254 $\frac{\text{Kilojoule}}{\text{g}}$
4. Verbrennungswärme.		
Steinkohlengas	5800 „	24,3 „
„	5,3 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{cm}^3}$	22,3 $\frac{\text{Joule}}{\text{cm}^3}$

5. Wasserdampf.

Temperatur	Druck	Energie	Wärmeinhalt	Entropie
0°	0,0063 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 0,0062 \cdot 10^6 \frac{\text{dyn}}{\text{cm}^2}$	2370 $\frac{\text{Joule}}{\text{g}}$	2490 $\frac{\text{Joule}}{\text{g}}$	9,13 $\frac{\text{Joule}}{\text{g} \cdot \text{Grad}}$
100°	1,033 " = 1,013 $\cdot 10^6$ "	2510 "	2680 "	7,36 "
200°	15,890 " = 15,582 $\cdot 10^6$ "	2610 "	2810 "	6,48 "

II. Wärmetransport.

1. Wärmeleitung.

	Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
Aluminium	0,48 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{Grad} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}}$	2,01 $\frac{\text{Joule}}{\text{Grad} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}} = 2,01 \frac{\text{Watt}}{\text{Grad} \cdot \text{cm}}$
Quarz	0,0001 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{Grad} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}}$	0,4 $\frac{\text{Millijoule}}{\text{Grad} \cdot \text{cm} \cdot \text{sec}} = 0,4 \frac{\text{Milliwatt}}{\text{Grad} \cdot \text{cm}}$

2. Strahlungsenergie der Hefnerlampe.

Kalorisches Energiemaß	Mechanisches Energiemaß
0,0000215 $\frac{\text{g-Kal}}{\text{cm}^2 \cdot \text{sec}}$	90,1 $\frac{\text{Mikrojoule}}{\text{cm}^2 \cdot \text{sec}} = 90,1 \frac{\text{Mikrowatt}}{\text{cm}^2}$

3. Strahlungskoeffizient des schwarzen Körpers.

1,28 $\cdot 10^{-12} \frac{\text{g-Kal}}{\text{Grad}^4 \cdot \text{cm}^2 \cdot \text{sec}}$	0,0536 $\frac{\text{Mikrojoule}}{\text{Grad}^4 \cdot \text{m}^2 \cdot \text{sec}} = 0,0536 \frac{\text{Mikrowatt}}{\text{Grad}^4 \cdot \text{m}^2}$
---	---

durchgang durch Isoliermaterialien u. a. m.). — Um den Übergang zur mechanischen Energieeinheit der Wärme zu erleichtern, sind in den vorstehenden Tabellenschematen die verschiedenen Wärmeeigenschaften an Beispielen im mechanischen und teilweise noch vergleichsweise im kalorischen Maße angegeben.

Entwurf XVII: Normaltemperatur. Die Eigenschaften von Stoffen, Systemen, Geräten und Maschinen sind tunlichst bei einer bestimmten einheitlichen Temperatur zu messen oder für eine solche zu berechnen und anzugeben. Sofern nicht besondere Gründe für die Wahl einer anderen Bezugstemperatur vorliegen, ist als Normaltemperatur + 20° C zu wählen.

Die Bezugstemperatur 0° C ist beizubehalten:

in der Festlegung der Maßeinheiten „Meter“ und „Ohm“;

in der Festlegung der Druckeinheit „Atmosphäre“ und bei Barometerangaben.

Die Bezugstemperatur + 4° C ist beizubehalten in der Festlegung der Maßeinheit „Liter“ und für Wasser als Vergleichskörper bei Dichtebestimmungen.

Die Erläuterungen führen zunächst aus, daß innerhalb des engen Gebiets, das man als Zimmertemperatur bezeichnet und etwa von + 15° bis + 25° C rechnen kann, die größte Mannigfaltigkeit in den für physikalische und chemische

Messungen verschiedener Art bevorzugten Temperaturen herrsche. Das gilt selbst für amtliche Vorschriften.

So ist in der 5. Ausgabe des Deutschen Arzneibuches für die Bestimmung des spezifischen Gewichtes als Normaltemperatur 15° vorgeschrieben, für die Messung der Drehung des polarisierten Lichtes 20°, für Tropenzähler wieder 15°, während unter „Zimmertemperatur“ 15 bis 20° verstanden sein soll. In den Ausführungsbestimmungen zum Zuckersteuergesetz ist 20° als Normaltemperatur festgesetzt, in der Weinzollordnung und in der Anweisung zur chemischen Untersuchung des Weines 15°. Auch in der Alkoholometrie gilt 15° als Normaltemperatur. Nach der amtlichen Anweisung zur chemischen Untersuchung von Fetten soll die Refraktion von Ölen bei 25° gemessen werden, während für die refraktometrische Prüfung der Milch 17,5° üblich ist.

Ebenso groß ist die Verschiedenheit der angewendeten Temperaturen bei rein wissenschaftlichen Messungen. Von Eigenschaften, die ihrer Natur nach bei sehr vielen Temperaturen bestimmt werden müssen, soll dabei ganz abgesehen werden. Aber auch für Dichtemessungen gibt es keine bevorzugte Temperatur mit Ausnahme der Gasdichte, für die 0° die allgemeine Normaltemperatur darstellt. So werden die Volumina

gläserner Meßgefäße meist bei 18, 17,5 oder 15° bestimmt. Die Polarisationsdrehung wässriger Lösungen wird vorwiegend bei 20°, die Viskosität solcher meist bei 25°, chemische Gleichgewichte und Reaktionsgeschwindigkeiten werden bei 15, 18, 20, 25° und anderen Temperaturen gemessen. Verhältnismäßig große Übereinstimmung herrscht bei der Bestimmung des elektrischen Leitvermögens wässriger Lösungen, für das im Gebiet der Zimmertemperatur nach dem Vorgange von *Kohlrausch* 18° oder nach dem von *Ostwald* 25° als Normaltemperatur benutzt wird. Von den galvanischen Normalelementen ist bekanntlich das Clarkelement auf 15°, das Cadmiumelement auf 20° bezogen.

Es ist klar, daß diese Verhältnisse Unzuträglichkeiten mit sich bringen. Die für eine Temperatur geeichten Maßgefäße oder Geräte können bei genauen Messungen nicht ohne weiteres für andere Temperaturen benutzt werden. Für Anbringung von Korrekturen wegen der Temperaturverschiedenheit fehlen häufig genaue Unterlagen. Oft wird der Beobachter veranlaßt, seine Untersuchungen bei einer anderen als der gewünschten Temperatur zu machen, nur weil er sich nach der Temperatur richten muß, für die gewisse Eigenschaften der benutzten Stoffe schon früher gemessen worden sind.

Auch für die Technik besteht das dringende Bedürfnis nach Vereinbarungen über eine Normaltemperatur, wofür in den Erläuterungen mehrere Beispiele gegeben sind.

Bei der Wahl einer einheitlichen Zimmertemperatur könnte man für die Gebiete der reinen Physik und Chemie zwischen den bisher am meisten angewandten Temperaturen 18 und 20° schwanken. Für 18° liegt ein ungeheures Zahlenmaterial an physikochemischen Messungen der verschiedensten Stoffe vor. Indessen spricht gegen 18° der Umstand, daß diese Temperatur in Deutschland im Sommer meist nicht ohne künstliche Kühlung aufrecht zu erhalten ist; noch mehr gilt dies für die südlicher gelegenen Arbeitsstätten, die sich in immer steigender Zahl an genauen Messungen beteiligen. Da zudem seitens der Elektrotechniker eine internationale Vereinbarung auf der Grundlage von 20° abgeschlossen ist, so empfiehlt es sich, dieser Wahl zu folgen.

Es versteht sich von selbst, daß der Physiker und Chemiker auch weiterhin bei wissenschaftlichen Forschungsarbeiten sich in den seltensten Fällen mit Messungen bei einer einzigen Temperatur begnügen wird, da er auch den Temperaturverlauf der betreffenden Werte zu ermitteln streben wird. Doch erscheint es entbehrlich, hierfür bestimmte Vorschläge zu machen. Es genügt, wenn die Messungen dieser Art jedenfalls unter anderem auch bei 20° vorgenommen werden und wenn diese letztere Temperatur bei praktischen Messungen, z. B. bei technischen

Prüfungen, bei Analysen usw. allgemein angewendet wird.

Es versteht sich weiter von selbst, daß Fälle denkbar sind, in denen besondere Gründe für die Wahl anderer Temperaturen sprechen. Solche Fälle, in denen man sogar notwendigerweise die Bezugstemperaturen 0° und 4° beibehalten muß, sind oben im Entwurf aufgeführt.

Entwurf XVIII: Feld und Fluß. 1. Den Raum, in welchem sich elektrische und magnetische Erscheinungen abspielen, bezeichnet man allgemein als elektromagnetisches Feld. Beschränkt sich die Betrachtung im besonderen auf die elektrischen oder auf die magnetischen Erscheinungen, so spricht man von einem elektrischen oder magnetischen Felde.

2. Das Integral der Normalkomponente eines Feldvektors über eine Fläche bezeichnet man als Fluß des Vektors durch die Fläche.

Im besonderen bezeichnet man das Integral der Normalkomponente der magnetischen Induktion über eine Fläche als Induktionsfluß und das Integral der Normalkomponente der dielektrischen Verschiebung über eine Fläche als Verschiebungsfluß.

3. Den Induktionsfluß durch eine von allen Windungen einer Spule umrandete Fläche bezeichnet man als Spulenfluß. Der Fluß durch die Fläche einer einzelnen Windung heißt Windungsfluß.

Über die Erläuterungen zu den Sätzen des Entwurfs möge in einer der Originalveröffentlichungen nachgelesen werden. In den Erläuterungen wird u. a. hervorgehoben, daß der Fluß ein Skalar ist. Hieraus ergibt sich, daß der Fluß durch eine bestimmte Fläche stets zahlenmäßig angegeben werden kann, während das Feld eines Vektors nur das Wirkungsgebiet bezeichnet, in dem der Vektor vorherrscht.

Die Regeneration der Gonophore bei den Hydroiden¹⁾.

Von Dr. Herbert Constantin Müller, Königsberg i. Pr.

Es ist von jeher aufgefallen, daß die Fähigkeit der Regeneration nicht allen Geschöpfen in gleich starkem Maße zukommt, und daß sie im großen und ganzen bei den niedersten Tiergruppen am stärksten auftritt und mit der steigenden Organisationshöhe der einzelnen Tierstämme an Kraft abnimmt. So vermögen die einzelligen Tiere stets die ihnen abgeschnittenen Teile wieder neu zu bilden, wenn in dem übrigbleibenden Teile ihres Leibes ein Stück des Zellkernes vorhanden ist; die Schwämme und Nesseltiere, die zum Teil eine recht beträchtliche Größe er-

¹⁾ Den ausführlichen Bericht über dieses Thema siehe „Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen“ Bd. 37 u. 38.

reichen, können aus sehr kleinen Stücken ihres Körpers (bis zu $\frac{1}{7}$ mm Durchmesser) wieder den vollständigen Organismus aufbauen; die Würmer vermögen noch nach Halbierung sich wieder zu mehr oder weniger vollständigen, immerhin aber lebensfähigen Exemplaren zu ergänzen.

Eine solche Fähigkeit fehlt den Gliedertieren schon vollständig, obgleich unter ihnen noch einige (Pantopoden) auch nach so schweren Verletzungen wie Querteilung am Leben bleiben und zur Regeneration wenigstens den Ansatz machen; sie vermögen in den meisten Fällen wenigstens noch einzelne Gliedmaßen und dgl. zu regenerieren. Den höchst entwickelten Tieren aber geht auch diese Eigenschaft immer mehr verloren, und wir können es an unserem eigenen Leibe verspüren, daß wir nicht imstande sind, auch nur relativ geringe Gewebeerluste zu ersetzen; beim Menschen beschränkt sich die Regenerationsfähigkeit auf die Körperhaut und ihre Gebilde und auf kleinere Gewebsneubildungen, wie sie zum Beispiel zur Schließung von Wunden erforderlich sind.

Es ist also festgestellt worden, daß das Regenerationsvermögen sich der Differenziertheit der einzelnen Tierstämme anpaßt; aber man kann diese Beziehungen noch innerhalb der einzelnen Tiergruppen verfolgen. Nahverwandte Organismen sind stets durch ein ungefähr gleiches Regenerationsvermögen ausgezeichnet, doch sind die einfachsten Tiere jeder Gruppe stets regenerationsfähiger als ihre differenziertesten Spitzen. Bei den Nesseltieren (Coelenteraten) z. B. haben die Hydroidpolypen ein ganz außerordentliches Regenerationsvermögen; die zu demselben Stamm gehörigen Quallen aller Arten besitzen dieses Vermögen sehr viel weniger oder gar nicht. Wie einfach die Hydroidpolypen und wie kompliziert die Quallen gebaut sind, will ich später noch genauer auseinandersetzen. Die Bedeutung der Tatsache, daß die Regenerationskraft mit der fortschreitenden Differenzierung der Organismen immer mehr abnimmt, liegt darin, daß man aus ihr geschlossen hat, die Regenerationsfähigkeit sei eine ursprüngliche Eigenschaft der lebenden Substanz, die erst mit der Entwicklung der einfachen Lebewesen zu differenzierteren an Stärke immer mehr abgenommen hat, und nicht, wie man wohl von vornherein vermutete, allmählich durch Selektion erworben worden ist. Daß auch Ausnahmen der besprochenen Erscheinung bemerkt worden sind, fällt wenig ins Gewicht; denn von diesen Ausnahmen haben sich bei genauer Prüfung so viele als irrtümlich erwiesen, daß man annehmen kann, sie werden alle fortfallen.

Eine andere sehr weit verbreitete regelmäßige Erscheinung ist die, daß im Alter beim ausgewachsenen Tier die Fähigkeit zur Regeneration geringer wird, als sie das junge Tier zeigt, und nicht nur das allgemeine Regenerationsvermögen, sondern auch die Geschwindigkeit des

Prozesses nimmt im Alter ab. Ganz besonders auffällig wird dies an Tieren, die ihre Entwicklung über ein Larvenstadium vollziehen, wobei die Larven oft das erstaunlichste Regenerationsvermögen zeigen, die ausgewachsenen Tiere aber nur noch ein sehr schwaches.

Man muß annehmen, daß die Regeneration den Tieren nützlich sei. Man bedenke, welche Folgen das Ausbleiben der sogenannten physiologischen Regeneration, also der Ersatz der Haare, Nägel, Klauen, Hautteile und dgl. haben würde; welche Schädigungen viele niedere Tiere durch das freiwillige Abwerfen von Körperteilen in Gefahren erleiden würden, wenn sie dieselben nicht wieder ersetzen könnten; wie stark das Leben und die Arterhaltung vieler einzelliger Tiere und der festsitzenden Schwämme und Coelenteraten u. a. m. bei der Unzahl der Feinde bedroht wären, wenn ihnen allen nicht die Fähigkeit gegeben wäre, auch aus kleinen Überresten wieder ganze Tiere aufzubauen.

Die oben erwähnten und noch manche andere Erfahrungen, deren Bedeutung für die Erforschung des Regenerationsgeschehens nicht zu verkennen noch zu unterschätzen ist, sind nur aus Resultaten gewonnen, die im Hinblick auf die unübersehbare Formenfülle des Tierreiches verschwindend gering sind, und sie lassen sich eben wegen ihres Charakters als oft wiederkehrende Erfahrung nur in Regeln formulieren, nicht aber in ausnahmslosen Gesetzen. Da sich bisher die meisten Ausnahmen dieser Regeln, namentlich der erst erwähnten, daß die Güte des Regenerationsvermögens sich nach der Höhe der Organisation und Differenzierung richtet, haben widerlegen lassen, so besteht die Möglichkeit, diese Regel noch immer ausnahmslos zu machen und sie nach tieferem Eindringen in ihr Verständnis zu einem Gesetze zu erheben.

Es ist also die Aufgabe gestellt, diese Regel in möglichst vielen Fällen genau zu prüfen und auf nähere Details dabei einzugehen, um zu erfahren, wie zuverlässig das Regenerationsvermögen von der Organisationshöhe bestimmt wird. Hierfür gibt es in der ganzen Tierwelt kein geeigneteres Studienobjekt als die schon oben erwähnten Hydromedusen.

Von diesen besitzen die Hydroidpolypen eine große Regenerationskraft. Sie sitzen — zu meist im Meere — an Steinen oder anderen Gegenständen des Untergrundes fest und bilden kleine, baumartig verzweigte Kolonien mit oft sehr vielen Einzelindividuen daran, den sogenannten Hydranten. Das Gewebe des Hydranten sowohl wie des sie tragenden verzweigten oder unverzweigten Stammes ist sehr einfach zusammengesetzt. Es besteht aus nur zwei Körperschichten, die voneinander weder in der Stärke, noch im Bau oder Aussehen beträchtlich abweichen (vgl. Fig. 1). Auch ihre Funktionen sind verhältnismäßig wenig spezialisiert. Nach außen hin werden diese beiden Körperschichten von einer

durchsichtigen, zähen Hülle umgeben. Das Einzeltier, der Hydrant, unterscheidet sich von dem glatten Gewebe des Stammes nur sehr wenig; er ist schlicht sackförmig und hat am frei endenden Pol eine kleine Öffnung, den Mund, um den herum lange, feine Fangarme, wiederum aus beiden Körperschichten gebildet, stehen (Fig. 1). Alles in allem sind also Stamm und Hydrant von einem sehr primitiven, einfachen Bau, fast ohne jede Komplizierung. Das Regenerationsvermögen beider ist bedeutend. Aus einem Fangarme, an dem nur ein kaum sichtbarer Rest des Hydrantenleibes hängt, kann ein neues Tier entstehen. Bei Hydra (Fig. 1), einem einzeln lebenden Süßwasser-

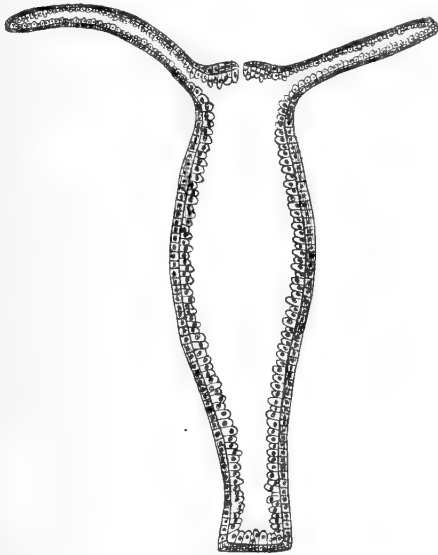


Fig. 1. Längsschnitt durch *Hydra*, einen solitär lebenden Hydroidpolypen als Typus eines Hydranten.

polypen, ist zur Regeneration des ganzen Tieres (ca. 1 cm Größe) nur eine Gewebekugel von etwa $\frac{1}{6}$ mm Durchmesser erforderlich. Natürlich ist das Regenerationsvermögen nicht bei allen Hydroidpolypen gleichmäßig stark ausgebildet, im großen und ganzen sind aber die eben angeführten Beispiele ziemlich typisch dafür, und allzu starke Abweichungen kommen nicht vor.

Anders verhält es sich dagegen mit den Quallen, die von diesen Hydroidpolypen aufgeammt werden, d. h. an der Körperwand als kleine Knospen entstehen, sich auswachsen und dann nach Loslösung vom Muttertier ein selbständiges Leben führen. Diese Quallen besitzen gar kein oder ein sehr schwaches Regenerationsvermögen. (Nur eine ältere Arbeit *Häckels* berichtet über ein ziemlich weitgehendes Regenerationsvermögen bei den Thaumantiaden, einer Gruppe dieser Medusen; alle übrigen Versuche haben ergeben, daß wohl eine Regulation, d. h. Zusammenziehung, Wundheilung und wohl auch eine Umformung des operierten Tieres zur Herstellung der alten Körperform, aber keine Regeneration stattfindet. Im übrigen sind die Berichte über dieses spezielle Thema nur sehr spärlich vorhanden, was wohl

seinen Grund in den negativen Resultaten der operativen Versuche hat, da man sich bei der Jugend der Regenerationsforschung naturgemäß zunächst auf die lohnendsten und ergiebigsten Untersuchungen beschränken mußte.) Mit dem schwächeren Regenerationsvermögen der Medusen gegenüber den Hydroidpolypen stimmt es überein, daß jene ungleich komplizierter und differenzierter gebaut sind als diese. Jene zarten Gebilde, die im Wasser umherflottieren, bestehen zwar im Prinzip auch nur aus zwei Körperschichten, diese sind jedoch ungleich mehr differenziert und spezialisiert (vgl. auch Fig. 2), und zwischen beide schiebt sich in der Glocke, dem Hauptteil des Körpers, noch ein gallertiges, meist an Umfang sehr beträchtliches Zwischengewebe ein. Die Medusen haben ein wohl ausgebildetes Nervensystem, Sinnesorgane, Schwimmrichtungen usw., alles Dinge, die den Hydroidpolypen vollständig abgehen. Die Medusen sind in erster Linie dazu bestimmt, Geschlechtsprodukte zu erzeugen und diese, weil sie frei beweglich sind, an Orten, die vom Mutterpolypen entfernt sind, abzugeben.

Nun gibt es aber zahlreiche Fälle, in denen die Medusen infolge der zu raschen Reifung ihrer Geschlechtsprodukte nicht mehr dazu kommen, sich vom Stamm der Amme loszulösen. Weiterhin ist es die Mehrzahl aller Formen, bei denen zwar medusenartige Knospen vom Hydroidpolypen angelegt werden, aber nicht mehr zur völligen Ausbildung einer Meduse gelangen, sondern nur zu einem mehr oder weniger primitiven Stadium, das aber in den meisten Fällen noch irgendwelche Verwandtschaft mit der frei schwimmenden Meduse zeigt. Dies sind die sogenannten Gonophore; unter ihnen findet man alle Übergänge von der fast völlig ausgebildeten Meduse bis zum einfachen Schlauch, in dessen Wandungen die Keimmassen eingebettet liegen (vgl. auch Fig. 3). Alle diese Gonophore haben außer der von Stufe zu Stufe verfolgbaren Verwandtschaft mit den Medusen auch noch mit diesen eine besonders typische, komplizierte Entwicklung über ein sogenanntes Glockenkernstadium gemein. Nur wenige solcher Gonophore gibt es, die sowohl im Bau als auch in der Entwicklung von der Allgemeinheit abweichen; zu diesen gehören die nachher zu besprechenden Geschlechtsorgane der *Cordylophora lacustris*.

Wir haben also zwei Extreme, den einfachen Polypen und die komplizierte Meduse, von denen das eine sehr gut regeneriert, das andere sehr schlecht, und dazwischen sehr viele Übergänge, die von der komplizierten Meduse nach einem immer einfacheren Zustande hinzielen, der dem des Polypen nicht mehr allzu fern ist. An diesen Übergängen ist nun ein ungemein reichhaltiges Material gegeben, das Zusammenlaufen der Regenerationskraft mit der Niedrigkeit der Organisation Schritt für Schritt zu verfolgen. Gleichzeitig kann man den Einfluß des Alters auf die Regene-

ration untersuchen, man ist in den einzelnen Operationen sogar dazu gezwungen, weil die sessilen Gonophore nie lange im erwachsenen Zustande verharren, sondern die während des eigenen Wachstums gereiften Geschlechtsprodukte möglichst bald entleeren und dann wieder vom Stamme aufgesogen werden. Operative Eingriffe muß man also tunlichst an wachsenden Stadien vornehmen. Dabei ist zu beachten, daß sessile Gonophore und Medusenknospen wohl in ihren letzten Entwicklungsstadien mehr oder weniger voneinander verschieden sind, daß sie sich aber alle in den Anfängen ihrer Entwicklung, eben in dem oben erwähnten Glockenkernstadium, sehr ähnlich sind. Auch insofern konnte die Bearbeitung der Gonophore und Medusenknospen sehr viel Interessantes bieten, als die Bedeutung dieser Organe eine sehr große ist, da die ganze geschlechtliche Fortpflanzung auf ihnen beruht.

Bei der Regeneration der kleinen, an den Hydroidpolypen sitzenden Medusenknospen und Gonophoren mußte man prinzipiell zweierlei unterscheiden: einmal ob die ganzen Gebilde vom Stamm regeneriert werden, wozu sie also dicht an ihrer Ansatzstelle abgeschnitten werden müssen, und andererseits ob die Gebilde selbst imstande sind, verlorengegangene eigene Gewebeteile zu ersetzen. Denn es ist klar, daß im ersten Falle der Hydroidpolyp, im zweiten aber das Gonophor oder die Medusenknospe selber die Regeneration bewerkstelligen müssen. Der praktische

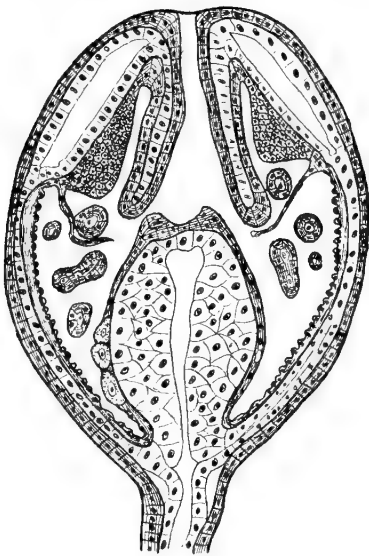


Fig. 2. Längsschnitt durch eine ausgewachsene Medusenknospe von *Podocoryne carnea* (nach Goette).

Erfolg zeigte, daß beides stets Hand in Hand geht; wo die ganzen Gonophore nicht vom Stamme regeneriert werden, können sie auch selber verlorene Teile nicht wieder neu bilden, und wo das ganze Gebilde vom Stamme aus regeneriert wird, kann es auch selber verlorene Teile wieder neu bilden. — Wie es zu erwarten war, regenerieren die Medusenknospen (Fig. 2), also die wach-

senden Gebilde, aus denen später die frei lebenden Quallen werden, nicht. Schnittwunden an ihnen heilen zwar zu, wozu ja auch (in sehr beschränktem Maße) Gewebeneubildungen erforderlich sind, und die verstümmelten Objekte stellen durch Zusammenziehen und Umformung wieder eine geschlossene Form her — alles, wie es auch bei freilebenden Medusen geschieht, aber nicht mehr. Aber nicht nur den Medusenknospen, sondern auch den Gonophoren aller Organisationsstufen mit Glockenkernentwicklung, die ich untersuchte, fehlt das Vermögen einer Regeneration. Wie es die Fig. 3



Fig. 3. Längsschnitt durch ein Gonophor von *Coryne fruticosa* (nach Kühn).

zeigt, bildet das Keimlager in diesen Gonophoren meistens die Hauptmasse des Gewebes; und dieses Keimlager ist es in erster Linie, das nicht regeneriert. Die übrigen somatischen Teile der Gonophore sind dagegen mehr oder weniger regenerationsfähig; trotzdem verhindert das Keimlager durch seine Passivität jede größere Regeneration. Die regenerative Fähigkeit der übrigen Gewebeteile, in Verbindung mit ihrer meist ungemein starken Umbildungsfähigkeit, ermöglicht es aber, daß nach schweren Eingriffen in das Gonophor dieses sich mehr oder weniger gut reguliert, d. h. seine alte Form wiederherstellt; so kann beispielsweise ein eiförmiges Gonophor, das in der Mitte quer durchschnitten wurde, durch die Tätigkeit der somatischen Teile bald wieder eine eiförmige Gestalt annehmen, so daß wir schließlich ein Gonophor der alten, normalen Form, aber nur in der halben Größe erhalten. Dabei können beschränkte Gewebepartien, z. B. Teile der äußeren Umhüllung, Befestigungsbänder und dgl., mitunter auch Stücke der schützenden Chitinhülle neu gebildet werden. Nicht überall ist die eigene Regenerationsfähigkeit der somatischen Teile und ihre Umwandlungsfähigkeit gleich stark ausgebildet; im großen und ganzen aber weichen die Gonophore darin nicht allzu stark voneinander ab. —

Ich muß hier auch noch gleich der „Blastostyle“ der Thecaten (eine der beiden Hauptgruppen der Hydroiden) gedenken. Bei diesen sitzen in den meisten Fällen die Gonophore und

Medusenknospen in dichten Massen an besonderen Gebilden, den Blastostylen, die ihrem Aufbau nach einige Ähnlichkeit mit den Hydranten haben; sie sind zweischichtig, wobei diese Körperschichten sehr dünn sind und keine direkten Funktionen mehr ausüben. An ihnen sitzen dicht gedrängt die geschlechtlichen Gebilde. Auch diese Blastostyle sind wie die Gonophore nicht imstande zu regenerieren, d. h. z. B. nach Querschnitten ihre alte Größe wiederherzustellen. Wahrscheinlich werden sie hieran durch die enorme Zahl der Geschlechtsgebilde, die sie beständig hervorbringen, verhindert. Ziemlich beträchtliche Gewebe- und Chitin Neubildungen konnten aber an ihnen konstatiert werden. Wo bei den zahlreichen Versuchen an Blastostylen sehr vereinzelt doch einmal Regeneration auftrat — es geschah dies nur an besonders kräftigen Kolonien —, da regenerierte nicht das ursprüngliche Gebilde, sondern stets ein solches, das die typische Struktur des regenerationsfähigen Stammes besaß und als Wurzelfaden angesprochen werden muß. Von dem gemeinschaftlichen regenerativen Verhalten der Gonophore und Medusenknospen weicht ein einziges in allen den vielen untersuchten Fällen prinzipiell ab, das ist das weibliche Gonophor der *Cordylophora lacustris*. Es regeneriert verlorene Stücke, auch sehr große, rasch und sicher, und ebenso wird das ganz abgeschnittene Gonophor vom Stamm sofort neu gebildet. Den männlichen Gonophoren der *Cordylophora* scheint die Regenerationsfähigkeit ebenso zu fehlen, wie den Gonophoren und Medusenknospen aller übrigen Formen; jedoch sind die Untersuchungen über diesen Punkt noch nicht mit vollkommener Sicherheit beendet, so daß sich möglicherweise diese Tatsache als irrig erweisen kann.

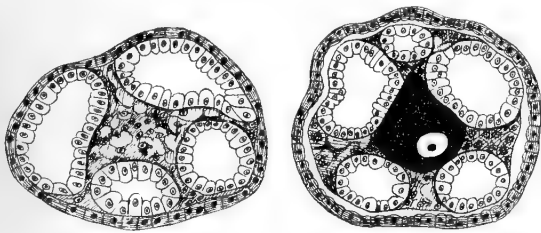


Fig. 4. Zwei Querschnitte in verschiedenen Höhen durch ein weibliches Gonophor von *Cordylophora lacustris* (nach Goette).

Ein Vergleich zwischen den Gonophoren der *Cordylophora* und denen der anderen untersuchten Hydroiden zeigt uns nun wesentliche, prinzipielle Unterschiede zwischen beiden. Während die Gonophore im Prinzip gewöhnlich so gebaut sind (Fig. 3), daß ein Zapfen der inneren Körperschicht von einem dicken Keimlager, welches seinerseits von äußerst dünnen Hüllen der äußeren Körperschicht umschlossen wird, sehen wir bei *Cordylophora* (Fig. 4) diese äußere Hülle sehr viel stärker, kräftiger auftreten, der Zapfen der inneren Körperschicht ist in viele große Äste

geteilt, die zum Teil direkt an die äußere Umhüllung stoßen; außerdem liegen die Geschlechtszellen nicht direkt zwischen den beiden Körperschichten eingebettet, sondern sie sind in einem somatischen Zwischengewebe ziemlich weit verteilt und deshalb auch verhältnismäßig nicht so mächtig und überwältigend ausgebildet, wie bei den übrigen Gonophoren. Dazu kommt noch, daß die *Cordylophora*-Gonophore eine direkte, einfache Entwicklung, ähnlich wie der Hydrant, durchmachen und das typische, komplizierte Glockenkernstadium vermeiden. Dieses so beschaffene Gonophor der *Cordylophora lacustris* nun regeneriert! Damit wäre festgestellt, daß sich die Regeneration in gewissem Maße tatsächlich an die feineren Unterschiede der Struktur bei den Gonophoren der Hydroiden hält. — Trotzdem die *Cordylophora*-Gonophore uns aber dies Resultat an die Hand geben, sind die Erwartungen, die man hätte hegen dürfen, nicht erfüllt worden. Man hätte sich wohl nicht gewundert, wenn sich die Regeneration den einzelnen Stufen der Gonophorhöhe angepaßt und sich so den Einzelheiten der Differenzierung innig angeschmiegt hätte. Statt dessen zeigt sie sich nur ganz grob daran gebunden, und ob wir in diesem einzelnen Falle nicht auch noch einen Zufall zu sehen haben, ist nicht einmal so sicher, da es eben nur ein einzelner Fall erfolgter Regeneration ist. — Übrigens sind auch die Abstufungen einer gewissen individuell-selbständigen Kraft, die sich während des Experimentierens an den Gonophoren und Medusenknospen beobachten ließ, durchaus nicht mit dem Organisationszustand der Gonophore verknüpft.

Weiterhin wird der Leser schon vermutet haben, daß auch das Alter für die Regeneration in unserem Falle durchaus keine Rolle spielt. Es war auch nie der leiseste Unterschied zu bemerken, ob ein junges oder ein ausgewachsenes Objekt durchschnitten wurde, bei *Cordylophora* sowohl wie bei den anderen Formen. Es sei hierbei erwähnt, daß, abgesehen von *Cordylophora*, sich die jungen Stadien der Gonophore und Medusenknospen meist zum Verwechseln ähnlich sehen. Die Regel also, daß die Regeneration mit dem Alter abnehme, oder mit anderen Worten gesagt, daß sie in der Jugend größer sei als im Alter, kommt in unserem Falle nicht zur Geltung.

Aus dem Nichtregenerieren der Gonophore bei fast allen Hydroiden muß man auch schließen, daß hier die Regenerationskraft nicht in einer für die Erhaltung der Art nützlichen Weise ausgebildet ist. Denn dazu müßten die Medusenknospen und sessilen Gonophore in erster Linie regenerationsfähig sein, da bei ihnen ja ausschließlich die ungemäße wichtige geschlechtliche Vermehrung liegt. Es muß andererseits dabei auch wieder eingesehen werden, daß in der Natur ein Bedürfnis für die Regeneration dieser Teile durchaus nicht vorliegt. Rein mechanische Störungen werden nie die kleinen zum Teil geschützt liegenden Gonophore

allein treffen, sondern stets größere Teile des Stammes oder Blastostyles; dann aber werden mit diesen regenerierenden Stockteilen auch die Geschlechtsorgane mit neu gebildet, wofür experimentelle Beweise schon vorhanden sind. Feindliche Tiere aber werden sich, zumal bei den Atheakaten, stets mehr an die ungeschützten Teile der Kolonie halten und die durch starkes und zähes Chitin geschützten Geschlechtsknospen umgehen. Wenigstens habe ich nie das Fehlen eines einzelnen Gonophors in der Natur bemerkt.

Ganz objektiv und ohne Bezugnahme auf die Regeln der Regeneration betrachtet, liegen die Verhältnisse bei den Hydromedusen so: Daß die durch Knospung sich vermehrenden Hydroidkolonien die oben erwähnte, weitgehende Regenerationsfähigkeit besitzen, hängt aufs engste zusammen mit dem Aufbau ihres Gewebes, ihrer ungeschlechtlichen Fortpflanzungsweise und wohl auch mit dem Bedürfnis für eine solche Fähigkeit in Anbetracht der Sessilität und leichten Verwundbarkeit. Andererseits ist es erklärlich, daß die Regenerationskraft der Generation¹⁾ mangelt, die sich in kleinen, mit komplizierten Einrichtungen ausgestatteten Individuen zusammendrängt, welche im Verhältnis zu ihrer eigenen Größe enorme Keimmassen reifen lassen. Die regenerierenden Geschlechtsorgane der *Cordylophora lacustris* sind weder kompliziert, noch sind bei ihnen die Eimassen überwiegend groß; sie weichen auch von der geschlechtlichen Generation der anderen Hydroiden beträchtlich durch die einfache Entwicklung ab.

Mit den gewonnenen Erfahrungen zeigt sich, daß die Regeln der Regeneration, die unzweifelhaft zu Recht bestehen, vorläufig doch nur allgemeine Regeln bleiben müssen, und daß sie im großen und ganzen wohl ihre Bedeutung haben, andererseits aber auch wieder beschränkt sind und ihre Bedeutung, auf Einzelheiten angewendet, versagt.

Ein glücklicher Umstand fügte es, daß bei den Untersuchungen an den Gonophoren ein Faktor zutage trat, der imstande ist, die Regeneration wesentlich zu beeinflussen. Bei einem bisher unbekannten Hydroiden, *Pachycordyle fusca*, waren nach jedem operativen Eingriffe Störungen zu bemerken, sogenannte Depressionen. Zu fehlen schienen diese Depressionen nur nach Verletzungen des Stammes der Kolonie; bei Operationen an Hydranten waren sie stets bemerkbar und am stärksten traten sie nach Eingriffen an Gonophoren auf. Mit anderen Worten: je differenzierter das verletzte Gewebe ist, um so stärker ist die Depression. Diese äußert sich wiederum am leichtesten am Hydranten, aber auch an jungen, noch nicht differenzierten Gonophoranlagen. Sie

läßt sich durch den Stamm übertragen, bei sehr starken Depressionswirkungen sogar durch das Wurzelgeflecht auf die benachbarten Stämme. Ältere Gonophore unterliegen dieser Depression nur sehr schwer. Je schwerer aber irgend ein Gewebekomplex den Wirkungen der Depression anheimfällt, um so länger hält auch ihre Wirkung an. Die Hydranten erholen sich stets sehr schnell davon, während die älteren Gonophore ungleich mehr Zeit dazu beanspruchen. Diese infolge der Operationen auftretenden Depressionen beschränken sich nicht nur auf *Pachycordyle* allein, sondern sie lassen sich mehr oder weniger deutlich auch an verschiedenen anderen Hydroiden bemerken. Es gibt jedoch auch Formen, bei denen ihre Wirkung sicher nicht vorhanden ist. Diese Depressionen nun lassen vermuten, daß das Regenerationsvermögen prinzipiell tatsächlich vorhanden ist, daß es aber durch die Störungen bei der Verstümmelung selbst an seiner Entfaltung gehindert wird. Bei *Pachycordyle* wenigstens scheinen die Verhältnisse tatsächlich so zu liegen.

Kleine Mitteilungen.

Über das Zittern der Blätter. Das Zittern des Espenlaubes und der Blätter auch anderer Bäume zu untersuchen war der Zweck einer im Wintersemester 1913 und Sommersemester 1914 im physikalischen Institut der K. Bay. Universität Erlangen auf Anregung des Institutsleiters Geheimrat E. Wiedemann ausgeführten Experimentalarbeit. Es wurden sowohl natürliche Blätter wie auch künstliche aus Metall und Glimmer gefertigte Blattmodelle bezüglich ihres Verhaltens in einem Luftstrahl kleinen, aber auch in einem Luftstrahl großen Querschnittes untersucht. Die Methode war im wesentlichen die, daß ein Bündel konvergenter Lichtstrahlen auf einen winzigen auf der Blattspreite befestigten Spiegel fiel und von ihm auf eine Mattscheibe reflektiert wurde, die auch durch eine photographische Platte ersetzt werden konnte. Bewegte sich dann das Blatt, so beschrieb der Schnittpunkt der konvergenten Strahlen auf der Scheibenebene eine leuchtende Kurve. Die so bei den natürlichen Blättern erhaltenen Kurven zeichneten sich durch größtmögliche Einfachheit aus; es waren ellipsenähnliche oder einfach-8-förmige Figuren; diese Lissajous-Figuren kamen dadurch zustande, daß, während das Blatt unter Durchbiegung seines Stieles pendelnde Biegungsschwingungen ausführte, gleichzeitig die Blattspreite, um die Verlängerung des Stieles sich drehend, Torsionsschwingungen machte. Die Anzahl der Torsions- verhielt sich zur Anzahl der Biegungsschwingungen bei den beobachteten natürlichen Blättern der Espe, der kanadischen Pappel, der Pyramidenpappel, des Birnbaumes, des Tulpenbaumes, des Ahorns wie 1 : 1 oder wie 1 : 2. Als dann die Biegungs- und Torsionsschwingungen in besonderen Apparaten ohne Anblasen getrennt untersucht wurden, zeigte sich, daß das Schwingungszahlenverhältnis annähert dasselbe war, wie es beim Anblasen gefunden worden war. Die bei diesen Untersuchungen gebrauchten Apparate konnten auch evakuiert werden; dabei zeigte sich, daß auch, nachdem der Luftdruck z. B. von 730 mm auf 15 mm herabgesetzt war, keine merkliche Änderung im Schwingungszahlenverhältnis festzu-

¹⁾ Das Verhältnis zwischen Hydroidpolyp und Meduse resp. sessilem Gonophor ist ein Generationswechsel, bei dem abwechselnd eine ungeschlechtliche (Polyp) und eine geschlechtliche (Meduse) Generation zur Geltung kommen.

stellen war; als Nebenergebnis sei erwähnt, daß die natürlichen Blätter, deren Turgor übrigens durch eine besondere Behandlung unter steter Zuführung von Wasser tagelang ungeändert erhalten werden konnte, das Evakuieren des Versuchsraumes ohne erkennbaren Schaden ertrugen. Als weiteres Ergebnis wurde festgestellt, daß sowohl bei natürlichen Blättern wie bei Modellen das einmal vorhandene ganzzahlige Verhältnis der Zahlen der Biegungs- und Torsionsschwingungen sogar dann noch erhalten blieb, wenn die Länge des Blattstieles allmählich bis auf $\frac{1}{3}$ ihres ursprünglichen Wertes verkürzt wurde. Das Zustandekommen der Schwingungen sowohl im schmalen wie auch im breiten Luftstrom konnte übrigens, wenigstens qualitativ, auf bekannte einfache Gesetze der Mechanik und Aerodynamik zurückgeführt werden.

Alfred Hertel, Kitzingen.

Galaktit. Die in neuerer Zeit verschiedentlich künstlich und auf biochemischem Wege erhaltenen Glukoside aus Zuckern und einfachen Alkoholen wie Methylalkohol, Äthylalkohol sind bisher noch nicht in der Natur aufgefunden worden. Doch war eine Verbindung bekannt, von welcher ihr Entdecker, der 1912 verstorbene, sehr verdiente Agrikulturchemiker H. Ritthausen vermutete, daß sie mit den von Emil Fischer synthetisch erhaltenen Alkylglukosiden nahe verwandt sein könnte. Es ist dies das *Galaktit*, eine aus Lupinen gewonnene, schön kristallisierende Verbindung, welche bei der Hydrolyse große Mengen Galaktose liefert. Emil Fischer (*Berichte d. deutsch. chem. Ges.* 47. 456. 1914) konnte nun neuerdings an Hand der Originalpräparate Ritthausens feststellen, daß das Galaktit mit α -Äthylgalaktosid identisch ist. Dieser Befund muß aus zwei Gründen dem Biochemiker als sehr auffallend erscheinen. Zum ersten wäre damit eine im Naturreich ganz neue Körperklasse einfachster Glucoside nachgewiesen. Seitdem indessen durch Bourquelot und seine Mitarbeiter die Synthese solcher Verbindungen durch Enzyme realisiert worden ist, speziell auch des α - und β -Äthylgalaktosids, wäre die Bildung einfacher Alkylglucoside in den Pflanzen wohl verständlich. Auffallender wäre aber nun die zweite Tatsache, daß das Galaktit eine Äthylverbindung ist, da man in zusammengesetzten, d. h. durch Hydrolyse spaltbaren natürlichen Verbindungen bisher sozusagen ausnahmslos nur Methyl-, nicht aber Äthylverbindungen angetroffen hat. Es handelt sich nun beim Galaktit offenbar um keine native Verbindung, sondern um ein *Laboratoriumsprodukt*. Emil Fischer weist darauf hin, daß bei den langwierigen Operationen der Gewinnung alle Bedingungen zu seiner Bildung vorhanden gewesen seien: Anwendung von Äthylalkohol zur Extraktion der Lupinen, Entstehung von Galaktose durch Zerfall galaktosehaltiger Polysaccharide, wie z. B. der Lupeose, Gegenwart freier Mineralsäure. In Übereinstimmung damit steht wohl die dem Referenten bekannte Tatsache, daß gelegentliche frühere Versuche, das Galaktit Ritthausens aus Lupinen zu isolieren, gescheitert waren.

Mit der Aufklärung der Konstitution und Bildung des Galaktits erhalten die Anschauungen über die verschiedene biologische Rolle von Methyl- und Äthylalkohol (siehe Naturwissenschaften Nr. 41, S. 927. 1914) eine weitere Unterstützung, denn es ist wieder einmal ein Äthyläther oder -ester, der zunächst ein Naturprodukt schien, als ein Artefakt erkannt worden. Es sei nur an das sogenannte „kristallisierte Chlorophyll“ erinnert, welches bald nach seiner Wieder-

entdeckung durch Willstätter als ein durch den Einfluß des Äthylalkohols während der Extraktion künstlich verändertes Chlorophyll (Äthylchlorophyllid) erkannt wurde.
G. T.

Über die Anlage für drahtlose Telegraphie am Eiffelturm veröffentlicht das *Jahrbuch für drahtlose Telegraphie* (Bd. IX, p. 78, 1914) bemerkenswerte Einzelheiten. Die Sende- und Empfangsapparate sind in unterirdischen Räumen untergebracht, da die Stadtverwaltung von Paris eine oberirdische Anlage aus ästhetischen Gründen nicht genehmigte. Die Antennenanlage, die im Jahre 1903 zum ersten Male am Eiffelturm angebracht wurde, besteht heute nach einigen Änderungen aus sechs Drähten, die von der Spitze des Turmes nach einer Seite ausgespannt sind und deren Verspannungen durch sechs kleine Türmchen getragen werden. In den unterirdischen Räumen befinden sich die Sende- und Empfangsschaltungen. Die Station besitzt jetzt eine Sendeanlage mit 50 KW Antennenenergie, die von einem primären Wechselstrom von 42 Perioden geliefert wird. Es ist dies eine der wenigen Knallfunkenanlagen, die heute noch im Betriebe eine wichtige Rolle spielen. Im Jahre 1911 wurde eine zweite Sendeanlage hinzugefügt, und zwar eine solche mit tönenden Funken von 10 KW Antennenenergie. Ende 1913 kam noch eine dritte von 100 KW hinzu, die, wie angegeben ist, für Versuchszwecke dienen soll und auch nach dem Prinzip der tönenden Funken gebaut ist.

Die Anlage mit Knallfunken diente bisher zu einem großen Teil dem Zeitsignaldienst und besitzt bei Nacht eine Reichweite von ca. 5000 km, am Tage eine solche von etwa 3000 km. Ab und zu wurden Reichweiten bis zu 6000 km gemessen. Der Zeitsignaldienst besteht darin, daß zu bestimmten Zeiten, und zwar zweimal in 24 Stunden, eine festgelegte Gruppe von Zeichen gegeben wird.

Es ist bemerkenswert, daß bei der Beschreibung besonders darauf hingewiesen wird, daß die Station ausschließlich von der französischen Militärbehörde entworfen und installiert ist und unter Leitung des Leutnants Colonel Ferrié steht. Dem öffentlichen, kommerziellen Verkehr war sie bisher nicht geöffnet.
P. Lg.

Die Wirkungsweise des Kontaktdetektors. In der modernen drahtlosen Telegraphie spielt der Kontaktdetektor als wichtigstes Empfangselement eine große Rolle. Es ist daher besonders bemerkenswert, daß es bis heute noch nicht allgemein feststeht, wie man sich seine Wirkungsweise zu erklären hat. Nach einigen Forschern entsteht an der Kontaktstelle eine thermoelektrische Kraft, die als Stromquelle für das parallel geschaltete Telefon dient, nach anderen Autoren ist er ein reiner Gleichrichter, der den einen Wechsel des Wechselstromes nicht hindurchläßt und so in einen parallel geschalteten Stromkreis einen Gleichstromimpuls hineinschickt. In einer Veröffentlichung von R. Rinkel (*Die Wirkungsweise des Kontaktdetektors, Jahrbuch der drahtlosen Telegraphie und Telephonie IX*, p. 88, 1914) werden neue Versuche zur Klärung dieser Frage mitgeteilt. Der Verfasser zieht folgenden Schluß: Wenn nur eine thermoelektrische Kraft an der Berührungsstelle erzeugt wird, so muß für diese Klemmenspannung, den Strom und den Widerstand, im äußeren Kreise das Ohmsche Gesetz gelten, wobei alle drei Größen der Messung zugänglich sind. Die Messungen zeigen, daß

dies wirklich der Fall ist. Aus der weiteren Tatsache, daß die bei Gleichstrom- und Wechselstrommessungen erhaltenen Werte der thermoelektrischen Kraft die gleichen sind, schließt der Verfasser, daß für den untersuchten Perikondetektor, Rotzinkerz-Kupferkies, eine thermoelektrische Erklärung die richtige ist.

P. Lg.

Die Abhängigkeit der Ballontemperatur von der Ventilation ist eine für die Praxis der Luftschiffahrt recht bedeutungsvolle Tatsache. Nach früheren Messungen von K. Bassus und A. Schmauß hat sich nämlich gezeigt, daß bei einem Fesselballon die Temperatur des Füllgases nur wenig stieg, wenn man den Ballon bei annähernd konstanter Sonnenbestrahlung aus einem Luftstrom von 5 m/sec in einen solchen von 3 m/sec brachte. Da die Temperatur des Füllgases auf das Gleichgewicht und die Tragfähigkeit eines Ballons einen großen Einfluß hat, so wurde von J. Stern (*J. Stern, Die Abhängigkeit der Ballontemperatur von der Ventilation. Zeitschr. für Flugtechnik und Motorluftschiffahrt* V, Seite 258. 1914) die erwähnte Abhängigkeit durch quantitative Laboratoriumsversuche möglichst genau bestimmt. Dazu wurde eine Anordnung gewählt, die es ermöglichte, ein Stück Ballonstoff von einem genau regulier- und meßbaren Luftstrom zu ventilieren. In den Stoffstücken, die Kreisform mit einem Radius von 10 cm hatten, wurden zur Messung der Temperatur Thermoelemente angebracht. Zur Bestrahlung dienten 15 lineare Kohlenfadenlampen. Die so erhaltenen Kurven zeigen, daß im Bereich geringer Ventilationsgeschwindigkeiten Ventilationsänderungen von bedeutend größerem Einfluß auf die Übertemperatur des Ballonstoffes sind, als im Bereich großer Geschwindigkeiten, in dem sie praktisch gleich Null werden. Auch über den Einfluß der Farbe des Ballonstoffes wurden Versuche angestellt.

P. Lg.

Neues Verfahren der „Kaffee-Entgiftung“ auf physikalischer Grundlage. Nach einer Mitteilung von Johs. Görbing in der *Zeitschrift für öffentliche Chemie* XX, XII, 222 f., in welcher die ärztlich erhärtete Tatsache angeführt wird, daß die meisten Menschen, denen Kaffee nicht bekommt, infolge Empfindlichkeit im Magen-Darmkanal auf die Wirkungen der Röstprodukte in erster Linie reagieren, wird ein Verfahren beschrieben, durch welches physiologisch wirksame Substanzen in beachtenswerter Menge, falls sie unter den Röstprodukten zu suchen sind, aus dem Kaffee entfernt werden, während eine Coffeinentziehung nicht stattfindet. Das Verfahren besteht darin, daß Kaffeebohnen mit absorbierenden Stoffen geeigneter Beschaffenheit, z. B. Porzellanton, inkrustiert werden, entweder derart, daß der Ton in Breiform auf die Bohnen aufgetragen oder durch Dampfwirkung oder durch die beim Rösten des Kaffees entweichende Bohnenfeuchtigkeit auf den Bohnen zum Haften gebracht wird. Die Kapillarwirkung des Tons veranlaßt ein Aufsaugen und Aussaugen der beim Rösten entstehenden Röstprodukte; indem Fett sowie fettähnliche und harzige Stoffe an der äußeren Fläche und den obersten Rindenschichten fortgenommen werden, bleibt die Bildung nachteiliger Röstprodukte ausgeschlossen. Görbing erwähnt, daß in 17 Fällen, in denen gewöhnlicher Kaffee nicht oder sehr schlecht vertragen wurde, das Ergebnis ein vorzügliches gewesen

sei, in neun weiteren Fällen wurde der so entgiftete Kaffee besser vertragen als gewöhnlicher, und nur in einem Falle konnte kein wesentlicher Unterschied festgestellt werden.

—2.

Einen Versuch, der beweisen soll, daß die **Anwesenheit von Materie** in einem Raumgebiet die **Dichte des Äthers** darin nicht merklich beeinflusst, hat C. V. Burton angestellt. Nimmt man nämlich an, daß durch den Eintritt einer Masse m in das Raumgebiet ein Äthervolumen Fm aus ihm verdrängt wird, so ergibt sich auf Grund mathematischer Entwicklungen, daß eine rechteckige Platte bei ihrer Bewegung durch den Äther sich senkrecht zu ihrer Bewegungsrichtung einzustellen sucht und daß das Drehmoment, welches sie hierbei erleidet, proportional F^2Q ist (Q = Dichte des Äthers). Es wurden nun zwei kleine Platten aus Platiniridium in einem luftdicht verschlossenen Stahlzylinder an Quarzfäden aufgehängt, und durch eine besondere optische Vorrichtung daraufhin beobachtet, ob sie durch die von 12 zu 12 Stunden entgegengesetzt erfolgende Bewegung der Erdoberfläche eine Drehung erführen. Die optische Vorrichtung war so empfindlich, daß bei der einen Platte eine Drehung um $\frac{1}{2}$ Bogen Sekunde und bei der anderen sogar eine solche von $\frac{1}{20}$ Bogen Sekunde hätte entdeckt werden müssen. Da dies in keinem Falle eintrat, ist F^2Q sicherlich $< 10^{-21}$, wahrscheinlich aber $< 10^{-22}$. Nimmt man mit O. Lodge die Dichte des Äthers zu 10^{12} an, so muß $F < 3,1 \times 10^{-17}$, oder wahrscheinlich $< 10^{-17}$ sein. (*Phil. Mag.* 27, 843. 1914.)

Mk.

Knallgasexplosionen mit H_2 oder O_2 im Überschuß mit einem Anfangsdruck von 1 bis 2 Atmosphären sind von W. Siegel systematisch untersucht worden. Auf Grund dieser Untersuchungen bestimmte er die spezifische Wärme des Wasserdampfes in Temperaturen von 2200° — 2900° abs. und fand, daß sie in diesem Bereich nahezu linear ansteigt. Der Dissoziationsgrad des Wasserdampfes wuchs von 0,6 % bei 2337° abs. auf 8,0 % bei 3092° abs. Die Ergebnisse mit O_2 ließen sich nicht berechnen, weil wahrscheinlich eine unbekannte endotherme Verbindung, vielleicht H_2O_4 , unter den gegebenen Bedingungen sich bildet. Auch die Frage nach einer etwaigen Dissoziation von H_2 und O_2 ließ sich nicht entscheiden, doch ergab sich als untere Grenze für die Dissoziationswärme von H_2 150 000 kal. und von O_2 160 000 kal. (*Z. f. phys. Chem.* 87, 641, 1914.)

Mk.

Die bisher üblichen **Ätzmittel für Stahl**, Salpetersäure, Pikrinsäure usw. lassen den Perlit dunkel erscheinen, indem sie ihn angreifen und rauh machen, den Ferrit hingegen lassen sie praktisch ungeändert. Ein von W. Rosenhain und J. L. Haughton empfohlenes Ätzmittel wirkt gerade in umgekehrter Weise. Es besteht in einer Lösung von 30 g Fe_2Cl_6 , 1 g $CuCl_2$ und $\frac{1}{2}$ g $SnCl$ in 100 cem konz. Salzsäure und 1 l Wasser. Bei Anwendung dieses Mittels bleibt der Perlit unverändert; er erscheint weiß und hell bei gewöhnlichem Licht. Der Ferrit hingegen überzieht sich mit einer Kupferschicht und erscheint vermöge seiner rauhen Oberfläche dunkel bei gewöhnlichem Licht. Den anderen Bestandteilen des Stahles gegenüber, dem Martensit, dem Troostit und Sorbit, verhält sich das neue Mittel wie die früher gebrauchten Ätzmittel. (*Engineering* 97, 783, 1914.)

Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

U.S. Department

Heft 50.

11. Dezember 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Quecksilbergleichrichter. Von *Dr. Günther Schulze*
Berlin. S. 1033.

Besprechungen. S. 1043.

Gibt es konstante Bastarde? Von *W. M. Willy*
Gerschler, Leipzig. S. 1039.

Botanische Mitteilungen. S. 1045.

Kleine Mitteilungen. S. 1046.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Eeben erschien:

Beiträge zur Kriegsheilkunde

Aus den Hilfsunternehmungen der deutschen
Vereine vom Roten Kreuz während des
italienisch-türkischen Krieges 1912
und des Balkankrieges 1912-1913

Herausgegeben vom

Zentralkomitee der deutschen Vereine vom Roten Kreuz

(XV u. 1113 Seiten) 8°. — Mit 607 Abbildungen
Preis M. 40,—; in Leinwand gebunden M. 42,60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 80, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 8.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 4 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40 0/0 Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

Seit kurzem erscheint bei uns:

Sammlung Vieweg

Tagesfragen aus den Gebieten der Naturwissenschaften und der Technik.

Die „Sammlung Vieweg“ macht es sich zur besonderen Aufgabe, Wissens- und Forschungsgebiete, Theorien, chemisch-technische Verfahren usw., die im Stadium der Entwicklung stehen, durch zusammenfassende Behandlung unter Beifügung der wichtigsten Literaturangaben weiteren Kreisen bekanntzumachen und ihren

augenblicklichen Entwicklungsstand zu beleuchten.

Sie will dadurch die Orientierung erleichtern und die Richtung zu zeigen suchen, welche die weitere Forschung einzuschlagen hat.

Bisher erschienen folgend genannte Hefte:

- | | | |
|-----------------|---|----------|
| Heft 1. | Dr. R. Pohl und Dr. P. Pringsheim, Die lichtelektrischen Erscheinungen. Mit 36 Textabbildungen. | M. 3.—. |
| Heft 2. | Dr. C. Freiherr von Girsowald, Anorganische Peroxyde und Persalze. | M. 2,40. |
| Heft 3. | P. Béjeuhr, Der Blériot-Flugapparat und seine Benutzung durch Pégoud vom Standpunkt des Ingenieurs. Mit 26 Abbildungen im Text. | M. 2.—. |
| Heft 4. | Dr. St. Loria, Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem. Mit 3 Textabbildungen und einer Tafel. | M. 3.—. |
| Heft 5. | Dr. A. Gockel, Die Radioaktivität von Boden und Quellen. Mit 10 Textabb. | M. 3.—. |
| Heft 6. | D. Sidersky, Brenneirefragen. Kontinuierliche Gärung der Rübensäfte. Kontinuierliche Destillation und Rektifikation. Mit 24 Textabbildungen. | M. 1,60. |
| Heft 7. | Hofrat Prof. Dr. Ed. Donath und Dr. A. Gröger, Die flüssigen Brennstoffe, ihre Bedeutung und Beschaffung. Mit einer Abbildung. | M. 2.—. |
| Heft 8. | Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr. Max B. Weinstein, Kräfte und Spannungen. Das Gravitations- und Strahlenfeld. | M. 2.—. |
| H. 9/10. | Geh. Reg.-Rat, Prof. Dr. O. Lummer, Verflüssigung der Kohle und Herstellung der Sonnentemperatur. Mit 50 Abbildungen. | M. 5.—. |
| Heft 11. | Dr. E. Przybyllock, Polhöhen-Schwankungen mit 8 Abbildungen. | M. 1,60. |
| Heft 12. | Prof. Dr. Albert Oppel, Gewebekulturen. Mit 32 Abbildungen. | M. 3.—. |
| Heft 13. | Dr. Wilhelm Foerster, Kalenderwesen und Kalenderreform. | M. 1,60. |
| Heft 14. | Dr. O. Zoth, Über die Natur der Mischfarben auf Grund der Undulationshypothese. Mit 3 Textfiguren und 10 Kurventafeln. | M. 2,80. |
| Heft 15. | Dr. Siegfried Valentiner, Die Grundlagen der Quantentheorie in elementarer Darstellung. Mit 8 Abbildungen. | M. 2,60. |
| Heft 16. | Dr. Siegfried Valentiner, Anwendung der Quantenhypothese in der kinetischen Theorie der festen Körper und der Gase. In elementarer Darstellung. Mit 4 Abbildungen. | M. 2,60. |
| Heft 17. | Dr. Hans Witte, Raum und Zeit im Lichte der neueren Physik. Mit 17 Abbildungen. | M. 2,80. |
| Heft 18. | Dr. Erich Hupka, Die Interferenz der Röntgenstrahlen. Mit 33 Abbildungen und einer Doppeltafel in Lichtdruck. | M. 2,60. |
| Heft 19. | Prof. Dr. Robert Kremann, Die elektrolytische Darstellung von Legierungen aus wässrigen Lösungen. Mit 20 Abbildungen. | M. 2,40. |
| Heft 20. | Dr. Erik Liebreich, Rost und Rostschutz. Mit 22 Abbildungen. | M. 3,20. |

Ein Verzeichnis der in Aussicht genommenen zahlreichen weiteren Hefte steht kostenfrei zu Diensten.

Quecksilbergleichrichter.

Von Dr. Günther Schulze, Berlin.

Will man elektrische Energie über große Gebiete verteilen, so erzeugt man in der elektrischen Zentrale Wechselstrom oder Drehstrom, transformiert ihn auf hohe Spannung und leitet ihn so unter geringen Verlusten den Verbrauchsstellen zu. Gleichstrom hierzu zu verwenden, ist nicht möglich, weil Gleichstrom sich nicht transformieren läßt. Andererseits zieht der Konsument in vielen Fällen Gleichstrom vor, denn nur mit Gleichstrom lassen sich elektrolytische und galvanische Bäder speisen, Akkumulatoren laden, Quecksilberlampen brennen und Motoren hoher Anzugskraft antreiben.

Also ist eine Einrichtung erwünscht, die Wechselstrom in Gleichstrom verwandelt. Anfangs erreichte man diese Umwandlung einfach dadurch, daß man einen Wechselstrommotor mit einem Gleichstromgenerator verband. Der Wechselstrommotor nahm die ankommende Wechselstromenergie auf und trieb den Gleichstromgenerator an, der die Gleichstromenergie abgab. Das Verfahren hatte seine Nachteile. Laufende Maschinen verlangen dauernde Aufsicht und Wartung und haben zudem einen schlechten Wirkungsgrad, wenn sie klein sind. Also ist es nach diesem Verfahren unmöglich, bei einzelnen Kleinkonsumenten die Gleichrichtung für sich vorzunehmen. Man sah sich also nach Apparaten um, die ähnlich wie die Wechselstromtransformatoren imstande waren, ohne mechanische Bewegung den Strom gleichzurichten. Man entwickelte den Begriff des elektrischen Ventils und verstand darunter eine Anordnung, die den elektrischen Strom in der einen Richtung fast unbehindert fließen läßt, während sie ihm in der anderen einen hohen Widerstand entgegensetzt.

Bei Benutzung eines einzigen derartigen Ventils würde man den Wechselstrom nur in unterbrochenen Gleichstrom verwandeln können, der dadurch entsteht, daß nach Fig. 1 immer die eine



Fig. 1.

Hälfte der Stromstöße unterdrückt wird. Durch Kombination mehrerer Ventile zu der Schaltung der Fig. 2 gelingt es jedoch, beide Stromrichtungen nutzbar zu machen. T ist ein Transformator. v_1 und v_2 sind zwei Ventile, durch die

der Strom nur in der Richtung der Pfeile fließen kann, r ist der Körper, der Gleichstrom erhalten soll. Ist nun der Pol A der Sekundärspule des Transformators positiv, so fließt der Strom von A durch v_1 über D nach C , denn v_2 kann er in der Richtung von D nach B nicht passieren. Ist B

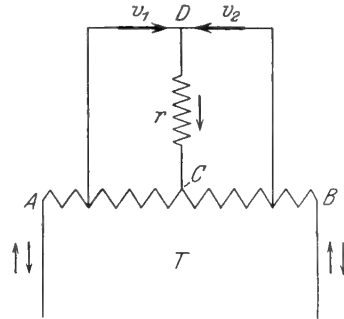


Fig. 2.

positiv, so fließt er von B wiederum über D nach C . r wird also beide Male in derselben Richtung durchströmt, so daß sich in r ein Strom der Form der Fig. 3 ergibt. Schaltet man hinter r

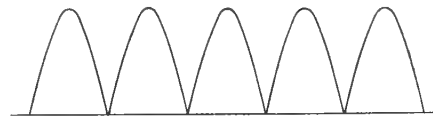


Fig. 3.

eine kräftige Drosselspule, so geht die Stromkurve in die Form der Fig. 4 über, die den meisten Ansprüchen genügt.

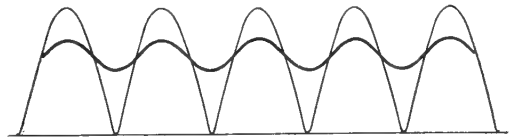


Fig. 4.

Mancherlei verschiedene elektrische Ventile sind im Laufe der Jahre entdeckt worden. Alle beruhen darauf, daß die Elektrizität durch die Grenze zweier verschiedenartigen Leiter, wie Gasraum-Metall oder Flüssigkeit-Metall, in der einen Richtung leichter zu fließen vermag als in der anderen. Die letzte Ursache hierfür liegt darin, daß die Elektrizität selbst unsymmetrisch ist. Die negative Elektrizität besteht aus außerordentlich kleinen Teilchen, den Elektronen, während die positive anscheinend untrennbar mit den Atomen verknüpft ist, die mehrere tausendmal größer sind als die Elektronen.

Als Sieger aus dem Wettstreit der Ventile ist, wenigstens vorläufig, das Quecksilberdampf-

ventil hervorgegangen, aus dem der Quecksilbergleichrichter aufgebaut ist. Dieses Ventil beruht auf folgendem Prinzip: Die oben erwähnten negativen Elektronen können sich zwar im Innern der Metalle ziemlich ungehindert bewegen, so daß die Metalle den elektrischen Strom gut leiten, sie können aber die Metalle nicht ohne weiteres verlassen. Insbesondere sind ganz außerordentlich große elektrische Kräfte (hohe Spannungen) nötig, um die Elektronen aus einem kalten Metall heraus in den das Metall umgebenden Gasraum zu befördern, während die Elektronen ohne Schwierigkeit aus dem Gasraum in das Metall gelangen können. Das heißt, die Grenze zwischen einem kalten Metall und dem umgebenden Gasraum ist ein sehr vollkommenes Ventil. „Kalt“ ist hier nicht buchstäblich zu nehmen. Noch bei einer Temperatur von 800°C . ist die Ventilwirkung hinreichend ausgeprägt. Bei hohen Temperaturen von mehr als 3000°C . dagegen vermögen die Elektronen ohne Schwierigkeit das Metall zu verlassen. Das gibt wiederum ein einfaches Mittel, sie in den Gasraum hineinzubefördern. Stellt man also zwei Metallelektroden durch einen Gasraum voneinander getrennt einander gegenüber und sorgt dafür, daß die Temperatur der einen über 3000°C . beträgt, während die andere kalt bleibt, so hat man das gewünschte Ventil. Das ist das Prinzip des Quecksilbergleichrichters.

Es handelt sich nun um die Verwirklichung des aufgestellten Rezeptes. Zunächst liegt nahe, zur Erzeugung der erforderlichen hohen Temperatur von über 3000°C . den Strom selbst zu benutzen. Nun erhitzt der Strom aber, wenn er zwischen zwei Elektroden in Luft übergeht, so daß ein Lichtbogen entsteht, beide Elektroden. Dagegen bleibt die eine Elektrode, die Anode, kalt, sobald die Luft hochgradig verdünnt wird. Also müssen die beiden Elektroden in ein evakuiertes Gefäß eingeschlossen werden. Daraus folgt wieder die Forderung, daß die heiße Elektrode nicht aufgezehrt werden darf, wie es im gewöhnlichen Lichtbogen der Fall ist. Das läßt sich erreichen, wenn ein flüssiges Metall, also Quecksilber, benutzt wird, das zwar bei der hohen Temperatur von über 3000°C . stürmisch verdampft, aber sich an den kühlen Wänden des Vakuumgefäßes wieder niederschlägt und zur tiefsten Stelle, an der sich die Quecksilberelektrode befindet, zurückrinnt. Das Vakuumgefäß muß also eine hinreichende abkühlende Oberfläche besitzen.

Fassen wir unsere Überlegungen zunächst einmal zusammen, so haben wir ein hochevakuiertes Gefäß (aus Glas), in das eine kalte Anode (aus Eisen oder Graphit) und eine durch den Strom selbst erhitzte Kathode aus Quecksilber eingeschlossen sind. Außerdem besitzt das Gefäß eine Kühlkammer. Der so entstandene Apparat leidet an einem Übelstand, der unvermeidlich zu sein scheint: der Lichtbogen zwischen den beiden Elektroden erlischt, sobald die Stärke des ihn

bildenden Stromes unter etwa 2,5 Ampere sinkt, und er entsteht nicht wieder, wenn er auch nur eine Milliontel Sekunde lang unterbrochen war. Da nun nach Fig. 3 der Strom bei Gleichrichtern in jeder Periode zweimal auf Null sinkt, so ist unser Apparat ohne weiteres nicht betriebsfähig. Sogleich sehen wir jedoch in Fig. 4 die Abhilfe. Wir schalten eine Drosselspule ein, die das Sinken des Stromes verringert. Immerhin hat die erwähnte Eigenschaft des Quecksilberlichtbogens zur Folge, daß der Gleichrichter unter 2,5 bis 3 Amp. selbst bei der stärksten Drosselspule versagt.

Zur Vollständigkeit des Gleichrichters fehlt jetzt nur noch die erstmalige Herstellung des Lichtbogens, die Zündung des Gleichrichters. Diese wird in einfacher Weise dadurch erreicht, daß neben der Quecksilberkathode eine kleine Hilfsanode aus Quecksilber angebracht wird. Durch Schütteln stellt man eine momentane metallische Verbindung zwischen beiden her, so daß ein abgezwigter Strom geschlossen wird. Beim Aufhören der Berührung der beiden Quecksilberelektroden erzeugt der Strom einen Öffnungsfunken, der die erforderliche hohe Temperatur der Kathode erzeugt und den Gleichrichter in Betrieb setzt.

Natürlich ist der Quecksilbergleichrichter nicht auf Grund obenstehender Überlegungen erdacht und ausgeführt. Nie wird ja bei solchen Erfindungen der Weg eingeschlagen, der hinterher als der kürzeste erkannt wird. Vielmehr war zuerst die Erscheinung des Quecksilberlichtbogens bekannt, daß er, wenn er auch nur unmeßbar kurze Zeit erloschen war, sich nicht wieder zünden ließ. Das führte *Cooper Hewitt* zu Versuchen, den Quecksilberlichtbogen als Gleichrichter zu verwenden, und diese Versuche führten zum Erfolge.

Fig. 5 enthält die erste von *Cooper Hewitt* benutzte Form des Quecksilbergleichrichters. Sie zeigt oben vier Anoden, unten die Quecksilberkathode. Der Kondensationsraum ist bei dieser ersten Form noch nicht vom Arbeitsraum getrennt. Seine richtige Dimensionierung war eine der ersten Aufgaben, die *Cooper Hewitt* erfolgreich durchführte. Die Zündung wird bei dieser ersten Form noch nicht in der vorhin beschriebenen Weise bewerkstelligt, sondern es wird durch Öffnen eines eine starke Induktionsspule durchfließenden Stromes ein so hoher Spannungsstoß erzeugt, daß eine Entladung zwischen einer der Anoden und der Quecksilberkathode zustande kommt. Außer dieser Zündanode hat der Gleichrichter der Fig. 5 noch 3 Anoden, weil er Drehstrom (Dreiphasenstrom) gleichrichten soll.

Auch die Ausnutzung beider Stromrichtungen eines einphasigen Wechselstromes wurde erst später gefunden. Der älteste Einphasengleichrichter von *E. Weintraub*, dessen Schema Fig. 6 gibt, nutzt mit einer Anode A nur eine Stromrichtung aus. Infolgedessen ist eine Akkumulatorenbatterie

nötig, die einen dauernden Gleichstromlichtbogen zwischen einer Hilfsanode *C* und der Kathode *B* aufrecht erhält. *D* ist ein als Kühlraum dienender Ansatz. Später konstruierte Weintraub den noch jetzt gebräuchlichen Einphasengleichrichter mit zwei Anoden und gab die Schaltung der Fig. 2 zur Ausnutzung beider Richtungen des Stromes an.

Der größte Übelstand der älteren Gleichrichter waren die sogenannten Rückzündungen. Unversehens ging der Strom in der Sperrichtung durch den Gleichrichter hindurch, wobei sich die jetzt zur Kathode gewordene Eisen- oder Kohleanode so stark erhitze, daß das Gefäß platzte und der Gleichrichter zerstört wurde. Man fand bald heraus, daß diese Rückzündungen besonders leicht vorkamen, wenn Anoden und Kathode einander zugewandt waren. Deshalb umgab man anfangs, wie Fig. 7 zeigt, die Anoden mit Glasröhren, die nur an den einander abgewandten Seiten Öffnungen trugen. Später ging man noch weiter, indem

Für große Stromstärken ergab das erwähnte Parallelschaltungsverfahren eine unhandliche Ansammlung von zahlreichen Apparaten, die dem Elektrotechniker doppelt unsympathisch war, weil die Apparate aus dem zerbrechlichen Glas bestanden.

Deshalb wurde zugleich von zwei Seiten aus mit Erfolg versucht, die großen Schwierigkeiten zu überwinden, die der Herstellung von Großgleichrichtern für Hunderte von Ampere im Wege standen.

In Deutschland erreichte der Ingenieur *B. Schäfer* bei der Firma Hartmann & Braun dieses Ziel. Er war sich von vornherein klar darüber, daß für Großgleichrichter als Material nur Eisen in Frage kam. Folgerichtig wandte er dann auch die für Eisen geltenden Konstruktionsprinzipien auf den neuen Gleichrichter an. Er gab

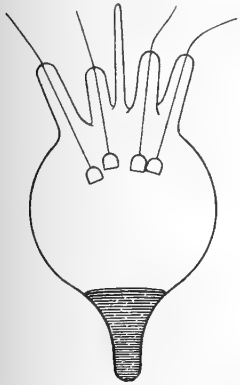


Fig. 5.

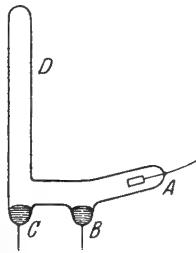


Fig. 6.

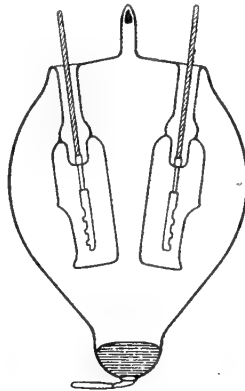


Fig. 7.

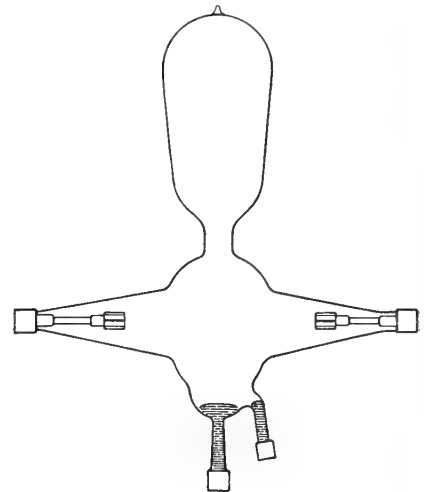


Fig. 8.

man die Anoden in besonderen Seitenarmen unterbrachte, den Arbeitsraum verkleinerte und eine besondere Kühlkammer für die Kondensation der Quecksilberdämpfe herstellte. So ergab sich endlich die heute noch im Betriebe befindliche Form der Fig. 8.

Als Material für das Gleichrichtergefäß kam bis vor wenigen Jahren nur Glas in Frage, obwohl es mancherlei Übelstände besaß. Vor allem ließen sich aus Glas Gleichrichter nur bis 40 Ampere herstellen, weil es nicht möglich war, Platindrähte für größere Stromstärken als 40 Ampere so in das Glas einzuschmelzen, daß die Einschmelzstellen dauernd luftdicht blieben. Man war also gezwungen, zur Herstellung größerer Stromstärken mehrere Gleichrichter parallel zu schalten, wobei dann jeder seinen eigenen Vorschaltwiderstand oder seine eigene Drosselspule erhalten mußte. Denn der Spannungsverlust im Gleichrichter nimmt mit wachsender Stromstärke ab, so daß sich die Ströme direkt parallel geschalteter Gleichrichter im labilen Gleichgewicht befinden, also sich sofort auf einen Gleichrichter konzentrieren und ihn vernichten.

die bei den Glasgleichrichtern im Kampf ums Dasein siegreiche Form mit angesetzten Anodenarmen zugunsten einer leichter fabrikatorisch herstellbaren und vor allem leichter gasdicht zu machenden Form auf, die aus zwei Zylindern, einem weiteren, dem Arbeitsraum, und einem daraufgesetzten engeren, dem Kondensationsraum, bestand, wie Fig. 9 zeigt. Die Verbindung zwischen den beiden Zylindern wird durch einen massiven Ring *R* hergestellt, der gleichzeitig als Träger der im Kreise angeordneten zahlreichen Anoden dient. Lösbar ist nur die Verbindung zwischen diesem Ringe und dem unteren Zylinder. Alle anderen Teile sind durch Schweißung gasdicht miteinander verbunden. Von den Anoden besitzt jede eine isolierende Umhüllung, deren Länge von der angewandten Spannung abhängt. Die Zahl der Anoden ist sehr vergrößert worden, weil sich gezeigt hatte, daß eine einzige Anode selbst bei entsprechend vergrößerten Abmessungen zu Rückzündungen neigte, sobald sie mehr als 40 Ampere aufnehmen mußte.

Von der Güte des Gefäßverschlusses hängt die Gasdichtigkeit und damit die Brauchbarkeit des

ganzen Gleichrichters ab, so daß hier das eigentliche Problem des Großgleichrichters liegt. Fig. 10 zeigt die von *Schäfer* ausgearbeitete Lösung dieses Problems. Zwischen dem Anodenring *R* und dem auf die Gefäßmündung warm aufgezogenen Schrumpfring *S* befindet sich ein Dichtungsring

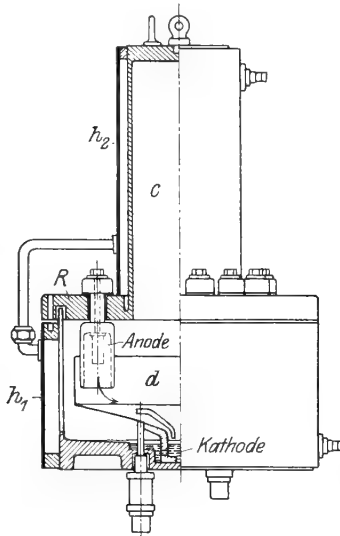


Fig. 9.

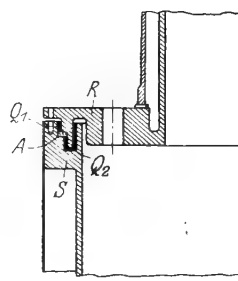


Fig. 10.

A aus Asbest. Vor diesem liegt als Sperrflüssigkeit Quecksilber, das durch den Druck der äußeren Luft in die feinsten Poren des Asbestes gepreßt wird und sie vollständig verstopft. Um die Wirksamkeit dieser Sperrflüssigkeit noch zu erhöhen, ist außerdem noch ein barometrischer Verschluss

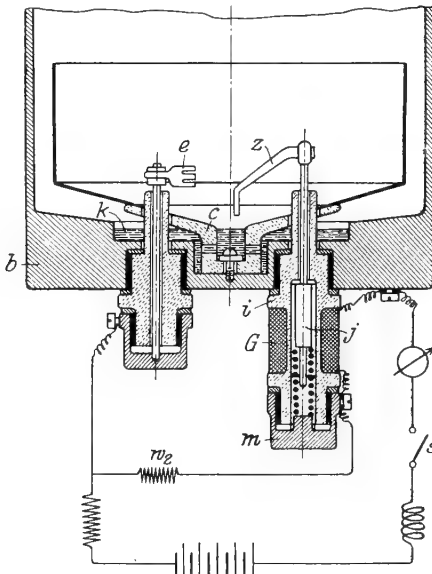


Fig. 11.

Q_2 vorgesehen, der auf der Innenseite des Asbestringes künstlich einen höheren Druck erzeugt als im Hauptgefäß.

Die Einrichtung der Kathode zeigt Fig. 11. Vor allem ist nicht die gesamte Oberfläche des

Quecksilbers dem Lichtbogen ausgesetzt, sondern nur ein durch das Schamottrohr *c* abgegrenzter Teil, so daß die Lichtbogenbasis daran gehindert wird, auf der ganzen Fläche umherzutanzen, wodurch lästige Spannungsschwankungen und die Gefahr des unzeitigen Erlöschens des Gleichrichters gegeben wären.

Zum Anlassen des Gleichrichters oder zur Herstellung eines dauernden Lichtbogens benutzt *Schäfer* eine bewegliche Zündanode *Z* und eine feste Erregeranode *e*. Letztere kann auch wegfallen, wenn in dem gemeinsamen Vakuumgefäß mehrere an verschiedene Stromphasen angeschlossene Anoden vorhanden sind.

Die zweite schwierige Abdichtung ist die der Anodenträger. Sie erfolgt im Prinzip in derselben Weise wie die des Deckels. Auch hier dient Quecksilber als Sperrflüssigkeit. Wie Fig. 12 erkennen

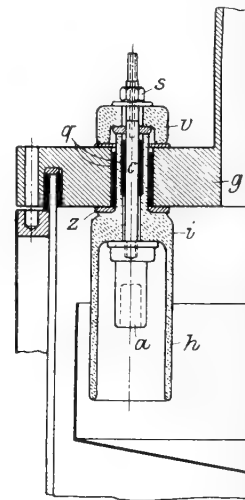


Fig. 12.

läßt, wird der Hauptisolator *i* durch seine Verschraubung gegen Asbestringe *z* gepreßt, denen die Quecksilbersäulen *q* vorgelagert sind. Als Stützunterlage für die Preßschraube dient der Porzellankörper *o*.

An Nebenapparaten kann der Gleichrichter bis jetzt vor allem ein Hochvakuumaggregat nicht entbehren, da selbst bei guter Dichtung aus den großen Oberflächen der inneren Gefäßwandungen auch nach längerer Zeit noch beträchtliche Gas-mengen frei werden.

Außerdem läßt sich auch die Dichtung nicht so vollkommen herstellen wie die eines Glasgefäßes mit eingeschmolzenen Platindrähten. Da jedoch dieses Hochvakuumaggregat mit seinen bewegten Teilen ein großer Übelstand ist, wird eifrig daran gearbeitet, die Gleichrichter soweit zu vervollkommen, daß es entbehrt werden kann.

Der von der A. E. G. auf den Markt gebrachte Großgleichrichter, der in wesentlichen Dingen von dem Großgleichrichter *Schäfers* abweicht, ist in der Hauptsache von der General Electric Co. in Amerika ausgebildet worden. Ebenso wie Hartmann & Braun begann die G. E. damit, für jede

Stromphase ein eigenes Gefäß zu bauen. Doch auch bei der G. E. führten die Nachteile dieser Anordnung bald dazu, sämtliche Anoden von oben in den Deckel eines einzigen Gefäßes einzuführen und um die in der Mitte liegende Zündanode herum anzuordnen.

Die Abdichtung wurde hier aber nicht durch Quecksilber angestrebt, sondern durch konzentrische Ringe aus Blei in Verbindung mit Gummi oder Asbest. Es stellte sich dann weiter heraus,

sollte den Vorteil haben, daß die Anoden aus dem gefährlichen Bereich der Kathodenflamme entfernt und zugleich einer besonderen Kühlung zugänglich wurden. Fig. 13 zeigt eine solche neue Konstruktion des A. E. G.-Großgleichrichters, mit der es gelungen ist, 300 Ampere bei 350 V Gleichspannung aus Drehstrom gleichzurichten.

Das obere zylindrische Eisengefäß hat eine Höhe von einem Meter und einen Durchmesser von 0,415 m. Der Zylinder ist unten vollständig geschlossen, während der obere Deckel einen topfartigen Einsatz von 0,8 m Tiefe und 0,3 m Durchmesser hat. Dieser Einsatz faßt 55 l Wasser und wirkt als Kühlraum. Bei Dauerbetrieb muß er täglich einmal neu mit Wasser gefüllt werden. An dem unteren Teil des Zylinders sind die Eisenrohre seitlich angeschweißt, die anfangs radial und schräg nach oben verlaufen und dann in die der Zylinderachse parallele Richtung umbiegen. Durch ihre Enden sind die Anoden isoliert eingeführt. Die Isolation erfolgt auf der unteren Seite durch einen Porzellanzyylinder, auf der oberen durch eine Zwischenlage von Asbest und Glimmer. Die Abdichtung wird auch hier durch Bleiringe zu erreichen gesucht.

Die erste praktische Verwendung fanden die Quecksilbergleichrichter in dem Lande ihres Erfinders, in Amerika. In Europa stand man ihnen seltsamerweise noch lange abwartend und ablehnend gegenüber, nachdem sie in Amerika ihre Brauchbarkeit erwiesen hatten. Erst vor einigen Jahren kamen sie in Aufnahme. In Amerika werden zur Straßenbeleuchtung vielfach Magnetitbogenlampen benutzt, von denen große Mengen in Reihe geschaltet werden, so daß eine Betriebsspannung von mehreren Tausend Volt nötig ist. Und diese Betriebsspannung muß Gleichspannung sein, denn die Magnetitlampen brennen mit Wechselstrom nicht. Die erforderliche Stromstärke ist gering. Da die überwiegende Zahl der amerikanischen Elektrizitätswerke mit Wechselstrom arbeitet, liegt hier ein dankbares Gebiet für die Quecksilbergleichrichter vor und sie bewähren sich auf ihm glänzend. Insbesondere besitzen sie bei den hohen Spannungen einen sehr großen Wirkungsgrad.

In Deutschland wurden die Quecksilbergleichrichter wohl zuerst zur Ladung von kleineren stationären Akkumulatorenbatterien oder auch von Automobilbatterien aus Wechselstromnetzen benutzt. Hierzu genügte meistens eine kleine handliche Type für 10 Ampere, die mit allen erforderlichen Hilfsapparaten auf einer gemeinsamen Schalttafel montiert wurde, so daß der Benutzer nur durch einen Steckkontakt die Batterie anzuschließen und einen Schalter einzuschalten brauchte, um die Ladung der Batterie einzuleiten. Da der elektrische Antrieb von Automobilen vor dem Antrieb durch Explosionsmotoren wesentliche Vorzüge besitzt, so daß er sich mit der Verbesserung der Akkumulatoren sehr ausbreiten wird, so dürften diese Automobillade-

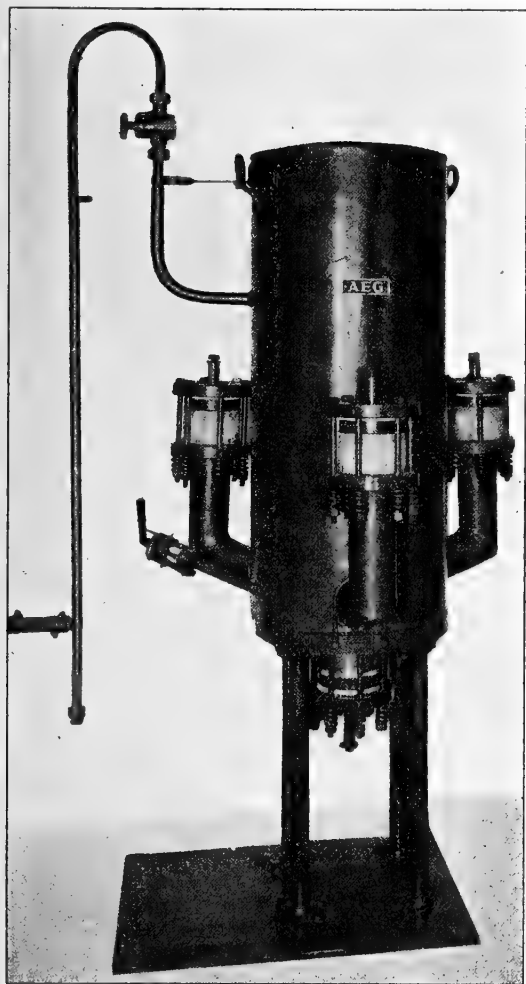


Fig. 13.

daß die Vereinigung des Apparates zu einem einzigen Zylinder bei größeren Leistungen nicht ausreichte, weil die in einem gemeinsamen Zylinder untergebrachten Anoden nur eine bestimmte, sehr begrenzte Stromdichte vertragen. Die infolgedessen nötige Vermehrung der Anoden führte zu Gefäßen von übermäßig großen Durchmessern, deren Dichtung sich nicht mehr hinreichend durchführen ließ.

Infolgedessen wurde der Weg eingeschlagen, der von Schäfer als ungeeignet verlassen war, denn es wurde die Form des Glasgleichrichters im großen mit eisernen Gefäßen nachgeahmt. Das

gleichrichter in der Zukunft noch eine wichtige Rolle spielen.

Auch die Ladung größerer stationärer Akkumulatorenbatterien aus Wechselstromnetzen mit Hilfe von Quecksilbergleichrichtern gewinnt langsam an Boden. Die meisten Elektrizitätswerke geben die elektrische Energie tagsüber viel billiger ab als in den Abendstunden. Infolgedessen empfiehlt es sich für größere Abnehmer, die ihren Hauptverbrauch abends haben, die Energie tagsüber zu billigem Preise zu entnehmen und in Akkumulatorenbatterien für den Abend aufzuspeichern, wozu, wenn Wechselstromenergie geliefert wird, wieder Gleichrichter nötig sind.

Wohl die erste größere Anlage zum Laden von Akkumulatorenbatterien in Deutschland wurde durch die Physikalisch-Technische Reichsanstalt in Charlottenburg eingerichtet. Hier wurden die Akkumulatorenbatterien allerdings nicht aus Ersparnisgründen aufgestellt, sondern weil die Präzisionsmessungen der Reichsanstalt so konstante Stromstärken verlangen, wie nur Akkumulatorenbatterien sie liefern können.

Die Anlage bestand anfangs aus sieben parallel geschalteten Drehstromgleichrichtern der Westinghouse Co. von je 10 Ampere Gleichstromstärke. Jeder Gleichrichter hatte einen eigenen Vorschaltwiderstand, der aus einem in eine Wasserstoffatmosphäre eingeschlossenen Eisendraht bestand. Diese von der A. E. G. hergestellten, Variatoren genannten Widerstände haben die wertvolle Eigenschaft, bei großen Schwankungen der Spannung die Stromstärke fast völlig konstant zu erhalten. Das ist für eine Akkumulatorenladung, die ohne Beaufsichtigung, also auch ohne die Möglichkeit einer Nachregulierung vor sich gehen soll, sehr wertvoll. Denn ein Akkumulator braucht im Beginn der Ladung viel weniger Spannung als gegen ihr Ende, so daß, wenn die Betriebsspannung bis zum Ende der Ladung ausreichen soll, im Beginn der Ladung ein gut Teil der Spannung überschüssig ist. Diese Spannung nimmt nun der Variator auf und gibt sie, ohne daß die Stromstärke dabei wesentlich sinkt, mit fortschreitender Ladung mehr und mehr an die Akkumulatorenbatterie ab.

Mit diesen Widerständen arbeiten die Gleichrichter sicher parallel. Die Anlage bewährte sich sehr gut. Mehrere Gleichrichter erreichten eine Betriebsdauer von 17 000 Stunden.

Ein weiteres Gebiet, das sich die Gleichrichter erobern, ist die Röntgentechnik. Zum Betriebe einer Röntgenstrahlenanlage ist Gleichstrom erforderlich. Würde man dem Röntgenrohr direkt hochgespannten Wechselstrom zuführen, so würde die eine Stromrichtung nicht nur für die Röntgenstrahlenerzeugung wirkungslos sein, sondern sie würde die schädliche Erhitzung des Rohres auf das Doppelte steigern.

Man verwendet deshalb Gleichstrom, den man, durch Unterbrecher in einzelne Teile zerhackt, einem Funkeninduktor zuführt. Dieser

gibt dann an das Röntgenrohr Wechselstrom ab, der in der einen Richtung aus kurzen Stößen sehr hoher Spannung, in der anderen aus länger dauernden Stößen geringerer Spannung besteht. Letztere genügen nicht, um einen wesentlichen Strom durch das Röntgenrohr zu senden, sind also unschädlich. Da es sich hier um kleine Stromstärken handelt, würde ein rotierender Umformer bei beträchtlichen Kosten einen schlechteren Wirkungsgrad besitzen, während der Quecksilbergleichrichter für diesen Zweck wie geschaffen erscheint.

Endlich wären als Anwendungsgebiete des Gleichrichters die Elektrolyse, Galvanoplastik, Galvanostegie und ähnliche Gebiete zu erwähnen. Hier liegt ein gewisses Hindernis darin, daß elektrolytische Bäder große Stromstärken bei einer Spannung von wenigen Volt brauchen. Da nun im Quecksilbergleichrichter 15 Volt verloren gehen, so müssen sehr viele Elektrolytzellen hintereinander geschaltet werden, wenn ein einigermaßen brauchbarer Wirkungsgrad der Gleichrichtung erzielt werden soll. Dadurch wird die elektrolytische Anlage verteuert und ihre Wartung erswert.

Der Großgleichrichter endlich vermag in jedem Betriebe, in dem eine Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom erwünscht oder nötig ist, den rotierenden Umformer zu verdrängen. Insbesondere eignet er sich zur Versorgung ganzer Stromnetze mit Gleichstrom. Wenn auch der Großgleichrichter eben erst das Versuchsstadium hinter sich hat, so sind einige solche Anlagen doch bereits im Betriebe. So hat die Firma *Hartmann & Braun* in Rödelheim bei Frankfurt am Main eine Anlage errichtet, die den Motorenstrom für den Fabrikbetrieb einer Eisengießerei liefert. Die Gleichstromenergie beträgt 100 Kilowatt. Wenn auch gelegentlich noch Störungen vorkamen, so ist doch die Anlage seit einem Jahre fast ununterbrochen im Betriebe. Der Wirkungsgrad der gesamten Gleichrichteranlage ergab sich dabei nach Messungen von Professor *Epstein* zu 87,8 % bei voller Belastung, der Wirkungsgrad des Gleichrichters allein zu 91,5 % bei Vollast.

Von der Einführung des Großgleichrichters der A. E. G. in den praktischen Betrieb in Deutschland ist zurzeit noch nichts Näheres bekannt. Im Laboratorium der Technischen Hochschule in Charlottenburg untersuchte Professor *Orlich* einen Großgleichrichter der A. E. G. für 100 KW Gleichstromleistung in Form von 300 Ampere bei 350 Volt. Während der Gleichrichter arbeitete, waren die Luftpumpen während der ersten drei Stunden dauernd im Betriebe. Dann wurden sie abgestellt. Das Vakuum genügte für denselben Abend, während es auf die Dauer nicht möglich war, mit abgeschalteten Luftpumpen zu arbeiten. Es ist zu hoffen, daß es gelingen wird, die Großgleichrichter von den Luftpumpen freizumachen und daß sie sich dann bald in den Betrieb einbürgern werden.

Gibt es konstante Bastarde?

Von W. M. Willy Gerschler, Leipzig.

Wenn der Mendelsche Vererbungstypus nach dem gegenwärtigen Stand der Experimentalergebnisse charakterisiert werden soll, so kann lediglich das übereinstimmende Verhalten der zweiten Nachkommengeneration (F_2) herbeigezogen werden. Und auch dies nur nach der qualitativen Seite, insofern hier eine Spaltung nach freilich wechselnden Zahlenverhältnissen auftritt. Die Uniformitätsregel für F_1 gilt nur, wenn von den Erscheinungen der unvollständigen und wechselnden Dominanz willkürlich abgesehen wird. Auf Grund der Versuche *Mendels* mit *Pisum* hat *Correns* (1900) die F_1 kennzeichnen wollen durch die Prävalenzregel, wonach immer das eine der beiden Allelomorphen dominieren soll, während das andere rezessiv ist. Im Hinblick auf den gleichen Ausfall der F_2 -Generation rechnen wir jetzt auch den *Zea*-Typus zur Mendelschen Vererbung. Bei diesem Typus fällt F_1 intermediär aus, d. h. das betreffende Merkmal prägt sich in einem mittleren Zustande aus. Das schönste Beispiel bieten immer noch *Correns'* Kreuzungen einer weißen *Mirabilis* mit einer roten. F_1 ist eine blaßrote Zwischenform, F_2 zeigt die typische Mendelspaltung. Infolgedessen ist uns Mendelsche Vererbung zunächst *alternative* Vererbung, mit welchem Worte die Spaltung in F_2 in den Vordergrund gerückt wird. In der II. Auflage seiner „Einführung“, S. 171, sagt *Goldschmidt*: „*Lang* fand sogar bei ein und derselben Kreuzung zwischen *Helix hortensis* und *nemorialis*, daß einige Charaktere reine Dominanz zeigten, oder wie man sich auch ausdrückt, sich alternativ vererbten, andere aber intermediär erschienen.“ Die Dominanz hat an sich gar nichts mit dem alternativen Verhalten zu tun: Der letztere Begriff ist in seiner Geltung nicht an den ersteren gebunden, der eine bezieht sich auf F_2 , der andere auf F_1 . Offenbar liegt bei *Goldschmidt* nur ein momentanes Versehen vor. Einer eigentümlichen Auffassung begegne ich bei *J. Groß*¹⁾ (1913). Er bringt die Mendelsche Vererbung in Gegensatz zur alternativen. „Unerwartet ist mir an dem von *Lang* mitgeteilten Resultat nur das Fehlen der Dominanz, also das Versagen der Mendelschen Regeln, für die sonst gerade die Bänderung der Tacheen so schöne Belege lieferte. Das Auftreten der alternativen Vererbung konnte ich dagegen mit Sicherheit voraussagen.“ (S. 156.) Also hält er noch heute, nach 13 Jahren vertiefter Mendelforschung, an dem Stande von 1900 fest. Ihm ist der Spezialfall der Prävalenz in F_1 allein Mendelsche Vererbung. Da aber doch diese mit der alternativen Vererbung (in seinem Sinne) die Spaltung in F_2 gemeinsam hat, müßte er zum mindesten einen neuen Terminus einführen, um Verwir-

rung zu vermeiden. *Groß* denkt sich die Sache so:

F_1	F_2
Prävalenz	Spaltung: Mendelsche V.
Intermed. Verhalten	„ : Alternative V.
Die Sache liegt aber anders.	
F_1	F_2
Prävalenz	Spaltung: Mendelsche V. i. e. S.
Intermed. Verhalten	„ : Zea-Typus

Mendelsche V. i. e. S. und Zea-Typus bilden zusammen die alternative V. oder Mendelsche V. i. w. S.

Mit Hilfe dieser heutigen Tages durchaus willkürlichen Einengung des Begriffes „Mendelsche Vererbung“ gelingt es *Groß* auszumachen, „daß bei der Kreuzung von Arten typisch Mendelsche Fälle *nicht* vorkommen“. Das bedeutet in seiner Auffassung lediglich, daß dabei die Prävalenzregel versagt. Da „Artkreuzung auch bei Tieren fast stets intermediäre Bastarde liefert“, was übrigens gar nicht stimmt — darauf wird zurückzukommen sein —, soll hier alternative, nicht Mendelsche Vererbung vorliegen (vgl. dazu das obige Schema im Sinne von *Groß*!). Zu welchen Konsequenzen er durch seine unhaltbaren Anschauungen geführt wird, mag eine Anmerkung zu seiner Arbeit von 1912¹⁾ zeigen. *Tammes*²⁾ (1911) geht von der Ansicht aus, daß Arten ebenso wie Varietäten mendeln können, wobei er das Spalten in F_2 als wesentlich, das Verhalten in F_1 als nebensächlich betrachtet. Es ist also die Ansicht, die ich teile. *Groß*, der die Arten nur mit den Varietäten in eine Linie stellt, die in F_1 dem Zea-Typus folgen, dürfte demnach niemals in *Tammes'* Ergebnissen eine Bestätigung seiner Meinung erblicken. Das tut er aber.

Die Forschungen der letzten Jahre haben den Wirkungskreis des Mendelschen Vererbungsmodus i. w. S. als einen immer größeren erwiesen. Je mehr sich aber damit jene Erscheinung der Bedeutung eines Naturgesetzes nähert, desto eifriger scheinen manche Vererbungstheoretiker bestrebt, andere Modalitäten des Vererbungsvorgangs aufzudecken. Ganz gewiß ist das ein sehr richtiges Beginnen, das von einem guten kritischen Geiste eingegeben ist. Wir müssen die Augen offen halten für andere Möglichkeiten, sonst liegt die Gefahr nahe, daß den Tatsachen Gewalt angetan wird. Andererseits ist es von Übel, wenn die Unruhe über den negativen Ausfall aller bisherigen Bemühungen in der Richtung dazu führt, den Tatsachen vorzuziehen und rein a priori andere Vererbungsweisen aufzustellen. So spielt in der neuern Lehrbuchliteratur die sogenannte „konstant-intermediäre“ Vererbung (*Plate*) eine große Rolle. *Gold-*

¹⁾ Über intermediäre und alternative Vererbung. Biol. Z. Bd. 32, 1912.

²⁾ Das Verhalten fluktuierend variierender Merkmale bei der Bastardierung. Recueil d. Trav. bot. néerland. VIII, 1911.

¹⁾ Was sind Artmerkmale? Z. f. ind. Abst.- u. Verlehre. X. Bd. 1913.

schmidt gibt selbst zu, daß es auch im Tierreich keinen einwandfreien Art- oder Gattungsbastard gibt, der ohne zu spalten konstant fortzuechtet. Trotzdem kann er sich von dem Gedanken einer konstanten Vererbung nicht losreißen. Er glaubt, wir würden imstande sein, sie experimentell hervorzurufen. Im ganzen genommen bewahrt *Goldschmidt* in diesem Punkte durchaus die durch die Sache selbst gebotene Zurückhaltung, so auch *Haecker*. Ganz anders dagegen *Plate*. Obwohl ihm kein besseres Tatsachenmaterial zur Verfügung steht, wie den andern Autoren auch, ist er doch in der Lage, gleich mit mehreren theoretischen Möglichkeiten aufzuwarten, wie konstante Bastarde entstehen können. Leider ist dies in der modernen Vererbungslehre nicht das einzige Beispiel für ein Zuviel an grauer Theorie. Gewiß muß diese Wissenschaft mehr wie andere biologische Disziplinen die apperzeptiven Funktionen in Anspruch nehmen. Ebensowenig wie diese aber kann sie von vornherein von den Tatsachen absehen und lediglich liebere zu geliebten Gedanken fügen. Am Anfang alles Theoretisierens steht die Sache. Sie steht auch am Ende. Vor allem aber liegt hier eine Verkennung der Erwägungen vor, wie sie die Vererbungslehre ganz spezifisch anstellen muß. Es wird kaum noch jemand geben, der die Aufstellung von Erbformeln als Lösung einer Aufgabe betrachtet. Letzthin sind sie weiter nichts als der graphische Ausdruck der Tatsachen oder ad hoc zurecht gemachte Übersichtsbilder, die die Beherrschung der Tatsachen erleichtern sollen, zunächst nur im Einzelfalle. Fügen sich nach und nach dem Schema mehr Fälle, so gewinnt es gleichermaßen an Bedeutung, als es nunmehr auch in fortschreitendem Maße eine Voraussage für die Zukunft zuläßt. Das Ganze stellt einen Prozeß dar, der auf keinen Fall rückwärts durchlaufen werden kann. Mit einem Wort: in Hinsicht psychischer Funktionen hat es die Vererbungslehre nur mit Folgern und Schließen zu tun.

Wie aber ist die Idee einer konstanten Vererbung entstanden? Soweit ich geschichtlich zu blicken vermag, stammt sie aus der praktischen Tierzucht. Bei der Veredelung der Rassen spielt sie sogar eine ziemliche Rolle. Dieser Prozeß soll sich in der Weise vollziehen, daß einer gewöhnlichen Landrasse immer und immer wieder Vollblut angekreuzt wird und das so lange, bis sie eine gewisse Zuchthöhe erreicht hat. Dann aber soll die neugezogene Rasse sich konstant erhalten, obwohl in ihr Elemente der beiden Elternformen stecken. Nach *Mendel* muß das, was ehemals in die Kreuzungsprodukte eingebracht worden ist, später wieder daraus hervorgehen. Dieser Satz wäre durchbrochen, wenn es eine konstante Vererbung gäbe. Bei dieser soll es also kein Spalten geben, vielmehr stellt sich z. B. *Plate* dementsprechend vor, daß sich die eingebrachten Erbheiten irgendwie verkoppeln und nun hinfort als Einheit wirken. Die konstante Vererbung

muß als Ergebnis züchterischer Betätigung von vornherein schärfster Kritik unterzogen werden. Was in der Literatur der jüngsten Zeit über Zucht und ihre Erfolge mitgeteilt wird, ist nicht dazu angetan, das Vertrauen in diese oft völlig planlosen Versuche zu erhöhen. Wenn dennoch unleugbar Erfolge erzielt worden sind, so ist das mehr dem überlegenen Geschick einzelner Persönlichkeiten zuzuschreiben. Wirkliche Regeln, die in ihrer Befolgung das Ziel erreichen lassen, fehlen in der Praxis bis heute. Hier liegt für die moderne Vererbungswissenschaft eine große Aufgabe. Es ist eigentlich erstaunlich, wie wenig Material die jahrzehntelange Zuchtpraxis der Wissenschaft bietet. Wo immer die Sache exakt angefaßt wird, da zeigen sich oft unüberwindliche Schwierigkeiten: das Material ist lückenhaft, bei näherem Zusehen stellt sich vieles als bloße Annahme heraus, was als feststehend angesprochen wurde.

Läßt sich der Begriff der konstanten Vererbung als Ergebnis züchterischer Praxis nicht halten, weil diese viel zu oberflächlich vorgeht, so fragt es sich, ob er, nachdem er in Lehrbücher aufgenommen worden ist, mit experimentellen Tatsachen belegt werden konnte. Im Jahre 1909 erschien eine Mitteilung von *Castle*, die großes Aufsehen erregte. Er hatte kurzohrige Kaninchen mit langohrigen gekreuzt. In F_1 erschienen Tiere mit mittlerer Länge der Ohren und deren Nachkommen sollten die gleiche Eigenschaft zeigen. Später hat jedoch *Arnold Lang*¹⁾ in überzeugender Weise *Castles*²⁾ Resultate mendelistisch gedeutet und eine Spaltung in F_2 nachgewiesen. Ebenso nämlich wie bei den Eltern die Ohren nicht absolut gleiche Länge haben, sondern um einen Mittelwert variieren, so auch und in noch erhöhtem Maße bei den Nachkommen. Wenn aber in F_2 keine einfachen Zahlenverhältnisse hervortreten, so hat das einen besonderen Grund. Die Eigenschaft Ohrlänge ist nicht durch eine Erbinheit bedingt, sondern durch mehrere gleichsinnig gerichtete. Diese erzeugen in ihrem Zusammenwirken verwickelte Zahlenverhältnisse. Doch soll hier auf diese Dinge nicht weiter eingegangen werden. Es genügt der Hinweis, daß *Castles* Fall unter die mendelistischen Phänomene eingereiht werden konnte. Genau so wie der Fall *Castle* durch die neue Theorie der gleichsinnigen Faktoren seine Erledigung gefunden hat, so auch ein anderer, den *Bateson* als den einzigen sicheren Fall der konstanten Vererbung bezeichnet hat. Es ist die Kreuzung von Weißen mit Negern. Daraus resultieren die Mulatten. Ihre Hautfarbe soll sich konstant verhalten, wenn sie sich mit ihres-

¹⁾ Die Erblchkeitsverhältnisse der Ohrenlänge der Kaninchen nach *Castle* und das Problem der intermediären Vererbung und Bildung konstanter Bastardrassen. Z. f. ind. Abst.- u. Verlehre. IV, 1910/11.

²⁾ Studies of Inheritance in Rabbits. Contrib. Zool. Laborat. Museum Comp. Zool. Harvard Coll. Nr. 199, 1909.

gleichen fortpflanzen. *Davenport* konnte auch hier Spaltungen dartun.

So zerflossen die Beispiele für konstante Vererbung unter der tiefer schürfenden Analyse. Aber die Vorstellung davon war doch schon viel zu fest eingewurzelt, als daß sie endgültig fallen gelassen worden wäre. Gab es den Modus nicht unter den Varietätsbastarden, dann um so sicherer unter den Hybriden aus ferner stehenden Formen. Die ganze ältere Literatur berichtet von deren intermediärem Aussehen in F_1 . Und wenn auch intermediäre Varietätsbastarde dennoch in F_2 spalten, so ist durchaus nicht der doch berechnete Analogieschluß zu ziehen, daß die nur gradatim verschiedenen Arten sich ebenso verhalten werden, als vielmehr der entgegengesetzte. Es muß doch noch etwas Besonderes geben außer der Mendelschen Vererbung.

Es ist zu verstehen, wie in dem nunmehr bezeichneten Gebiete die konstante Vererbungsform bis heute ihre Existenz finden konnte. Einmal lagen hier bis vor kurzem experimentelle Tatsachen fast gar nicht vor. Die Literatur weiß zwar von vielen solchen Bestanden zu berichten. Meist aber sind nur die F_1 beschrieben, und das genügt nicht für die Beurteilung unserer Frage. Dazu tritt ein merkwürdiges Faktum. Ältere Beobachter haben in der Regel die Hybriden aus entfernt stehenden Formen für intermediär angesehen, so daß daraus beinahe eine Gesetzmäßigkeit abgeleitet worden ist. Diese Auffassung ist auch in die Lehrbücher übergegangen. So viel bleibt daran richtig, daß bei Art- oder Gattungskreuzungen oftmals gerade die hervorstechenden Charaktere ein intermediäres Kleid annehmen. Andererseits dürfte die Ansicht für die Summe aller Eigenschaften nicht zutreffen. Wo genaue Analysen solcher F_1 geliefert worden sind, haben sie etwas erwiesen, was bei Rassenkreuzungen sich längst herausgestellt hatte: Die vollständige gegenseitige Unabhängigkeit der Erbfaktoren und der Faktorenpaare. So war bei *Langs*¹⁾ *Helix hortensis* \times *H. nemoralis* in manchen Merkmalen (z. B. Bänderung) der eine Elter dominant, in anderen (z. B. Größe des Gehäuses) war ein mittlerer Zustand repräsentiert. Noch viel deutlicher vermögen das meine Zahnkarpfenbastarde zu illustrieren²⁾. Ich kreuzte die beiden Gattungen *Xiphophorus* und *Platyplecilius*. Die F_1 zeigen neben Merkmalen in intermediärer Ausprägung solche, die sie in reiner Form von beiden Eltern entlehnt haben. Das stellt die nachfolgende Tabelle dar. Damit sind die F_1 eine Komposition aus den Eltern, biologische Konglomerate, wie ich sie nannte. Wenn be-

Merkmale	F_1 ♀	F_1 ♂
Zahl d. Rückenflossenstrahlen	<i>Platyplecilius</i> dominant	<i>Platyplecilius</i> dominant
Psychische Charaktere	„	„
Körpergestalt.	patroklin	patroklin
Querstreifen	intermediär	intermediär
Form der Bauchflosse	„	„
Schwert.	—	„
Färbung	matroklin	matroklin
Form d. Rückenflosse	<i>Xiphophorus</i> dominant	<i>Xiphophorus</i> dominant
Rote Zickzackstreifen	„	„

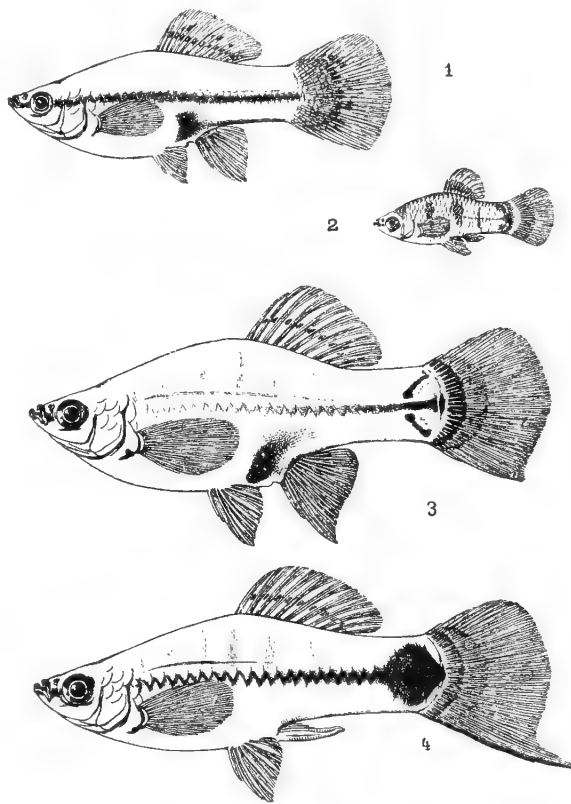


Fig. 1—4. Elterngeneration und F_1 -Bastarde.
1. *Xiphophorus strigatus*-Weibchen. 2. *Platyplecilius maculatus*-Männchen. 3. Bastardweibchen. 4. Bastardmännchen — Sämtlich im gleichen Maßstabe verkleinert, das F_1 -♀ ist 57,5 mm lang, das F_1 -♂ 54,0 mm.

1) Über die Bastarde von *Helix hortensis* Müller und *Helix nemoralis* L. 4 Tltn. Jena 1908.

2) Über alternative Vererbung bei Kreuzung von Cyprinodontiden-Gattungen. Z. f. ind. Abst.- u. Verlehre. Bd. XII, 1914. — Zur Frage des *Xiphophorus Rachovii* Regan, zugleich ein Beitrag zum Problem der konstanten Vererbung. Zoolog. Anz. Lfd. Bd.

dacht wird, daß sich Art- bzw. Gattungsbastarde in sehr vielen Eigenschaften unterscheiden können und dazu deren Unabhängigkeit in Parallelgestellt wird, so muß eine genaue Analyse jeder einzelnen Eigenschaft gefordert werden, ehe das generelle Urteil abgegeben wird. Beiläufig bemerkt, differieren *Langs* *Helix* „nur“ in 15 Merkmalen, meine Cyprinodontiden in etwa 20, die gut ausgesprochen sind. Eine gewisse Wahrscheinlichkeit spricht dafür, daß sie sich nicht gleich-

sinnig bewegen, sondern ihre Unabhängigkeit in gegenläufigen Bewegungen dokumentieren werden. Von hier aus kann kühn behauptet werden, daß wohl die meisten schlechthin für „intermediär“ gehaltenen Bastarde keine sind. Vielmehr ist in dieser Beziehung früher nur nach oberflächlichem Augenschein geurteilt worden. Das sind Gedanken, die vor allem *Goldschmidt* und *Baur* hervorheben. Mit dieser besseren Erkenntnis der F_1 ist eine erste wichtige Bresche in die Annahme einer „konstant-intermediären“ Vererbung gelegt. Das „intermediär“ fällt künftig weg und damit einer der Gründe, die zu der Annahme führten. Unverkennbar nehmen ja einige Autoren einen direkten Zusammenhang zwischen dem intermediären Charakter der F_1 und der erblichen Konstanz an, so *Plate* und in erster Linie *Groß*.

Es ist aber ein weiterer Grund gewesen, der es möglich machte, einen besonderen Vererbungstypus für Art- und Gattungsbastarde anzunehmen. Dieses ganze Gebiet ist auffällig dunkel und wenig bearbeitet, weil die Sterilität vieler solcher Hybriden eine Zucht von F_2 unmöglich macht. Man war also allein auf die F_1 angewiesen und legte nach und nach schon deswegen auf ihren mittleren Zustand erhöhtes Gewicht. Trotzdem sind in den letzten Jahren eine ganze Reihe von wirklichen F_2 -Generationen gezogen worden. Hier sei an *Wichlers*¹⁾ *Dianthus armeria* \times *D. deltoides* und an *Jesenkos*²⁾ Weizen \times Roggen-Bastarde erinnert. Meine Gattungsbastarde liefern ein weiteres Beispiel für eine regelrechte Spaltung. Das soll näher erörtert werden. Die Gattung *Xiphophorus* ist charakterisiert durch einen auffälligen sexuellen Dimorphismus. Das ♂ weist ventral eine Verlängerung der Schwanzflosse auf, das sogenannte Schwert. Es ist kein bloßes Ausstattungsstück, sondern wird beim Liebesspiel benutzt. Das ♂ kitzelt das ♀ damit, um es zu reizen. Das Schwert ist etwa so lang wie der Körper, z. B. maß letzterer in einem Falle 43,0 mm, das Schwert 40,0 mm. Das ♂ ist weiter vom ♀ unterschieden durch die Körpergestalt. Es ist schlanker und zeigt ein Verhältnis der größten Höhe zur Länge wie 3,74 : 1, beim ♀ beträgt es 3,30 : 1. Die Betrachtung dieser beiden Charaktere mag genügen. Wie sie sich in F_1 manifestieren, geht aus der schon oben mitgeteilten Tabelle hervor. In der Körpergestalt erinnern die F_1 durch ihre Gedrungenheit sofort an *Platyplecilius*. Dieser Gattung kommt eine Proportion von 2,48 : 1 zu, die ungefähr für beide Geschlechter gilt. Überhaupt ist hier der sexuelle Dimorphismus nicht so augenfällig. Was aber von ganz besonderer Bedeutung ist, das ist dies: die Gattung *Platyplecilius* entbehrt eines Schwertes als Organ für das Liebesspiel ganz und gar.

Dabei sei darauf hingewiesen, daß die Kreuzungen, wo sich die Eltern im Besitz bzw. Nichtbesitz eines Organs unterscheiden, recht spärlich sind, sofern wir uns erlauben, von so ungesicherten Fällen wie dem der schwanzlosen Katze von *Man* abzusehen. Dann bleibt als experimentell erst von *Wood* 1906, später (1912) *Arkell* und *Davenport* bearbeitet, der Fall der in beiden Geschlechtern gehörnten Dorsets und der hornlosen Suffolks bestehen. In unserem Falle nun ist das Schwert in der Heterozygotengeneration von intermediärem Charakter. Damit ist freilich über sein vererbungstechnisches Verhalten noch gar nichts entschieden und die gesamte Erwartung konzentriert sich auf F_2 . Hier tritt Spaltung zutage. Einmal zeigen sich Männchen ohne Schwert, die demnach der Gattung *Platyplecilius* entsprechen.

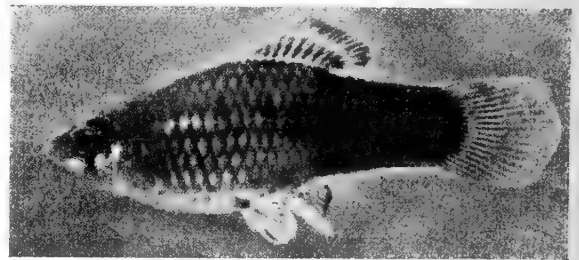


Fig. 5. ♂ nach dem *Platyplecilius*-Typus.
Körperlänge : Höhe = 2,5 : 1.

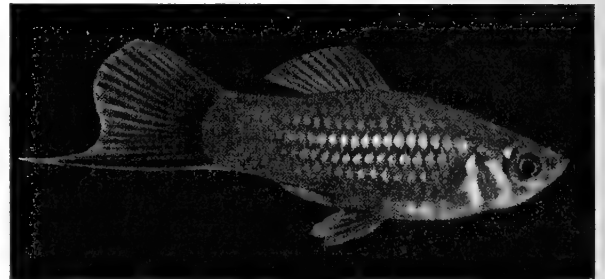


Fig. 6. ♂ nach dem *Xiphophorus*-Typus.
Körperlänge : Höhe = 2,84 : 1;
Körperlänge : Schwert = 2,04 : 1.

Fig. 5 und 6: F_2 -Generation, die Spaltung tritt in Schwert und Körpergestalt deutlich hervor.

Andererseits gibt es auch solche mit Schwert. Doch sind diese nicht einheitlich. Einige (7) besitzen nur eben eine Andeutung des Organs, eine Spitze, bei 3 anderen ist es etwas länger, erreicht aber durchaus nicht die Länge wie beim *Xiphophorus*-♂. Verhält sich bei letzterem die Körperlänge zum Schwert wie 1 : 1, so bei dem F_2 -♂, das das längste Schwert trägt, wie 2,01 : 1 und greift damit etwas über F_1 hinaus, wo das bezügliche Verhältnis 2,57 : 1 ist. Lassen wir die Differenzen innerhalb der schwertragenden F_2 -♂ beiseite, da sie leicht durch das Prinzip der gleichsinnigen Faktoren gedeutet werden können, so bleibt dennoch ein vorerst völlig Unerklärliches: warum erreicht nirgends das Schwert eines F_2 -♂

¹⁾ *G. Wichler*. Z. f. ind. Abst.- u. Verlehre 1913.

²⁾ *F. Jesenko*, Über Getreide-Speziesbastarde (Weizen-Roggen). Ebenda, X. Bd., 1913.

die Länge wie beim *Xiphophorus*-♂? Aber von diesen Schwierigkeiten des besonderen Falles abgesehen, liegt die Spaltung der F_2 in solche mit und ohne Schwert durchaus klar. Und auch hinsichtlich der Körpergestalt läßt sich dasselbe Phänomen konstatieren, es gibt schlanke, gedrungene und solche Tiere, die dazwischen Übergänge darstellen.

Somit wäre die Zahl der Beispiele für mendelnde Art- bzw. Gattungsbastarde um ein weiteres vermehrt. Noch *Plate* (1913) meint, daß dafür keine sicheren Beweise vorliegen, da er *Towers* mendelnde *Leptinotarsa* nur für Varietäten gelten läßt. Immerhin räumt er eines ein. Die Artbastarde sollen nur zum Teil mendeln, zum anderen aber konstant züchten. Er schafft damit einen Gegensatz zu den Varietätsbastarden, die allesamt alternativ vererben. Auf der anderen Seite möchte *Baur* nach seinen Versuchen mit *Antirrhinum* für alle Artkreuzungen Spaltung annehmen. Wenngleich ich durchaus zu dieser Ansicht neige, ist es im Augenblicke wohl richtiger, sich zu bescheiden. Ganz bestimmt gibt es mendelnde Artbastarde, aber die Erfahrungen darüber sind doch noch zu gering, um daraufhin weittragende Urteile abzugeben. Der Satz von *de Vries*, wonach Varietät \times Varietät mendelnde, Art \times Art konstante Bastarde geben soll, besteht nicht mehr zu Recht. Es ist überhaupt verfehlt, hier parallele Kategorien schaffen zu wollen. Ebenso wenig wie wir sagen können, wo die Varietät aufhört und die nächst höhere systematische Einheit beginnt, werden wir feste Grenzen zwischen dem einen und dem anderen Vererbungstypus ziehen können. Ein einwandfreier experimenteller Nachweis für konstante Vererbung ist bis heute nicht geführt worden. Was dafür ging, wird schwankend (vgl. z. B. *Wichler!*). Beschränken wir uns auf ein zoologisches Beispiel, so tauchen die berühmten Leporiden auf. Das sollen beständige Produkte aus Hasen und Kaninchen sein. *Ackermann* hat in dankenswerter Weise die Literatur darüber zusammengestellt. Gleichwohl gibt es Leute, die — vielleicht mit Recht — sogar die Existenz dieser Bastarde bestreiten. Beständen sie, dann entnimmt *Goldschmidt* aus *Gayots* Angaben nichts für die Konstanz, wohl aber manches, was auf eine Spaltung hindeutet.

So darf zusammenfassend folgendes gesagt werden. Es ist konstante Vererbung nirgends sicher nachgewiesen. Andererseits hat sich der Geltungsbereich der Mendelschen Regeln immer weiter ausgedehnt. Zweifelsfrei sind mendelnde Artbastarde festgestellt. Da außerdem nach unseren auf Grund der Erfahrung gebildeten Vorstellungen die Spaltung durch die zytologischen Vorgänge gewissermaßen notwendig bedingt ist, so wäre eine Bindung von Faktoren und damit äußerlich eine Konstanz doch nur für den einzelnen Fall denkbar. Und auch der bleibt noch ausfindig zu machen. Jedenfalls kann keine Rede

von einem konstanten Vererbungstypus sein. *Plate* geht also viel zu weit, wenn er in seiner Übersicht diesen Typus gleichberechtigt neben den Mendelschen stellt. Im Gegenteil gehört nach der bisherigen Entwicklung ein großes Maß von Zurückhaltung dazu, für die Zukunft den Nachweis des konstanten Typus zu erhoffen. Gleichwohl soll mit noch unbekannten Erfahrungen nicht so willkürlich umgesprungen werden, daß für die Zukunft von vornherein ein immerhin mögliches Geschehen prinzipiell negiert wird.

Besprechungen.

Birnbaum, Karl, Der Konstitutionsbegriff in der Psychiatrie. Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie, XX, Heft 4.

Die allgemeine Medizin hat in neuerer Zeit die „Diathesen“ und den „Konstitutionsbegriff“ wieder stärker betont, und diese Perspektiven sind demgemäß auch in ihre Teildisziplinen weiter eingedrungen. Für die Psychiatrie ist dies insofern von größerem Belang, als hier fester umschriebene Begriffe für komplexere „endogene“ Anlagen schon länger besonders wesentlich und erforderlich gewesen sind, so namentlich der allgemeineren der „psychopathischen Disposition“ und der spezielleren, vielverwendete der „psychopathischen Konstitution“ als teilweise wechselnden Ensembles gewisser einzelner psychopathischer Merkmale. Der Konstitutionsbegriff *sensu strictiori* erstreckt sich diesen gegenüber in der Hauptsache lediglich auf die Nachhaltigkeit und Vollkommenheit einer bestimmten einzelnen Funktionsfähigkeit sowie ihre Widerstandsfähigkeit gegen Störungen. Die „Konstitution“ kann ferner nach den Lebensphasen oder den einwirkenden Schädlichkeiten stärker wechseln.

Klinisch könnte der Konstitutionsbegriff in der obigen Fassung nach *Birnbaum* auf zweierlei Art eine gewisse Bedeutung gewinnen, einmal, indem er die psychische Affektion typisieren hilft, insofern diese aus einer bestimmten „Konstitution“ herauswachsen kann, und ferner im Gegenteil wieder, wenn das Krankheitsbild in seiner Eigenart durch besondere „konstitutive“ Nuancen getrübt, atypisch erscheint. Wiewohl also der Konstitutionsbegriff auch in der Psychiatrie mit Vorteil zu verwenden sein kann, liegt in seiner Benutzung hier eine gewisse Gefahr, da er besonders dazu verleiten könnte, das nosologisch Atypische im Einzelfalle kurzerhand auf ein konstitutives X abzuschieben und somit jeweils isoliertere eigenartige Einschlüsse des klinischen Bildes, welche seine Beurteilung sonst weiter geleitet hätten, zu unterschätzen.

E. Jentsch, Obernigk b. Breslau.

Hübner, A. H., Pathologie und Therapie der Degeneration. Klinischer Vortrag. Deutsche medizinische Wochenschrift. 1913. Nr. 20.

Verfasser bespricht unter degenerativer Veranlagung alle jene physisch abnormen Fälle, welche nicht einem der nervösen Krankheitsbilder entsprechen und deren psychisches Gepräge vorzugsweise durch Steigerung und starkes Schwanken des Gefühlslebens, Ungleichmäßigkeit der Leistungsfähigkeit und abnorme Verschiebung des Selbstgefühls bezeichnet ist, wozu weiter Triebanomalien, ethische Defekte, herabgesetzte Widerstandsfähigkeit gegen narkotische Mittel und gegen Schädlichkeiten, sowie nervöse

Krankheitszeichen treten können (besonders Zwangsvorstellungen, quärlatorisches Wesen, phantastisches Lügen, Hang zu beständiger Ortsveränderung). Viele Degenerierte haben zahlreiche körperliche Bildungsbesonderheiten (Degenerationszeichen). Unter den vom Verfasser beobachteten Degenerierten war die weit überwiegende Zahl zweifellos erblich stark belastet. Belastung und Degenerationszeichen an sich gestatten indes noch keinen Schluß auf die psychische Beschaffenheit des Individuums, nur die psychische Untersuchung selbst. Im kindlichen Alter kündigt sich die degenerative Veranlagung oft durch Störungen des Schlafes, sowie durch die unverhältnismäßig gesteigerte Affektivität an. Auch die ethische Degeneration macht sich meist bereits im Kindesalter bemerklich (Neigung zur Grausamkeit, zum pathologischen Schwindeln). Je nach der speziell morbosen Veranlagung können sich ferner weiter dazu gesellen neurasthenische, hysterische, hypochondrische, epileptische, schwachsinnige und manisch-melancholische Züge. Ein Teil dieser letzteren kann therapeutisch beeinflußt werden, der eigentliche Grundzustand selbst bleibt unverändert, doch kann verständnisvolle Erziehung und Beratung durch Aufklärung und Förderung der vorhandenen brauchbaren Anlagen namentlich unter Benutzung der teilweise erhöhten Beeinflussbarkeit segensreich oder ersprießlich wirken. Nicht wenige hervorragende Geister sind aus ursprünglich degenerativer Anlage hervorgegangen.

E. Jentsch, Oberrnigk b. Breslau.

Stein, R. O., Die Fadenpilzkrankungen des Menschen. Lehmanns medizinische Atlanten, Bd. XII. München, J. F. Lehmann, 1914. Preis geb. M. 10.—.

Der 12. Band der Lehmannschen Atlanten in Quartformat hat die Fadenpilzkrankungen des Menschen zum Gegenstand und füllt damit eine fühlbare Lücke aus, denn bisher bestand kein Buch, das das Bedürfnis des praktischen Arztes befriedigte. Das Gebiet ist eines der weiter abliegenden in der Medizin, denn entweder sind die Erkrankungen harmloser Natur oder, wenn sie einigermaßen bösartig und deshalb gefürchtet sind, recht selten (mit Ausnahme vielleicht der Trychophytie). Desto erfreulicher, wenn da ein Buch mit der mustergültigen Ausstattung der Lehmannschen Atlanten dem beschäftigten Praktiker die Mittel in die Hand gibt, diese seltenen Erkrankungen auch erkennen zu können. Das Buch ist in seiner knappen Darstellung wie dazu geschaffen. Es gibt nicht nur auf 18 Drei- und 11 Vierfarbendrucktafeln die naturgetreue Abbildung der einzelnen Erkrankungen, sondern in den begleitenden Texten auch genaueste Angaben der histologischen und der mikrobiologischen Befunde.

Ganz besonders vorteilhaft für die Diagnosenstellung ist die genaue Angabe der Technik, sowohl der Entnahme als auch der Kultur und der Färbung der Parasiten.

Wie schon der Name des Buches zeigt, ist es vom ätiologischen Standpunkte aus verfaßt. Es ist das Streben des Verfassers, den diagnostizierenden Arzt nicht nur aus dem Aussehen der Erkrankung die Diagnose stellen zu lassen, sondern sie vor allen Dingen durch den Befund der Erreger zu stützen. Es ist daher zu hoffen, daß durch dieses schöne Buch nicht allein ein praktisches Bedürfnis befriedigt, sondern auch Anregung zum weiteren Forschen gegeben wird.

Schmitz, Greifswald.

Neumann, R. O., und M. Mayer, Atlas und Lehrbuch wichtiger tierischer Parasiten und ihrer Überträger mit besonderer Berücksichtigung der Tropenpathologie. Lehmanns medizinische Atlanten, Bd. XXI. München, J. F. Lehmann, 1914. Preis geb. M. 40.—.

Das 566 Seiten starke Werk in Quartformat mit 1300 farbigen Abbildungen auf 45 lithographischen Tafeln und 237 Textbildern reiht sich würdig den anderen längst weltberühmten Atlanten *Lehmanns* an. Aber nicht nur wegen seiner guten Abbildungen ist das Buch lesenswert, die Fassung des Textes als Lehrbuch ist der Ausstattung gleichbedeutend.

Nachdem die Autoren sich zuerst über das Allgemeine der Protozoen verbreitet, gehen sie zu einer eingehenden Darstellung der parasitierenden Formen über. Sie verweilen nicht allein bei der bildlichen Darstellung der Parasiten, sondern sie lehren zugleich die Technik der Darstellung und beschreiben auch kurz die pathologischen Zustände, die sie hervorrufen. In gleicher Weise gliedert sich dann die Beschreibung der eventuell vorhandenen Überträger (Mücken, Wanzen usw.) an. Das die menschliche Medizin am meisten interessierende Reich der Trypanosomen nimmt neben den Malaria-parasiten den größten Raum ein. Der Überblick über diese große Reich komplizierter Formen und Vorgänge wird durch tabellarisches Zusammenstellen und die vorzüglichen von dem einen Autor selbst gezeichneten Abbildungen besonders leicht gemacht. Den Beschluß der Protozoengruppe bilden die Spirillen und schließlich die Chlamydozoen. Ohne auf die Streitfragen einzugehen, die diese beiden Parasitengruppen noch umgeben, wird das Tatsächliche in ausführlicher Weise übersichtlich geordnet dargestellt.

Den übrigenbleibenden kleineren Teil des Buches umfaßt die Beschreibung der parasitierenden Würmer und ihrer Überträger. Auch hier Allgemeines, Morphologisches, Technisches methodisch geordnet und reichlich mit Abbildungen erklärt.

Das Werk bildet dank seiner hervorragenden Ausstattung nicht nur ein Lehrmittel ersten Ranges, es eignet sich ebenso zum Nachschlagewerk und wird nicht minder, dank seiner technischen Anleitungen und die jedem Kapitel vorgesetzte Literaturübersicht, dem weiter Forschenden dienlich sein.

Schmitz, Greifswald.

Moll, Adolf, Wie erhalten wir unsere Stimme gesund? Leipzig, B. G. Teubner, 1914. IV, 71 S. und 22 Abbildungen. Preis M. 1.—.

Es ist erstaunlich, ein wie reicher Inhalt in diesem kleinen Buche steckt. Es ist so ziemlich alles gesagt, was sich zu dem Thema in einer allgemein faßlichen Weise sagen läßt; und es sind dabei die neuesten Forschungen auf dem Gebiete der Physiologie und Hygiene des Sprach- und Stimmorgans berücksichtigt worden. Ganz besonders verdient das Bemühen Anerkennung, vor Sätzen und Methoden zu warnen, die in anscheinend modernem und wissenschaftlichem Gewande auftreten und trotzdem falsch sind. Nicht nur Musikern, insbesondere Sängern, sondern auch allen denen, die als Lehrer oder sonstwie beruflich viel zu reden haben, wird das Büchlein ein wertvoller und nützlicher Berater werden.

Felix Auerbach, Jena.

Schaffer, Exkursionen im Wiener Becken. Bd. III. Berlin, Gebr. Bornträger, 1913. Preis M. 5,80.

Von der Sammlung geologischer Führer liegen nunmehr achtzehn Bändchen vor. Das neueste behan-

delt das Miozän von Eggenburg, zu dessen Besuch der durch seine Forschungen im Wiener Tertiär bekannte Verfasser Anweisungen gibt. Der Führer ist mit Literaturhinweis, Abbildungen leitender Fossilien und einer Exkursionskarte ausgestattet. Es verdient bemerkt zu werden, daß die älteren geologischen Führer der Bornträgerischen Sammlung sich, relativ wenigstens durch größere Wohlfeilheit auszeichneten.

R. Lachmann, Breslau.

Bärtling, R., Geologisches Wanderbuch für den nieder-rheinisch-westfälischen Industriebezirk. Stuttgart, F. Enke, 1913. VII, 420 S. und 114 Textabbildungen. Preis geh. M. 8,40, geb. M. 9,—.

Der Verfasser behandelt in 40 Wanderungen das Gebiet des rheinischen Schiefergebirges östlich des Rheins von Arnsberg gegen Norden, das eigentliche Industriegebiet und das Münsterland einschließlich der Bezirke von Trias und Unterkreide an der holländischen Grenze. Die Abschnitte sind im allgemeinen nach stratigraphischen Gesichtspunkten gewählt. Einige Wanderungen im Ruhrbezirk sind nicht länger als 4–10 km, so daß man also bei den guten Verbindungen mehrere an einem Tage ausführen kann.

Der Stoff ist erschöpfend behandelt und gut illustriert. Übersichtskapitel über die einzelnen Formationen und Erörterungen über allgemein geologische Fragen, ausgehend von Beobachtungen beim Wandern, findet man eingeschoben, und das Ziel der Allgemeinverständlichkeit scheint dabei erreicht zu sein. Geologische Karten sind dem Buch nicht beigegeben mit Rücksicht auf die neuerschiedenen geologischen Spezialkarten des behandelten Gebietes.

R. Lachmann, Breslau.

Die Rheinlande in naturwissenschaftlich-geographischen Einzeldarstellungen, herausgegeben von Dr. C. Mordziol.

Nr. 1. *Mordziol, C.*, Die Austiefung des Rheindurchbruchtals während der Eiszeit. Braunschweig und Berlin, G. Westermann, 1912. 43 S. M. 1,—.

Nr. 2. *Jacobs, Joh.*, Wanderungen und Streifzüge durch die Laacher Vulkanwelt. Braunschweig und Berlin, G. Westermann, 1913. 61 S. M. 1,50.

Nr. 3. *Häberle, Daniel*, Der Pfälzerwald. Ein Beitrag zur Landeskunde der Rheinpfalz. Braunschweig und Berlin, G. Westermann, 1913. VI, 91 S. M. 1,65.

Nr. 4. *Groß, A. (†)*, Einführung in die Geologie des Mainzer Beckens. Braunschweig und Berlin, G. Westermann, 1913. 65 S. M. 1,35.

Lerch, L., Geologische Wanderungen in der Umgebung von Hannover. Hannover, Hahnsche Buchhandlung, 1913. 128 und 36 S., 231 Abbild. und 1 Karte. Preis M. 4,50.

Es macht sich neuerdings das Bedürfnis nach gemeinverständlichen geologischen Darstellungen einzelner deutscher Landschaften geltend, welche Wanderlustigen aus den Kreisen der Gebildeten die erste Anleitung zur Erkenntnis der Landschaftsformen geben, ohne sie in die Notwendigkeit zu versetzen, sich in die Quellenwerke zu vertiefen.

Man kann es nur mit Freuden begrüßen, wenn durch solche Darstellungen, die häufig von Autoren mit vorwiegend lokalgeologischer Schulung ausgehen, das Interesse an wissenschaftlichen Fragen wacherufen wird, und man wird es den Verfassern gern zugute halten, daß der Zusammenhang mit den allgemeinen

Fragen gegenüber dem Hinweis auf örtlich wichtige Vorkommnisse in den Hintergrund tritt.

Mit dieser Einschränkung sind die vorliegenden Bändchen der von Dr. *Mordziol* in Koblenz besorgten Sammlung „Die Rheinlande“ des Lobes würdig, wenn auch der Wert der vier Hefte nicht auf einer Stufe steht.

Im ersten Bändchen behandelt *Mordziol* mit viel Geschick das nicht ganz einfache Thema der etappenweisen Einsenkung des Rheinstromes in das rheinische Schiefergebirge seit der jüngsten Tertiärzeit. In recht anschaulicher Weise wird das durch die Terrassen des Rheines dem aufmerksamen Beobachter kenntliche Ein-graben des Stromes bei der relativen Hebung des alten rheinischen Berglandes verdeutlicht.

Das Heft 2 über die Laacher Vulkanwelt zeichnet sich durch vorzügliche Illustrationen aus und verrät einen überaus ortskundigen Verfasser. Gerade hier aber wären besonders bei dem Leserkreis, für welchen das Büchlein gedacht ist, öfters Hinweise und Vergleiche mit heute noch tätigen Vulkanen am Platze gewesen.

In dem Bändchen über den Pfälzerwald widmet sich *Häberle* den von ihm eingehend studierten Verwitterungsformen des Pfälzer Buntsandsteins. Aber auch die Tektonik, die Schichtenfolge und die Erdbebenerscheinungen kommen zu ihrem Recht. Abschnitte über Siedelungswesen und Landwirtschaft schließen das gut ausgestattete Büchlein ab.

In der „Einführung in die Geologie des Mainzer Beckens“ hat *Mordziol* die mit großer natürlicher Frische entworfenen handschriftlichen Aufzeichnungen eines 1899 in Niederengelnheim verstorbenen Lehrers, *Anton Groß*, mit eigenen Ergänzungen zusammengestellt. Das Heft ermangelt deshalb ein wenig der Einheitlichkeit, enthält aber eine recht eingehende Literaturzusammenstellung.

Über die im Verlage von *Hahn* erschienenen geologischen Wanderungen in der Umgebung von Hannover von *L. Lerch* kann man höchstens vom Standpunkt eines Fossilsammlers aus ein günstiges Urteil fällen. Die Formationen sind stratigraphisch ausführlich beschrieben, und eine große Reihe von Bestimmungszeichnungen für Fossilien — leider von ganz ungeübter Hand — gegeben, aber es fehlt jedes Eingehen auf die lokalen Vorkommnisse und jede Profil-darstellung, geschweige denn tektonische Skizzen, wie sie nach Ansicht des Referenten zum Verständnis der Lagerung der Schichten gerade für den Anfänger unumgänglich notwendig sind. R. Lachmann, Breslau.

Botanische Mitteilungen.

Über gleitendes Wachstum.

Die räumlichen Wirkungen wachsender Zellen auf die sie umgebenden bestehen im allgemeinen darin, daß die wachsenden Zellen die anderen vor sich herschieben; wenn sich die wachsenden in ihre Umgebung hineinschieben, die benachbarten Elemente also voneinander trennen, indem sie deren Membranen auf mehr oder minder weite Strecken hin aufspalten, spricht man von *gleitendem Wachstum*. „Gleitend“ wachsen die Hyphen parasitischer Pilze im Gewebe ihres Wirtes, gleitend wachsen die Pollenschläuche im Gewebe des Pistills vorwärts, und dieselbe Wachstumsform kann auch bei den Zellen, die die typische Zusammensetzung eines homogenen Gewebes ausmachen, er-

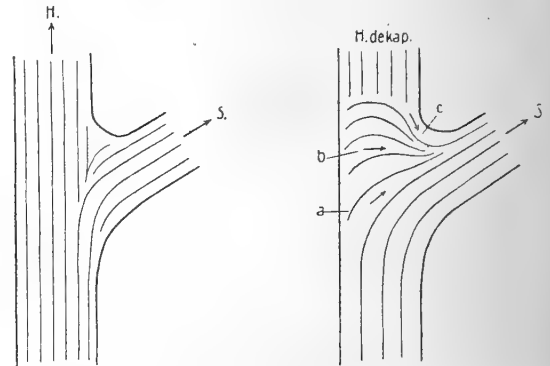
folgen. Zur näheren Kenntnis des gleitenden Wachstums bringen zwei unlängst erschienene Arbeiten wichtige Beiträge.

*Klinken*¹⁾ untersucht das gleitende Wachstum im Kambium. Dieses stellt eine zylindermantelähnliche Schicht prosenchymatisch gespitzter Zellen dar, die durch tangential Teilungen nach innen und außen stets neue Tochterzellen abgeben, die innerhalb des Kambiumringes zu Holzelementen, außerhalb desselben zu Rindenelementen werden. Bei *Taxus baccata*, die *Klinken* näher prüft, verhalten sich die nach innen und außen abgegebenen Produkte des Kambiums insofern ungleich als die Rindenzellen lebenslänglich die Länge beibehalten, die sie zur Zeit ihrer Entstehung hatten; im jungen Holz dagegen findet eine Verlängerung der Elemente statt, die sich gleitend an ihren Nachbarn vorbei schieben. Zu dem extrakambialen gleitenden Wachstum kommt nun noch ein intrakambiales, indem nämlich die Kambiumzellen selbst nicht bei konstanter Länge bleiben, sondern zu unbegrenztem Längenwachstum sich befähigt zeigen; die Kambiumzellen wachsen gleitend vorwärts, spalten die Radialwände benachbarter Kambiumzellen, indem sie sich zwischen diese vorschieben und weichen den Markstrahlen rechts oder links aus, ja können sogar die Markstrahlen spalten und durch sie hindurchwachsen. Sind die Kambiumzellen hinreichend groß geworden, so teilen sie sich durch eine Querwand; jede der beiden Tochterzellen verhält sich hinsichtlich des Wachstums wie die Mutterzelle; beide schieben sich wachsend aneinander vorbei. Indem sie auf den Radialwänden gleitend wachsen, kommen sie streckenweise tangential nebeneinander zu liegen, derart, daß das Kambiumband verbreitert und die auf dem Querschnitt sichtbaren Kambiumzellen vermehrt erscheinen. Während bei den Dikotyledonen die Zahl der Kambiumzellen durch deren Teilung in radialer Richtung vermehrt wird, erreichen die Koniferen dasselbe durch Querteilung der Kambiumzellen und nachfolgendes gleitendes Wachstum der Tochterzellen. —

Klinkens Arbeit²⁾ behandelt die Rolle des gleitenden Wachstums bei normalem Verlauf der Ontogenese; die nach störenden Eingriffen in die Integrität des Pflanzkörpers sich betätigenden Formen desselben Werdeganges schildert *Neeff*³⁾.

Seine Untersuchungen knüpfen an die Erfahrung an, daß nach Dekapitation von Zweigen der Roßkastanie oder anderer Bäume die beim Fortschreiten des Dickenwachstums neu gebildeten Faserelemente des Xylems und Phloëms nicht mehr überall die bisherige longitudinale Richtung inne haben, sondern nach dem nächst unteren Seitenast hin konvergieren, so wie die Figur es anschaulich macht. Der Winkel, um welchen die neu gebildeten Fasern von den früher entstandenen, normal orientierten abweichen, kann bis ungefähr 180° steigen, wie ebenfalls aus der Abbildung ersichtlich wird. *Neeff* verfolgt die Entwicklungsgeschichte dieser „Umlagerung“ und findet, daß ihr zu-

nächst dieselbe Parzellierung der Kambiumzellen vorausgeht, welche die Bildung des Wundholzes einleitet. Ist die Dekapitationswunde von dem nächstfolgenden Seitenast hinreichend weit entfernt, so erfolgt diese Teilung der Kambiumzellen nicht nur an der Wundstelle selbst, sondern — offenbar unabhängig von allen direkten Einflüssen der Traumas — auch an der Ursprungsstelle des Seitenastes. Die Teilungsprodukte der Kambiumzellen ihrerseits strecken sich und wachsen gleitend wiederum zu gestreckten Elementen heran, indem vorzugsweise an den Querwänden die Ecken der Zellen zwischen die benachbarten sich einschieben, dabei aber in der Richtung ihres Wachstums von dem Seiten-



Wirkung der Dekapitation auf den Faserverlauf. Links normaler Faserverlauf, rechts nach Köpfung. H Hauptast, S Seitenast, bei a, b und c Umlagerungen mit verschiedener Neigung; bei c erreicht diese fast 180°. Nach *Neeff*.

ast insofern geleitet werden, als die Sproßpole der Zellen, d. h. diejenigen Enden der Zelle, die dem Gipfel des Sprosses zugewandt waren, sich zum Seitenast hin wenden, während die Wurzelpole basalwärts wachsen. Ganz ähnlich wie beim normalen Verlauf der Gewebsbildung können auch bei dem von *Neeff* studierten die gleitend wachsenden Zellen sich zwischen die Bestandteile der Markstrahlen drängen und diese auseinander sprengen.

Der richtende Einfluß der Seitenäste auf die neu entstehenden trachealen Elemente äußert sich darin, daß bei der Fusion benachbarter Zellen zu Gefäßen die Membranlösung nicht an den Quer-, sondern an den Längswänden erfolgt, so daß unmittelbare Wasserbewegung in der Querrichtung ermöglicht wird.

Küster.

Kleine Mitteilungen.

Über Polar- und Forschungsexpeditionen sprach der Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg, Herr Kontreadmiral *Behm* auf dem VI. Deutschen Seeschiffahrtstage in Berlin. Er stellte zunächst ganz richtig fest, daß die Versammlung sich nicht „als Gerichtshof aufzutun“ könne und wolle, um gewisse Vorgänge während der letzten deutschen Polarunternehmen abzuurteilen. Zweifellos könnten aber die letzten deutschen arktischen und antarktischen Expeditionen den Vergleich mit den großartigen Erfolgen eines *Nansen*, eines *Amundsen* und eines *Scott* in keiner Weise aushalten, und wenn man schon dem Redner zugeben muß, daß dieser Vergleich sich dem großen Publikum ohne weiteres aufdrängt, so kann man auch mit ihm sagen, daß hier ein gedrück-

¹⁾ *Klinken, Joh.*, Über das gleitende Wachstum der Initialen im Kambium der Koniferen und den Markstrahlverlauf in ihrer sekundären Rinde. *Bibl. botan.* 84. Stuttgart, E. Schweizerbart, 1914. IX, 40 S., 21 Abbild. und 3 Tafeln. Preis M. 14,—.

²⁾ Außer den hier besprochenen Resultaten bringt *Klinkens* Publikation noch wichtige Aufschlüsse über das Verhalten der Markstrahlen (Vereinigung mehrere Markstrahlen nach „Schwund“ der zwischen ihnen liegenden Initialen, u. a. m.).

³⁾ *Neeff, Fr.*, Über Zellumlagerung. Ein Beitrag zur experimentellen Anatomie. (*Zeitschr. f. Bot.* 1914.)

tes Gefühl, eine gewisse Besorgnis, Platz gegriffen hat, welche weitere Kreise zog, als es nicht zu leugnen war, daß die Katastrophe der Schröder-Strantz-Expedition in Spitzbergen auf kaum etwas anderes, als auf Fahrlässigkeit zurückgeführt werden muß. Den Anstoß zur Verhandlung dieses Themas auf dem VI. Deutschen Seeschiffahrtstage hatte der Nautische Verein in Hamburg gegeben. Auf einer Sitzung vom 8. Dezember 1913 hatte er angeregt, zu beraten, „auf welche Ursachen es zurückzuführen ist, daß die deutschen Polar-Expeditionen keinen vollen Erfolg gezeitigt haben und durch welche Maßregeln für die Zukunft eine größere Gewähr für das Gelingen solcher Expeditionen geschaffen werden kann“. Dazu kam, daß das Reichs-Kolonialamt sich gezwungen gesehen hatte, gegen das zur Erforschung von Neu-Guinea geplante Luftschiff-unternehmen des Herrn Oberleutnant a. D. Graetz offiziell Stellung zu nehmen, weil diese Expedition trotz der ablehnenden Haltung der Fachkreise auf dem besten Wege war, große Mittel zu erhalten, ohne auch nur die geringste Gewähr für einen Erfolg bieten zu können.

Der Redner schildert dann, wie die „Unternehmer“ solcher Expeditionen vorzugehen pflegen, um die Expedition zu sichern: Nach Eroberung irgend einer wissenschaftlichen oder technischen Autorität wird zunächst die Presse bearbeitet, um jene Personen gewinnen zu können, welche durch Verdienst, Rang und Geburt irgend einen Einfluß besitzen. Dann erst werden die Geldmänner und staatlichen Behörden bearbeitet. Der Redner zeigt durch Verlesung einer Stelle aus der Graetz'schen Broschüre, wie sachliche Einwände und Bedenken einzelner umgangen und totgeschwiegen werden. Es heißt dort: „Allen denen, welche immer und immer wieder in übertriebener Vorsicht oder aus andern Motiven den Männern, die für eine große Aufgabe und für den deutschen Fortschritt in der Welt ihr Leben, ihre Arbeit und ihr Geld (!) in die Schanze werfen, in den Arm fallen wollen, sei entgegen, daß wir mit dieser Expedition nicht nur die Erfüllung einer nationalen Pflicht zur Ehre des deutschen Namens im Auge haben, sondern auch die Hoffnung, dem Deutschen Reiche gehörige Gebiete unserem Volke zugänglich und nutzbar zu machen.“!

Herr Admiral Behm meint dann, daß die deutsche Kraft zwar wirtschaftspolitisch und rein politisch im ganzen zweckmäßig und erfolgreich zusammengefaßt ist, daß wir aber auf „wissenschaftspolischem Gebiete“ noch an einer weitgehenden Zersplitterung leiden, welche der Einsetzung der geeigneten Volkskräfte für deutsche wissenschaftliche Aufgaben und der ökonomischen Ausnutzung jener Kräfte in hohem Maße hinderlich ist. Er hält daher den Vorschlag des Vereins deutscher Seeschiffer für zweckmäßig, eine Kommission zu wählen und erst auf dem nächstjährigen Seeschiffahrtstage zur Sache Stellung zu nehmen. Er hofft, daß eine zentrale Organisation, eine ständige Kommission von geeigneter Zusammensetzung und mit dem Rechte der Kooption unter Reichsleitung in der Lage ist, Abenteurer abzuwehren, welche den nationalen Ruf schädigen.

In der Beratung wandte Herr Direktor Polis von der Hamburg-Amerika-Linie sich gegen den Akademievortrag von Herrn Geheimrat Penck über die „Antarktischen Probleme“ (vgl. Referat S. 325 ff.). Dort heißt es an einer Stelle wörtlich: „Alle diese geographischen Entdeckungen der deutschen antarktischen Expedition sind um so höher anzuschlagen, als der

Führer des Schiffes — die einzige Persönlichkeit des Stabes, die mit der Eismeerschiffahrt vertraut war — mit unfester Gesundheit die Reise angetreten hat und schließlich im Eismeer dem Tode erlag.“ Herr Direktor Polis meint, daß man diese Worte nicht anders deuten könne, als daß nicht der Kapitän des Schiffes, sondern andere Mitglieder des Stabes der Expedition das Verdienst an den geographischen Entdeckungen haben. Er sieht darin sogar einen „versteckten Vorwurf“ gegen Kapitän Vahsel, weil er die Reise mit unfester Gesundheit angetreten haben soll und fühlt sich verpflichtet, Vahsel in der weitesten Öffentlichkeit in Schutz zu nehmen. Nach seiner Kenntnis der Tagebücher Vahsels gebührt nur ihm das Verdienst, das Schiff bis nahezu 78° s. Br. bis zum Festlande geführt und die geographischen Entdeckungen im Wedellmeere gemacht zu haben. Dann aber sagt Herr Direktor Polis, daß dieselben Tagebücher keinerlei Anhalt für eine ernstere Erkrankung Vahsels gegeben haben.

Zu diesen Ausführungen erklärt Herr Geheimrat Penck, nachdem er die oben bereits zitierte Stelle nochmals verlesen hatte, daß es ihm unbegreiflich erscheine, wie man daraus eine Schmälierung des Verdienstes Vahsels und sogar einen „versteckten Vorwurf“ herauslesen könne. Diese Worte sollen gerade die Verdienste Vahsels um die Expedition beleuchten, indem er darauf aufmerksam machen wollte, welches große Maß von Aufopferung dazu gehört hat, mit unfester Gesundheit eine solche Leistung zustande zu bringen. Daß Kapitän Vahsel aber tatsächlich schwer krank war und auch seine Krankheit mit ihren Folgen vollkommen klar überschaute, beweist ein Brief von Kapitän Larsen aus Grytwyken. Vahsel hat Larsen vollkommen reinen Wein über seinen Zustand eingesehen und ihm erklärt, daß er nicht mehr aus dem Eise zurückkommen werde; er möchte seine Orden und Ehrenzeichen seiner Familie überreichen. Leider verlas Herr Geheimrat Penck diesen Brief englisch.

Endlich beschäftigte sich Herr Geheimrat Penck mit den Anregungen des Referenten. Er ist nicht der Meinung, daß eine neugeschaffene Organisation in der Lage ist, größere Gewähr für den vollen Erfolg der Forschungsunternehmen zu leisten und rät, gegebenenfalls auf den Rat bestehender Fachorganisationen zu hören, wie wir sie in Berlin in der Königlichen Akademie der Wissenschaften und in der Gesellschaft für Erdkunde haben. Gleichzeitig macht er auf die Schwierigkeiten aufmerksam: Solche Körperschaften können nicht die Aufgabe haben, ein privates Unternehmen aggressiv abzulehnen und dagegen zu agitieren, sie können nicht mehr tun, als vorsichtig mit ihren Empfehlungen sein und ihren Namen für die Propagierung verweigern. Das sei im Falle Schröder-Strantz von Berlin aus geschehen und es wäre vielleicht von Vorteil gewesen, wenn diese Tatsache die entsprechende Beachtung gefunden hätte.

Es wurde dann die Kommission zur Beratung der Angelegenheit gewählt.

Ich darf hier noch daran erinnern, daß Herr Admiral Behm in dem offiziellen Organ der Deutschen Seewarte: „Annalen der Hydrographie und maritimen Meteorologie“, XXXX, 1912, Heft 9, S. 449, außerordentlich warm für die Expedition des Herrn Leutnant Schröder-Strantz eingetreten ist, obgleich man in Berlin bereits abgelehnt hatte, sich mit diesem Projekt zu befassen.

Zweifelloos beanspruchen solche Expeditionen, welche die Blicke der ganzen Welt auf sich ziehen, das Inter-

esse weitester Kreise. Wenn man sich daher nicht gewundert hat, daß der Deutsche Seeschiffahrtstag, welcher sich sonst nur mit speziellen Fachfragen zu beschäftigen pflegt, den Punkt: „Polar- und Forschungsexpeditionen“ auf sein Programm gesetzt hat, so mußte es doch überraschen, daß die Versammlung aus sich heraus eine Kommission gewählt hat, welche auf dem nächstjährigen Seeschiffahrtstage die Ergebnisse ihrer Beratungen bekanntgeben soll, durch welche Maßregeln für die Zukunft eine größere Gewähr für das Gelingen solcher Expeditionen geschaffen werden kann.

Michaelsen.

Der XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen (E. V.), Sitz in Bamberg (Nürnberg 1914), verdient sowohl wegen seiner schönen, im modernen Kupfertiefdruckverfahren hergestellten Tafeln, als auch wegen des reichen Inhalts allgemeine Beachtung. Er enthält Berichte über die Alpenpflanzengärten auf dem Schachen, bei der Lindauer Hütte, auf der Neureuth (bei Tegernsee) und zu Reichenhall, ferner eine Zusammenstellung über den derzeitigen Stand der Bewegung zum gesetzlichen Schutz der Alpenpflanzen und andere bemerkenswerte Mitteilungen (so berichtet der Vorsitzende C. Schmolz über den in mehrfacher Hinsicht bedauernswerten Rückgang der Legföhre, *Pinus pumilio*, in den Kalkalpen), endlich eine anziehend geschriebene Schilderung botanischer Wanderungen in Füssens Umgebung (von A. v. Krcusser) und ganz besonders die Beschreibung einer botanisch-geologischen Wanderung durch das neugeschaffene Pflanzenschutzgebiet am Königssee, zu der der Verfasser, *Karl Magnus*, die photographischen, in Kupferdruck wiedergegebenen Aufnahmen selber gemacht hat.

F. M.

Eine außerordentlich rege Tätigkeit auf dem Gebiete der Naturdenkmalpflege herrscht im Lüneburgischen, wie die von Professor *Ahlenstiel*, dem unermüdliehen Geschäftsführer des Bezirkskomitees, herausgegebenen beiden ersten Hefte der **Mitteilungen über Naturdenkmalpflege im Regierungsbezirk Lüneburg** (I. 1912, II. 1914) bezeugen. Allerdings birgt gerade dieses Gebiet „in weiten, von moderner Kultur noch wenig oder gar nicht berührten Landschaften eine Fülle von Naturdenkmälern verschiedenster Art“; aber auch hier wächst die Gefahr, daß die vordringende Umgestaltung des Bodens die eigenartigen Schöpfungen der Natur beseitigt. Landschaftlich und wissenschaftlich interessante Pflanzenarten, namentlich die Flora der Heiden und Moore, aber auch uralte Eichen, Buchen, Linden und Eiben gibt es zu schützen. Der Porst (*Ledum palustre*) und die Mistel sind im Lüneburgischen Naturdenkmäler, da sie nur noch an wenigen Punkten vorkommen. Mehrfach haben sich die Privatbesitzer des Geländes, wo diese Arten auftreten, zu ihrem Schutze verpflichtet. Von den Charakterpflanzen des Gebietes waren der Wacholder und die Hülse (*Stechpalme*) durch ständige Plünderung in ihrem Bestande bedroht. Den Mahnungen, sie zu schonen, hat eine Verfügung des Regierungspräsidenten Nachdruck verliehen; auch eine Militärbehörde ist für den Schutz des Wacholders eingetreten. In einem besonderen Falle hat ein Kreis Ausschuß Aufwendungen gemacht, um eine 2 ha große Fläche (bei Betzhorn) mit selten schönen Wacholderbüschen (bis zu einem Umfange von 10 m an der Basis und 5–6 m Höhe) dauernd zu erhalten. Von den selten gewordenen Vögeln, die mehrfach im Gebiet beobachtet worden sind, seien hier nur Schwarzstorch,

Uhu und Kolkrabe genannt. Von großem zoologischen Interesse ist das vereinzelte Vorkommen der echten Hausratte, die ja sonst fast überall von der Wanderratte verdrängt worden ist (ein Belegexemplar wurde dem Lüneburger Naturwissenschaftlichen Museum überwiesen), und ferner das augenscheinlich ursprüngliche Auftreten der Sumpfschildkröte (*Emys orbicularis* L.) an mehreren Stellen des Regierungsbezirkes (zwei Abbildungen sind beigegeben). In geologischer (und zugleich landschaftlicher und heimatkundlicher) Hinsicht sind besonders die zahlreichen Findlinge von Bedeutung, die zum Teil auf fiskalischem Gelände liegen und dadurch geschützt sind. Eine besonders reichhaltige Fundstelle erratischer Blöcke befindet sich bei Toppenstedt. Der größte Block liegt in der Nähe von Hanglöß bei Dorfmark. Er hat an der Basis 10,5 m Umfang und eine Höhe von 2,50 m (Abbildungen).

F. M.

Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener Entwicklungsstadien von Säugetieren (*K. Toldt jun.*, Verhandl. k. k. zool.-bot. Ges. Wien, 64. Bd., 1914, 4 Taf.; vgl. a. vom selben Autor: Über die äußere Körpergestalt eines Fetus von *Elephas maximus*. Denkschr. kais. Akad. d. W., math.-nat. Kl., 90. Bd., Wien 1913, 5 Taf.). Die vorgeschrittenen Entwicklungsstadien der Säugetiere, an welchen die definitive Körperform bereits im allgemeinen zu erkennen ist, wurden bisher relativ wenig beachtet; so ist auch das vergleichende Studium der äußeren Formverhältnisse bei Feten verschiedener Säugetiergruppen noch ein sehr lückenhaftes. Dasselbe ist unter anderm, wie speziell an einer Anzahl verschiedenartiger Carnivorenfeten gezeigt wird, für die Kenntnis der Körperformen der Säugetiere im Ganzen und im Detail sehr lehrreich, da diese Verhältnisse an den relativ kleinen, noch nahezu nackten Feten besonders gut zum Ausdruck kommen; dabei ist die Aufbewahrung derselben relativ einfach und nimmt namentlich im Gegensatz zu den Präparaten der erwachsenen Säuger wenig Platz ein. Der Mangel an solchen Untersuchungen macht sich auch beim Bestimmen von Säugetierfeten sehr empfindlich bemerkbar und es sind in dieser Hinsicht sogar Irrtümer in bezug auf die Ordnungen zu verzeichnen. Von besonderem Interesse sind die Feten ferner für gewisse Integumentverhältnisse. So tragen sie zur Unterscheidung der Spürhaare und der anderen Haarsorten wesentlich bei, sind für die Verteilung derselben und für die Anordnung und Richtung der Haare im allgemeinen, sowie für die Fellzeichnung und für die Färbungsverhältnisse und die Oberflächenprofilierung der Haut von Wichtigkeit. Auch stellte es sich in letzter Zeit heraus, daß das zeitliche Auftreten der ersten Behaarung keineswegs bei allen Säugetierarten am ganzen Körper gleichmäßig erfolgt, sondern in topographisch sehr verschiedener, für einzelne Arten aber ganz charakteristischer Reihenfolge. Die angedeuteten, an einzelnen Beispielen erläuterten Verhältnisse erscheinen z. T. auch für allgemeine Fragen bezügl. des Integumentes von Interesse, bedürfen aber durchwegs noch eingehender vergleichender Untersuchungen. Es empfiehlt sich also schon von den hier angedeuteten Gesichtspunkten aus von den verschiedensten Säugetierarten auch die älteren Entwicklungsstadien, und zwar bis über die Geburt hinaus, eifriger als bisher zu sammeln und zu untersuchen.

(Autoreferat.)

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Theising.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 51.

18. Dezember 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Fischkrankheiten. Von *Prof. Dr. Marianne Plehn*,
München. S. 1049.

Biologische Probleme. Von *Prof. Dr. Max Kassowitz* (†), *Wien*. S. 1053.

Die Hornbostel-Sachs'sche Klassifikation der Musik-
instrumente. Von *Dr. Curt Sachs*, *Berlin*. S. 1056.

Besprechungen. S. 1059.

Astronomische Mitteilungen. S. 1062.

Geographische Mitteilungen. S. 1063.

Technische Mitteilungen. S. 1063.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Technische Messungen **bei Maschinenuntersuchungen und im Betriebe**

Zum Gebrauch in Maschinen-
laboratorien und in der Praxis

von

Professor Dr.-Ing. A. Gramberg

Danzig-Langfuhr

Dritte, vielfach erweiterte und umgearbeitete Auflage.

Mit 295 Textfiguren — In Leinwand gebunden Preis Mark 10,—

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagshandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitseite angenommen.

Bei jährlich 4 13 26 52 maliger Wiederholung
0 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

VERLAG VON FRIEDR. VIEWEG & SOHN IN BRAUNSCHWEIG

Soeben gelangen zur Ausgabe:

Leben und Wesen der Bienen

Von

Prof. Dr. H. von Buttel-Reepen.

VI, 300 Seiten gr. 8°. Mit 60 Textabbildungen und einer Tafel.

Preis M. 7.—, gebunden in Leinen M. 8.—

Eine allgemein verständliche Biologie, die uns das Leben und Wesen der Bienen wie auch das stammesgeschlechtliche Werden und Entstehen der interessanten Staatenbildung auf wissenschaftlicher Grundlage schildert und die Stellung der Honigbiene nach der psychischen und biologischen Richtung in der mehr oder minder verwandten Gemeinschaft anderer im Volksverband lebender Insekten darstellt.

Aus diesem Werke des als Autorität auf seinem Gebiete seit Jahren bekannten Verfassers, das als ein grundlegendes bezeichnet werden darf, wird jeder Naturfreund eine Fülle von Anregung schöpfen.

Der ewige Kreislauf des Weltalls

Nach Vorlesungen über Physikalische Weltanschauungen an der
Kgl. Technischen Hochschule Berlin.

Von

Prof. Dr. Ludwig Zehnder.

VIII, 408 Seiten gr. 8°. Mit 214 Textabbildungen und einer Tafel.

Preis gebunden M. 10.50

In Einklang mit dem jetzt die Physik beherrschenden Atomismus hat der Verfasser seine Weltanschauung auf physikalischen Grundlagen aufgebaut und tritt für die Endlichkeit der Materie und die Existenz des Weltäthers ein.

Ausführliche Prospekte über beide Neuerscheinungen, wie auch unser Verlagsverzeichnis stehen gern kostenfrei zu Diensten.

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

18. Dezember 1914.

Heft 51.

Fischkrankheiten.

Von Prof. Dr. Marianne Plehn, München.

In den meisten Zweigen der biologischen Wissenschaften werden mit gleichem Eifer die niederen wie die höheren Organismen studiert; ja, die niederen bieten sogar oft ein dankbareres Arbeitsfeld, weil ihr einfacherer Bau leichter gestattet, manche Probleme zu lösen. Von solchen Lösungen aus können dann die komplizierteren Vorgänge bei höheren Tieren und Pflanzen in Angriff genommen werden. Morphologie und Physiologie beschäftigen sich schon lange systematisch und gründlich mit allen Klassen der Wirbellosen und betrachten die kaltblütigen Wirbeltiere als hervorragend geeignete Studienobjekte, nicht nur vom Standpunkt der reinen Theorie aus, sondern weil hier Schlüssel zu suchen sind für die Lebensäußerungen der höheren Tiere und des Menschen.

Die Pathologie gräbt einstweilen noch nicht so tief. Die wenigen Ausblicke zu den Krankheiten der niederen Tiere wurden nur gelegentlich gewonnen, wo ein starkes praktisches Bedürfnis drängte, kaum je um ihrer selbst, um der weiteren Zusammenhänge willen. Wir wissen von Seuchen nützlicher und schädlicher Schmetterlinge (der Seidenraupe, der wälderverwüstenden Nonne — *Lymantria monacha* —), der Bienen, der Fliegen; einige Krankheiten des Flußkrebses sind studiert, denn das schnelle Aussterben des schmackhaften Krustentieres ist besorgniserregend; auch von den Krankheiten des Frosches ist manches bekannt; er ist ja ein Lieblingsobjekt der Physiologen, die hart betroffen werden, wenn in ihrem Wintervorrat ein Massensterben ausbricht. — Um die natürlichen Leiden anderer Tiere, die keinen Nutzen für uns haben, kümmern wir uns aber kaum; und doch zeigt das Wenige, was wir davon wissen, wie lohnend ein systematisches Studium der Pathologie der niederen Tiere wäre!

Nur bei einer Klasse der kaltblütigen Wirbeltiere, bei den Fischen, ist wenigstens ein bescheidener Anfang zu einer Krankheitslehre entstanden. Sie sind ja für den Menschen wichtig genug; mehr und mehr werden sie zum Volksnahrungsmittel, immer intensiver wird nicht nur der Fang im Meere, sondern auch die Zucht im süßen Wasser getrieben, und mit der Massenhaltung unter mehr oder weniger unnatürlichen Lebensbedingungen wächst die Gefahr der Erkrankung. Die Notwendigkeit, hier zu helfen und vorzubeugen, hat zu den bisherigen Studien geführt. Aber ihre Resultate liegen nicht nur im Bereich der Praxis; vielfach treten Beziehungen zur allgemeinen Pathologie ans Licht, und die werden

immer deutlicher werden, je besser wir den Gegenstand durcharbeiten. —

Auch die wildlebenden Fische des Ozeans haben ihre Krankheiten; sie kommen uns nicht häufig zu Gesicht, weil in der Natur alles Kranke rasch hungrigen Mäulern zum Opfer fällt, ehe wir dessen gewahr werden.

Etwas mehr weiß man von den wilden süßen Wassern des Binnenlandes. Größere Sterben unter den Flußlachsen wurden vor Jahrzehnten in Großbritannien studiert und dabei die *Lachspest* und ihr Erreger, ein Bakterium, entdeckt. In der Mosel und benachbarten Stromgebieten herrscht die *Beulenkrankheit der Barbe*, der ein sehr großer Teil der nutzbaren Fische alljährlich erliegt. Sie wird durch ein Sporozoon, *Myxobolus Pfeifferi*, verursacht, das in allen Organen vorkommt und in der Muskulatur zur Bildung großer Beulen führt, die unzählige Tausende des Parasiten enthalten.

Im Müggelsee grassiert unter den Brachsen und Verwandten die *Ligulosis*. Ein Bandwurm, *Ligula*, der die Leibeshöhle bewohnt, verursacht den Tod von Tausenden.

In mecklenburgischen Seen sind die *Schleien* mit solchen Mengen von parasitischen Krebsen (*Ergasilus*) infiziert, daß sie massenhaft absterben.

Die verbreitetste und gefährlichste Seuche in unseren Flüssen ist die *Furunkulose der Salmoniden*, auf die wir unten noch näher eingehen.

Dies sind nur ein paar herausgegriffene Beispiele, die beweisen sollen, daß der Naturzustand auch bei den Fischen keine Garantie für eine gute Gesundheit ist. Bei weitem die meisten ihrer Krankheiten sind auf niedere tierische und pflanzliche Parasiten, einschließlich Bakterien, zurückzuführen, aber es kommen auch bei ihnen nichtparasitäre Krankheiten vor, wie Stoffwechselstörungen oder Geschwülste.

Man hat noch nicht viel Zeit und Mühe auf die Krankheiten der Wildfische verwendet, und zwar wieder aus einem praktischen Grunde: weil man ihnen doch kaum entgegenwirken könnte. Im Meere ist das schon ganz ausgeschlossen, aber auch in größeren Flüssen und Seen können wir die Fische nicht behandeln und ihre Lebensbedingungen nicht beeinflussen.

Dieser Standpunkt darf natürlich keine dauernde Geltung haben; die Sicherheit, Theoretisch-wichtiges in der Pathologie der Meeresfische zu finden, sollte Grund genug sein, sie zu pflegen. Einstweilen aber hat man sich an die dringlichere Aufgabe gehalten, den Fischen in den Teichen der Zuchtanstalten zu helfen. Sie können leicht

beobachtet werden; man sieht, ob sie fressen und wachsen; tritt ein Sterben ein, so wird das bald entdeckt, und kleinere Leiden zeigen sich dem Züchter bei den regelmäßigen Abfischungen, bei denen, wenn nötig, jeder einzelne Fisch durch die Hand geht. — Unter solchen Umständen ist ein Einfluß wohl möglich, es lohnt sich also, herauszufinden, wo der Fehler liegt, ob das Wasser schuld ist oder die Nahrung, ob die ganze Rasse nichts taugt, oder ob eine Krankheit ausgebrochen ist, der man entgegenwirken könnte. Selbst die Feststellung, daß der Fall hoffnungslos ist, daß der ganze Besatz eines Teiches dem Untergang entgegengeht, kann wertvoll für den Züchter sein. Er kann dann mit den Fischen räumen und neuen Besatz herbeischaffen, anstatt untätig zuzuschauen, wie ein Fisch nach dem anderen verendet.

Hier wie bei unseren eigenen Krankheiten ist es leichter und lohnender vorzubeugen als zu heilen; Erkenntnis der Ursache gehört freilich dazu; ist sie vorhanden, so kann man auch jetzt bereits, wo wir noch am Anfang der Pathologie der Fische stehen, Erhebliches nützen. Medizin kann man den Patienten allerdings nicht eingeben — in der Praxis wenigstens nicht —; die Behandlung der einzelnen Kranken kann immer nur einfacher Art sein, etwa Bäderbehandlung zur Vertilgung äußerer Parasiten, Diät bei Verdauungsstörungen. Bei den meisten inneren Krankheiten kann man nur trachten, durch gute Pflege die Widerstandskraft zu erhöhen. — Aber die Schädigungen von vornherein fernhalten, das kann man oft, und das ist die Hauptsache.

In unseren Zuchtanstalten werden ganz überwiegend zwei Fischfamilien gehalten: *Cypriniden* (Karpfen und Schleien) und *Salmoniden* (Forellen, Saiblinge). Über die Krankheiten dieser beiden Familien sind wir daher am genauesten unterrichtet. Es gibt einige wenige, die ihnen beiden gemein sind; das sind besonders solche, die durch äußere Parasiten hervorgerufen werden, durch Infusorien und Flagellaten, die Haut und Kiemen bedecken, Fischegel (*Piscicola*), Karpfenläuse (*Argulus*, ein niederer Krebs). — Abgesehen davon sind aber den Cypriniden und den Salmoniden verschiedene Krankheiten eigentümlich, was mit ihrer Nahrung und ihrer Lebensweise zusammenhängt, wenn auch nicht damit allein. Die Salmoniden sind Räuber, die sich in der Freiheit von Tieren nähren; pflanzliche Nahrung nehmen sie nur auf, soweit sie nicht vermeiden können sie mitzuschlucken. In der Gefangenschaft lassen sie sich allerdings an reichliche vegetarische Zerkost gewöhnen. — Die Cypriniden sind Allesfresser; in der Jugend nehmen sie überwiegend tierisches Plankton, später mehr Pflanzennahrung. — Auch der Aufenthalt in seichtem, wärmerem Wasser bei den Cypriniden, in kaltem, klarem, hartem Wasser bei den Salmoniden bringt verschiedene Arten von Schädigungen mit sich. — So wird es bei anderen Fischfamilien auch

sein: eine jede wird ihre Krankheiten haben, die ihr ganz überwiegend oder ausschließlich zukommen.

Wie bei höheren Tieren, so finden wir auch bei Fischen, daß die Jugend anderen Leiden unterworfen ist als das reife Alter; auch da kennen wir *Kinderkrankheiten*. Zum Teil ist es ererbte Schwäche, die auf die Eltern zurückzuführen ist; so sind die Nachkommen gemästeter Forellen sehr hinfällig, blutarm oder mit Mißbildungen behaftet; sogenannte Mopsköpfe kommen bei solch schwacher Brut häufig vor, oder eine abnorme Ausbildung des Zungenbeinapparates; auch Verkümmern des vorderen Teiles des Kopfes, die zu einer Verschmelzung der beiden Augen führt — Cyclopenbildung — ist nicht selten. Das sind alles Todeskandidaten, die das Dottersackstadium nicht überleben.

Den zarten, jungen Fischen sind Parasiten, die den älteren wenig anhaben, in hohem Grade gefährlich; so sehen wir oft großes Sterben in den Forellenbrutapparaten eintreten, wenn ein Flagellat, *Costia necatrix*, sich auf Haut und Kiemen ansiedelt und massenhaft entwickelt. Hier kann durch Kochsalzbäder geholfen werden.

Die jungen Karpfchen des entsprechenden Alters haben einen anderen, ebenso gefährlichen Feind, den Saugwurm *Gyrodactylus*, der durch Bäder bekämpft wird. Er ist aber schwerer zu vertreiben, und das wirksamste Mittel (Ammoniak) ist für den Fisch nicht ungefährlich.

Da es zu schwierig ist, Kleintiere in genügender Menge zu beschaffen, werden die jungen Forellen in ihren Brutapparaten mit Futter ernährt, das sie in der Natur nicht erhalten; mit Milz oder Blut von Warmblütern, mit Eigelb, Fischmehl, Quark (Topfen). Wenn diese Nahrungsmittel nicht frisch und gut sind und nicht sehr sauber zubereitet werden, so entstehen leicht *Magen- und Darmkrankheiten* bei der Brut, die Tausende wegraffen; auch wenn akute Schädigungen ausbleiben, so kann es doch vorkommen, daß die Fischchen schwächlich bleiben, blutarm werden und dann leicht auf den geringsten Anlaß hin zugrunde gehen. — Nur große Sorgfalt und viel Erfahrung bewahrt hier vor Mißerfolgen.

Die Karpfchen kann man künstlich nicht aufziehen; sie verlangen unbedingt Naturnahrung; anfangs Infusorien, Rädertierchen u. dergl., später niedere Krebse, Mückenlarven, Würmchen, die sie vom Grunde aufnehmen oder im Teich erjagen. Verdauungsstörungen spielen daher bei ihnen keine Rolle. Aber einer anderen Gefahr sind sie um so mehr ausgesetzt: der Aufnahme von *Parasiten*. Eine der häufigsten Krankheiten der jungen Karpfen ist die *Darmcoccidiose*. Die gefährliche Coccidienart (*Eimeria subepithelialis*) ist bei den meisten alten Karpfen zu finden, doch nimmt sie bei ihnen selten so überhand, daß sie eine merkliche Schädigung bedeutet; mit dem Kot der Laichkarpfen gelangen die Parasiten ins Wasser und werden von der Brut aufgenommen;

in ihrem Darm vermehren sie sich enorm und führen zu Massensterben.

Die Nahrung, obwohl selbstverständlich für die Verdauungsorgane am günstigsten, ist auch sonst häufig Parasitenvehikel. Die *Eingeweidewürmer*, die vielfach auf Zwischenwirte angewiesen sind, gelangen mit diesen Wirten oder mit deren Exkrementen in den Darm des Fisches.

Eine der schlimmsten Kinderkrankheiten, die bei Salmoniden vorkommen, die *Drehkrankheit*, tritt nur bei natürlichem Futter auf, weil nur dies den Erreger der Krankheit, ein Sporozoon, enthält. Wir wollen bei dieser sehr interessanten und auch praktisch wichtigen Krankheit etwas eingehender verweilen. — Sie zeigt sich im Juni und Juli, seltener auch noch im

lang. Sehr oft stirbt der Fisch an Entkräftung. Bei schweren Epidemien kann es geschehen, daß von Tausenden im Laufe eines Sommers nicht einer übrig bleibt. In anderen Jahren tritt die Seuche weniger stürmisch auf, und ein großer Prozentsatz erholt sich wieder. Aber auch die Überlebenden tragen oft einen dauernden Schaden davon. Ganz allmählich entwickeln sich bei ihnen Mißbildungen, wie wir sie in Fig. 1 darstellen. Der Unterkiefer bleibt im Wachstum zurück — oft einseitig, so daß er schief wird —, das Maul kann nicht geschlossen werden; die Region des Gehörorgans sinkt zu einer Grube ein; die Wirbelsäule krümmt sich an einer oder an mehreren Stellen seitlich oder auch aufwärts resp. abwärts. Dazu kommt schon in frühen Stadien eine auffallende Dunkelfärbung des Schwanzendes.

Alle diese Erscheinungen sind Folgen einer Infektion des Skelettsystems mit einem Myxoboliden, *Lentospora cerebrales*. In Fig. 2 sind die Sporen dieses Parasiten abgebildet, die man bei längerer Krankheitsdauer überall in den knorpeligen Partien des Skelettsystems findet.

Zuerst erscheint der Parasit in der Schädelbasis und greift die Gehörregion an. Der Knorpel wird erweicht und zerstört, dadurch verlieren die Bogengänge, das Organ des Gleichgewichts, der Orientierung im Raum, ihren Schutz. Ein jeder Reiz, der hier angreift, z. B. eine Kontraktion der Kiefern Muskeln, wirkt direkt auf die Bogengänge und löst dadurch die ungeordneten Drehbewegungen aus, die die Krankheit charakterisieren.

Von der Schädelbasis aus verbreiten sich die Parasiten mit dem Lymphstrom weiter, zunächst auf den übrigen Schädel und auf die vorderen Wirbel, dann über die ganze Wirbelsäule und bis in die knorpelige Basis der Flossen. Sie sind streng auf den Knorpel beschränkt, kein anderes Gewebe bietet ihnen einen brauchbaren Nährboden. Sobald im Knorpel Verknöcherung eingetreten ist, wird er uneinnehmbar für den Parasiten. Daher kommt es, daß nur junge Fischchen erkranken, nur solche, deren Skelett noch größtenteils knorpelig ist.

Während viele andere Myxoboliden — die als Fischparasiten in allen Organen vorkommen können — keine Gesundheitsstörungen verursachen und auch die Gewebe zu keiner nennenswerten Reaktion reizen, übt die *Lentospora* einen sehr starken Reiz aus, der sich in lebhafter bindegewebiger Wucherung in ihrer Umgebung äußert. Es entstehen große Tumoren; sie schließen den Parasiten von dem gesunden Gewebe ab und mögen insofern als nützliche Reaktion betrachtet werden. Andererseits werden sie nicht selten zu so umfangreichen kompakten Gebilden, daß sie ihrerseits durch Druck auf benachbarte Organe Schaden anrichten können. Hierauf ist die Dunkelfärbung des Schwanzendes zurückzuführen. Die Infektion eines Wirbels läßt ein derbes Granulom entstehen, das nach oben das Rückenmark zusammenpreßt und nach unten den Sympathicus. Auf letzterem

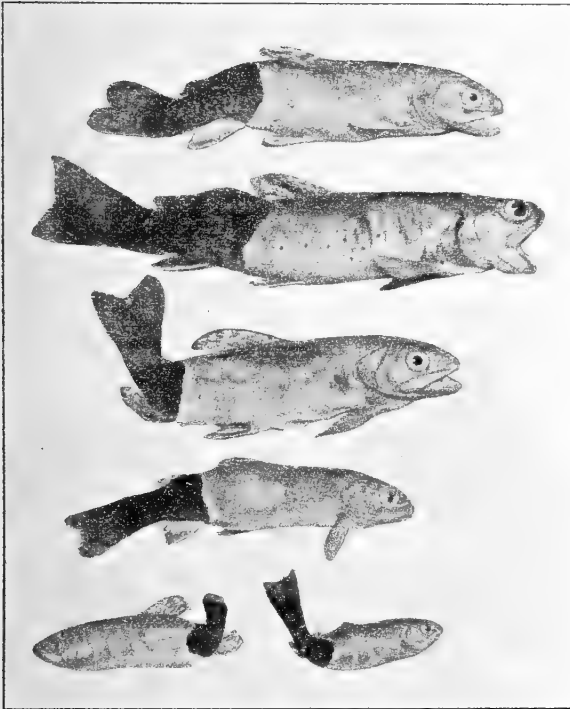


Fig. 1. Drehkranke Saiblinge und Regenbogenforellen.

August an den Fischchen, die im Winter erbrütet wurden, und zwar besonders bei Bachsaiblingen (*Salmo fontinalis*) und Regenbogenforellen (*Trutta iridea*); die einheimische Bachforelle (*Trutta fario*) wird viel seltener befallen. Die Fischchen — sie haben um diese Zeit etwa 4 cm Länge — bekommen krampfartige Anfälle von Bewegungsstörungen. Sie schießen wild im Kreise herum, den weiß leuchtenden Bauch nach oben; ihr Raumgefühl ist ganz aufgehoben; bis zur Erschöpfung dauert dieser rasende Tanz; dann sinken sie zu Boden und liegen einige Zeit schweratmend still. Allmählich beruhigen sie sich, nehmen wieder normale Haltung an und schwimmen davon. Kaum aber öffnen sie das Maul, um Nahrung aufzunehmen, so beginnt der qualvolle Wirbel von neuem. So geht es Tage oder Wochen

beruht die Fähigkeit des Farbwechsels; wird er außer Funktion gesetzt, wie hier durch Kompression, so verharren distalwärts von der gefährdeten Stelle die Farbzellen im Stadium der Expansion: der Schwanz bleibt schwarz. — Es gibt wenige Fischkrankheiten, bei denen sich die äußeren Symptome so befriedigend durch den Sektionsbefund und die mikroskopische Untersuchung erklären lassen.

Die Vorbeugungsmaßregeln gegen die Krankheit ergeben sich aus ihrer Ätiologie von selbst: es muß vermieden werden, daß die jungen Fisch-

Krankheit kennzeichnen. Sie sind sehr verschieden von den heftigen, krampfartigen Anfällen der Drehkrankheit; es ist mehr ein unsicheres, taumelndes Schwanken um die Längsachse.

Die Krankheit kann jedes Alter betreffen; wo sie auftritt, pflegt langsam ein Fisch nach dem anderen zugrunde zu gehen; sie ist aber seltener, ihre praktische Bedeutung also geringer.

Hier ist der Erreger nicht ein tierischer, sondern ein pflanzlicher Parasit, ein niederer Pilz, *Ichthyophonus*, der Fischmörder. Er kann



Fig. 2. Sporen von *Lentospora cerebri*
(Längsdurchmesser 7—9 μ).

chen in ihren ersten Lebensmonaten den Parasiten aufnehmen. Vom Monat August an ist die Verknöcherung des Skelettes schon so weit vorgeschritten, daß keine Gefahr mehr besteht.

Die Maßregel ist freilich leichter anzuordnen als durchzuführen. Gewisse Gegenden sind so verseucht, der Teichboden steckt so voller Parasitensporen, daß selbst bei rein künstlicher Fütterung im Teich nur zu leicht Infektion eintritt. Da geht man am sichersten, wenn man die Brut bis über das kritische Alter hinaus in Holz- oder Zementtrögen hält, die leicht vollständig desinfiziert werden können.

Der Drehkrankheit nur dem Namen nach ähnlich ist eine andere Salmonidenseuche, die *Taumelkrankheit*. Wie jene ist sie bei Karpfen noch nie beobachtet. Auch diese Krankheit hat ihren Namen von auffallenden Bewegungsstörungen, die aber nicht bei allen Patienten vorkommen, sondern nur eine gewisse Form der

in allen Organen verbreitet sein; Herz und Leber, Niere, Magen und Darm, die gesamte Körpermuskulatur, Gehirn und Auge werden häufig betroffen. Ist das Gehirn Hauptsitz der Krankheit, so äußert sich das in den erwähnten Bewegungsstörungen; das ist aber durchaus nicht immer der Fall. Wo der Parasit sich einschleicht, reagiert das Gewebe des Wirtes meist lebhaft, indem es ihn durch eine bindegewebige Kapsel einzuschließen sucht. Oft wird er auf diese Art unschädlich gemacht, gewöhnlich aber sprengt er das Gefängnis und wuchert weiter in die Umgebung hinein. Dann bilden sich Leukocytenanhäufungen, Granulationen und Nekrosen, so daß die Organe in weiten Bezirken zerstört werden.

Den Anfang der Infektion erkennt man bei der Sektion bereits an kleinen Pünktchen und Knötchen von weißlicher Farbe, die z. T. nur eben sichtbar sind, aber schließlich 1—2 mm

Durchmesser erreichen können. Ein stark infiziertes Organ sieht aus, als wäre es mit feinem Gries durchmischt. Es ist dann natürlich wenig leistungsfähig, und je nachdem, ob ein oder das andere Organ vorwiegend erkrankt ist, sind die Symptome, unter denen der Fisch zugrunde geht, verschieden. Er stirbt sehr langsam; man muß immer wieder staunen, welche schweren Veränderungen ein Fisch ertragen kann, ehe das Leben erlischt.

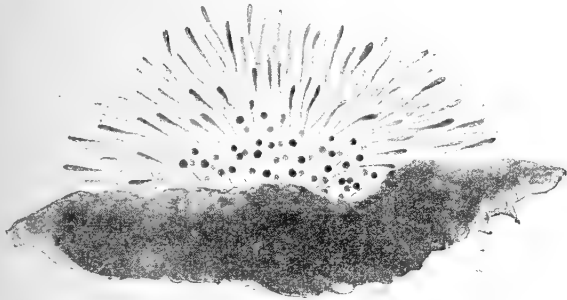


Fig. 3. Parasit der Tumelkrankheit auf künstlichem Nährboden gezüchtet, vergr. ca. 20.

Der Parasit der Tumelkrankheit gehört zu den Phycomyceten; er kann eine Zeitlang auf künstlichem Nährboden gezüchtet werden; Fig. 3 zeigt ihn bei schwacher Vergrößerung, wie er aus einem Gewebstückchen in die darüber gegossene Gelatine aussproßt. — Die Dauersporen, kugelige Gebilde, die sich am Ende der Pilzschläuche konzentrieren, werden vom Fisch mit der Nahrung aufgenommen.

(Schluß folgt.)

Biologische Probleme¹⁾.

Von Prof. Dr. Max Kassowitz (†), Wien.

Reizbarkeit und Sauerstoffbedürfnis.

Eines der schwierigsten Probleme der gesamten Biologie ist die Frage nach dem eigentlichen Wesen der Reizprozesse und nach den Ursachen ihres engen Anschlusses an die unmittelbare Gegenwart des molekularen Sauerstoffes. Darüber sind ältere und neuere Forscher einer Meinung. So sagte *Liebig*, die Reizung des Muskels durch den Nerven sei das Allerdunkelste in der ganzen Physiologie und werde vielleicht niemals erklärt werden; für *Hoppe-Seyler* war es völlig rätselhaft, wie die Reizung der Organe bei den Umsatzprozessen zur Geltung gelangt; und auch *Hermann* zählt den Übergang der Erregung vom Nerven zum Muskel zu den ungelösten Fragen der Physiologie und erklärt es für ebenso unverständlich, auf welche Weise die sekretorischen Nerven auf die Absonderungsprozesse einwirken.

Nicht weniger pessimistisch lauten die Aus-

sprüche hervorragender Tier- und Pflanzenphysiologen über die Rolle des Sauerstoffes bei den vitalen Prozessen. So lesen wir bei *Claude Bernard*: „Ce qui est vrai, c'est que le rôle exact de l'oxygène nous est encore inconnu: à peine peut-on le soupçonner.“ In der Pflanzenphysiologie von *Sachs* heißt es, daß das wahre Wesen der Atmung noch immer unerklärt sei; und *Abderhalden* hat in seiner physiologischen Chemie zugegeben, „daß wir auch heute noch nicht imstande sind, eine eindeutige Erklärung des Wesens der tierischen Oxydationsprozesse zu geben“.

Wir wollen nun zunächst die wichtigsten der hierher gehörigen Tatsachen rekapitulieren.

1. Alle lebenden (protoplasmatischen) Teile des Organismus sind reizbar, d. h. sie können durch relativ geringfügige Energien mechanischer, chemischer, thermischer oder elektrischer Natur (manche sogar durch Schwingungen des Lichtäthers) zur Ausübung ihrer spezifischen Funktion veranlaßt werden, die dann unter allen Umständen mit einer Lieferung von Verbrennungsprodukten (Kohlensäure und Wasser) und mit entsprechender Wärmebildung verbunden ist.

2. In den allermeisten Fällen wird dabei Sauerstoff aus der Umgebung aufgenommen und in der Regel bleibt die Reizung in Abwesenheit des molekularen Sauerstoffes ohne Wirkung (Asphyxie des Zentralnervensystems, Aufhören der Reizbewegungen der Mimosa, der Amöben usw. in sauerstofffreien Medien).

3. In den seltenen Ausnahmen, wo Reizbewegungen auch in sauerstofffreien Medien ausgelöst werden können (Zuckungen des Froschmuskels und Bewegungen der Spulwürmer in reinem Wasserstoff), sind immer sauerstoffreiche Reservestoffe (Glykogen) vorhanden und werden durch die Reizprozesse in entsprechendem Maße aufgebraucht.

4. Die Wirkung der Reize bleibt niemals auf ihren Angriffspunkt beschränkt, sondern pflanzt sich von diesem auf das ganze gereizte Organ (z. B. auf einen ganzen Muskel) und durch Vermittelung von protoplasmatischen Leitungsbahnen auch auf weit entfernte Teile des ganzen Organismus fort, so daß die auf diese Weise produzierte Energie den Energiegehalt des Reizes viele millionenmal übertreffen kann.

Wenn wir nun die bisher versuchten Erklärungen ins Auge fassen, so begegnen wir der auffallenden Erscheinung, daß diese sich fast immer nur der einen oder der anderen Tatsachenreihe zuwenden, z. B. entweder dem Reizvorgange selbst oder den vitalen Oxydationen an sich, daß sie es aber unterlassen, der kausalen Verkettung der beiden Reihen untereinander nachzugehen.

Liebig z. B. glaubte noch, daß der „aggressive Sauerstoff“ sich der Nahrung und in Ermangelung derselben der Reservestoffe und selbst der lebenden Teile des Organismus bemächtigt und

¹⁾ Siehe Erster Jahrgang, Heft 1, 6, 13, 18 und 33.

sie verbrenne. Jetzt wissen wir, daß die Nahrungstoffe, solange lebende Gärungs- und Fäulnisorganismen von ihnen ferngehalten werden, durch den atmosphärischen Sauerstoff nicht angegriffen werden, wir wissen aber auch, daß die vitalen Oxydationen nur durch die Anwendung von Reizen und nicht durch vermehrte Sauerstoffzufuhr verstärkt werden und daß eine vermehrte Zufuhr von „brennbaren“ Nahrungstoffen (Zucker oder Fett) die Verbrennungsprozesse im lebenden Organismus nicht verstärkt, sondern nur eine Speicherung von brennbaren Reservestoffen (Glykogen oder Fett) mitten in den lebenden und oxydierenden Protoplasmen zur Folge hat.

Als man sich nun überzeugt hatte, daß der molekulare Sauerstoff die Nahrungstoffe nicht angreifen könne, glaubte man, es müsse dieser auf irgendeine Weise aktiviert werden, und manche dachten an die Bildung von Ozon, machten aber nicht einmal den Versuch zu erklären, auf welche Weise die verschiedenartigen Reize die Umwandlung des Sauerstoffes in Ozon bewerkstelligen sollen, wie die Reizfortpflanzung durch Ozon vermittelt werden könnte, und wie die giftige Wirkung, die dieser Stoff selbst in kleinen Mengen entwickelt, unschädlich gemacht werden soll. Man hat also auch diese Idee wieder aufgegeben.

Seit der Entdeckung der Oxydasen — das sind fermentartig wirkende Substanzen, die in verschiedenen Geweben enthalten sind und die Fähigkeit besitzen, an gewissen Farbstoffen Farbveränderungen hervorzurufen, die man auf eine Oxydation zurückführen muß — sind viele Forscher geneigt, die von ihnen vorausgesetzte direkte Verbrennung von Nahrungs- oder Reservestoffen auf die Wirkung oxydierender Fermente zurückzuführen, obwohl es noch niemals gelungen ist, Zucker oder Fett oder Eiweiß durch Fermentwirkung in höher oxydierte Auswurfstoffe zu verwandeln. Gerade hier tritt aber der Übelstand in ganz besonderem Maße zutage, daß bei den theoretischen Erörterungen über die Möglichkeit des Eingreifens von Katalysatoren bei den vitalen Stoffzersetzen die dominierende Stellung der Reize nicht nur zu wenig beachtet, sondern geradezu mit Stillschweigen übergangen wird. Wenigstens habe ich in mehreren neuen Werken über physiologische Chemie in den Abschnitten, die sich mit den Oxydasen beschäftigen, vergebens nach den Ausdrücken „Reize“ oder „Reizprozesse“ gesucht, obwohl es den Verfassern genau bekannt sein muß, daß die vitalen Oxydationen hauptsächlich als Reizwirkungen zustande kommen, und in ihrem Ausmaße ganz und gar von der Zahl und Stärke der Reize abhängen. Aber sie haben offenbar auch gewußt, daß es ganz unmöglich ist, zu verstehen, wie die Oxydasen in gleicher Weise durch mechanische, chemische, elektrische und andere als Reize wirkende Energien veranlaßt werden können, ihre oxydierende Wirkung an den Nahrungs- und Reservestoffen zu entfalten, wie die

auf katalytischem Wege herbeigeführten Oxydationen dieser Stoffe im Muskel eine Gestaltveränderung, in der Drüse die Lieferung eines spezifischen Sekretes, in den elektrischen Organen eine elektrische Spannungsdifferenz und in den Leuchtorganen eine aktinische Wirkung hervorbringen sollen; wie sich trotz der bekannten Langsamkeit der Fermentwirkungen der Reizprozeß und die ihr angeblich zugrunde liegende fermentative Oxydation in den Nervenbahnen und im Muskel mit einer Geschwindigkeit von so und so vielen Metern in der Sekunde fortpflanzen soll; und wie die Fermentwirkung, die sonst bekanntlich so lange weiter geht, als noch ein Minimum des Substrates vorhanden ist, hier nach Aufhören des Reizes momentan aufhört, so daß z. B. in den Flügelmuskeln der Fliege die beiden direkt gegensätzlichen Vorgänge der Kontraktion und Elongation in einer Sekunde 350mal miteinander abwechseln können.

Die größte Schwierigkeit aber, die sich der hypothetischen Ausdehnung der tatsächlich beobachteten präparatorischen Fermentenspaltungen auf den ganzen „intermediären Stoffwechsel“ und auf die durch die Reizprozesse herbeigeführten Oxydationen entgegenstellt, liegt in dem Umstande, daß die Stoffe, die auf diese Weise zersetzt oder verbrannt werden sollen, auch sicherlich zum Aufbau und Wiederaufbau protoplasmatischer und metaplasmatischer Körperteile verwendet werden müssen. Wie soll man sich z. B. vorstellen, daß die oxydierenden Fermente, welche die Verbrennung des Nahrungs- oder Blutzuckers in den Muskeln vermitteln sollen, plötzlich ihre Tätigkeit einstellen und ruhig zulassen, daß diese Zuckerstoffe nunmehr zur Bildung von Muskelglykogen verwendet werden? Wie sollen dieselben Fettsäuren, die ebenfalls durch unbekannte Fermente der Verbrennung durch Sauerstoff ausgeliefert werden sollen, sich im gegebenen Momente dieser Wirkung entziehen und sich mit Glyzerin zu Neutralfetten verbinden? Und wie soll man sich vorstellen, daß dieselben Abbauprodukte der Eiweißkörper, die nach einer jetzt sehr verbreiteten Annahme im intermediären Stoffwechsel durch ganz unbekannte Katalasen bis zu den Auswurfstoffen abgebaut werden sollen, im Bedarfsfalle trotz der Gegenwart der zersetzenden Fermente unzersetzt bleiben und zum Wachstum oder zur Regeneration derselben Protoplasmen verwendet werden sollen, von denen man die Produktion der zersetzenden Fermente erwartet¹⁾?

¹⁾ Dieselbe Schwierigkeit besteht auch — nebenbei bemerkt — für die, trotz aller dagegen erhobenen Bedenken, fast allgemein akzeptierte Zymasethorie der alkoholischen Zuckergärung. Da nämlich für die Bildung der Cellulosehäute der bei der Gärung in ungeheurer Anzahl hervorsprossenden jungen Zellen kein andres Material vorhanden ist als der Zucker der Gärungsflüssigkeit, welcher durch die in den Zellen enthaltene und aus ihnen herausgequetschte Zymase in Alkohol und Kohlensäure gespalten werden soll, so kann man unmöglich verstehen, wie derselbe

Aus alledem geht also hervor, daß durch die Heranziehung der Oxydasen für die mit den Reizprozessen auf das engste verbundenen Oxydationen die Schwierigkeiten für die Erkenntnis des kausalen Zusammenhanges nicht nur nicht beseitigt, sondern nur noch neue, ganz unüberwindliche Schwierigkeiten geschaffen werden.

Diese bestehen aber nur insolange, als man eine direkte (katabolische) Zersetzung der Nahrungs- und Reservestoffe bei den Lebensvorgängen und speziell bei den Reizprozessen annimmt, und sie verschwinden, wie so viele andere, auf die in den früheren Artikeln hingewiesen wurde, wenn man diese Substanzen immer nur zur Synthese weit komplizierterer vielatomiger Verbindungen, der Protoplasmamoleküle, verwenden läßt. Während wir also z. B. ganz genau wissen, daß weder Eiweiß noch Zucker oder Fett durch einen Stoß oder Stich, durch Schall- oder Lichtschwingungen, durch ein schwaches chemisches Agens, einen schwachen elektrischen Strom oder durch eine Erhöhung der Temperatur um einige Wärmegrade zersetzt werden können, wissen wir ebenso genau, daß es zersetzliche chemische Verbindungen gibt, die durch alle diese Energien, selbst von geringer Stärke, gespalten werden können; und da wir auch wissen, daß eine chemische Verbindung im großen und ganzen um so zersetzlicher ist, je mehr Atome und Atomgruppen sie in sich vereinigt, und es auf der anderen Seite zweifellos ist, daß man bei allen Energiearten, die als physiologische Reize dienen können, durch eine Steigerung ihrer Intensität zunächst eine Lähmung und weiterhin eine Ertötung eines jeden protoplasmatischen Gebildes, d. h. also eine Sprengung seiner labilen Moleküle herbeiführen kann, so begreifen wir ohne weiteres, daß das, was bei Eiweiß, Zucker und Fett und selbstverständlich auch bei den anorganischen Nahrungstoffen unmöglich ist, nicht nur möglich, sondern sogar selbstverständlich wird, wenn dieselben Reizanstöße auf höchst entwickelte Molekularstrukturen einwirken, an deren Bildung sich alle die genannten Nahrungstoffe in den verschiedensten Kombinationen beteiligen. Zu der großen chemischen Labilität dieser komplizierten Strukturen trägt aber nicht allein ihre außerordentliche Ausdehnung und die ungeheure Zahl der sie zusammensetzenden Atome bei, sondern wahrscheinlich auch der Umstand, daß diese Atome nur durch schwache Affinitäten miteinander verbunden sind. Wir müssen nämlich aus vielerlei Gründen annehmen, daß in den Protoplasmamolekülen gerade jenes Element, das die stärkste Verwandtschaft zum Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Schwefel, Phosphor und den anderen Komponenten jener Moleküle

besitzt, nämlich der Sauerstoff, am allerwenigsten, wahrscheinlich aber gar nicht vertreten ist. Dafür spricht schon allein der Umstand, daß bei der Assimilation der Kohlensäure durch die grünen Pflanzen der in ihr enthaltene Sauerstoff in seiner Gänze zum Vorschein kommt, was nicht der Fall wäre, wenn beim Aufbau der neuen Protoplasmamoleküle außer dem Kohlenstoff der Kohlensäure auch ein Teil ihres Sauerstoffes Verwendung finden könnte; ferner die Tatsache, daß der wachsende Organismus die stickstofffreien Komplexe seiner Protoplasmamoleküle ebenso gut mit den HCH-Ketten der Fette, als mit den HCOH-Ketten der Kohlehydrate aufbauen kann; ferner, daß sich der respiratorische Quotient (das Verhältnis $\text{CO}_2 : \text{O}$) im Hunger (wo zahlreiche Protoplasmamoleküle der oxydativen Spaltung anheimfallen, ohne durch neue ersetzt zu werden) nach Voit mit 0,69 und 0,68 derjenigen Ziffer (0,66) in auffallender Weise nähert, die der Oxydation der sauerstofffreien HCH-Ketten entsprechen würde, während eine Verbrennung von „Fleisch“, also des sauerstoffhaltigen Eiweißmoleküls, die Verhältniszahl 0,82 ergibt; und endlich die Fälle von scheinbarer Anaerobiose und von exzeptioneller Reizbarkeit in Abwesenheit von molekularem Sauerstoff, die ihre scheinbare Ausnahmestellung verlieren, wenn man bedenkt, daß der glykogenhaltige Froschmuskel und die besonders glykogenreichen Spulwürmer bei der Verwendung der HCOH-Ketten dieses Kohlehydrates zur Bildung der sauerstofffreien Komplexe ihrer Protoplasmamoleküle einer jeden solchen Kette ein Atom Sauerstoff entziehen und diesen „assimilatorischen Sauerstoff“ bei ihren oxydativen Spaltungen ebenso verwenden können, wie unter anderen Umständen den von außen bezogenen „respiratorischen Sauerstoff“. Wenn es also aus diesen und noch manchen anderen Gründen, die ich in der Allgemeinen Biologie ausführlich besprochen habe, im höchsten Grade wahrscheinlich ist, daß in den vielatomigen Protoplasmamolekülen die starken Affinitäten zum Sauerstoff fehlen und nur die schwachen Bindungen zwischen Kohlenstoff, Stickstoff, Wasserstoff, Schwefel, Phosphor usw. vertreten sind, so wird uns die übergroße Labilität dieser höchst verwickelten Strukturen um so verständlicher, und wir begreifen, daß sie auf den leisesten Anstoß, von wo immer er herkommen mag, zusammenstürzen müssen.

Bei diesem Zusammenbruch müssen aber an allen Bruchstücken, namentlich aber an jenen, die hauptsächlich Kohlenstoff- und Wasserstoffatome enthalten, zahlreiche kräftige Affinitäten zum Sauerstoff frei werden, ähnlich wie bei der Spaltung unserer kohlenstoff- und wasserstoffreichen und sauerstofffreien Brennstoffe, wenn diese durch eine hohe Anzündungstemperatur gesprengt werden. So wie hier die freiwerdenden Affinitäten des Kohlenstoffs und Wasserstoffs die Sauerstoffmoleküle der Umgebung in ihre beiden Atome zer-

Zucker in der unmittelbarsten Nachbarschaft des zersetzenden Fermentes der Zersetzung entgegen und in Cellulose verwandelt werden soll. — Vgl. hierüber und über das ganze in diesem Artikel behandelte Problem die betreffenden Abschnitte im ersten und dritten Bande meiner Allgemeinen Biologie.

reißen und sich mit ihnen in statu nascendi zu Kohlensäure und Wasser verbinden, so muß sich dasselbe an den abgesprengten HCH-Ketten der Protoplasamoleküle vollziehen, und der Unterschied läge nur darin, daß die relativ stabilen Moleküle des Leuchtgases, des Petroleums, des Benzins usw. nur durch sehr hohe Temperaturen gesprengt werden können, während die unvergleichlich zersetzlicheren Moleküle des reizbaren Protoplasmas schon durch die schwachen Energien der physiologischen Reize in kleinere Komplexe zerlegt werden. Dagegen tritt die Analogie zwischen den toten Brennstoffen und dem lebenden und reizbaren Protoplasma sofort wieder in ihr Recht, wenn wir die Ausbreitung des Verbrennungsprozesses von dem Orte der Anzündung und die Fortleitung des Reizzerfalles von dem Angriffspunkte des Reizes auf die nicht direkt betroffenen Partien miteinander vergleichen. So wie an der Anzündungsstelle durch die sturzähnliche Vereinigung des Kohlenstoffes und des Wasserstoffs mit dem Sauerstoff kräftige Wärmeschwingungen entstehen, welche zunächst die Nachbarmoleküle und in weiterer Folge auch alle anderen zerlegen und die Vereinigung ihrer Zerfallsprodukte mit dem Sauerstoff der Umgebung herbeiführen, so erfolgt auch die Reizfortpflanzung durch die Wärmeschwingungen, die zunächst an der Reizstelle und dann an allen zersprengten Protoplasamolekülen durch die Verbrennung ihrer HCH-Ketten hervorgerufen werden. Deshalb ist jede Reizung und jede Reizfortleitung mit Kohlensäureausscheidung und Wärmebildung verbunden; deshalb bleibt in den meisten Fällen die Reizung in Abwesenheit des molekularen Sauerstoffes ohne Wirkung, und kann der respiratorische Sauerstoff nur ausnahmsweise durch den aus sauerstoffreichem Assimilationsmaterial gewonnenen assimilatorischen Sauerstoff ersetzt werden; und deshalb kann durch verschiedene Reize in demselben Organ der gleiche Effekt und durch denselben Reiz in verschiedenen Organen eine andere Wirkung hervorgerufen werden, weil es sich bei allen durch Reize hervorgerufenen Lebensfunktionen immer nur darum handelt, daß labile Protoplasamoleküle gesprengt und dadurch dynamische Wirkungen (Gestaltveränderungen kontraktile Gebilde, Wärme, Elektrizität oder Lichtschwingungen) erzielt und substantielle Zerfallsprodukte (spezifische Sekrete und Auswurfstoffe) geliefert werden. Das alles kann sich auf ganz natürlichem Wege und ohne das Eingreifen von mysteriösen Faktoren vollziehen.

Indessen darf nicht übersehen werden, daß nicht nur die durch Reize hervorgerufenen Lebenserscheinungen, die wir auf einen Zerfall von reizbaren Protoplasmen zurückführen, regelmäßig mit Verbrennungsprozessen verbunden sind, sondern daß auch jedes Protoplasma Wachstum, bei Tieren sowohl als bei Pflanzen, mit Wärmeentwicklung und Kohlensäureausscheidung einhergeht; und um das zu verstehen, müssen wir uns

mit den intimeren Vorgängen beim Wachstum des Protoplasmas beschäftigen, die wieder nur verstanden werden können, wenn wir uns einige Klarheit über die physikalische Struktur des Protoplasmas verschafft haben. Mit diesen interessanten Problemen wird sich der nächste Artikel zu befassen haben¹⁾.

Die Hornbostel-Sachs'sche Klassifikation der Musikinstrumente.

Von Dr. Curt Sachs, Berlin.

Das Musikinstrument nimmt unter den Gegenständen wissenschaftlicher Betrachtung eine Sonderstellung ein. In Nachahmung und Weiterbildung akustisch wirksamer Naturalien entsteht es zu Zwecken sinnlicher, mystischer und nützlicher Art, um in allmählicher Umwertung zu einer Quelle künstlerischen Genusses zu werden. An der Erkundung seines Wesens, seiner Bedeutung und seiner Beziehung sind daher die heterogensten Disziplinen beteiligt. Der Stoff des Klangwerkzeugs setzt zu seiner Feststellung botanische, zoologische, mineralogische und metallologische Kenntnisse voraus, die Herstellung Vertrautheit mit einer Unzahl gewerblicher Techniken; in den Bereich der akustischen Forschung fällt die Tätigkeit, in den der psychologischen die Wirkung des Musikinstruments; Bedeutung, Verbreitung, Geschichte endlich verlangen die Heranziehung der Archäologie, der Mythographie, der Ethnologie, Kulturgeschichte, vergleichenden Sprachwissenschaft, Musikwissenschaft und verwandter Fächer. Aus dieser Aufstellung geht einmal der Umfang der Instrumentenkunde, dann aber auch ihre Bedeutung hervor. Jedes der aufgeführten Forschungsgebiete, von der Geschichte der Technik bis hinauf zur Geschichte und Ästhetik der Tonkunst erhält eine Bereicherung an kritisch gesichteten Realien und Ideen, durch die eine Menge von Lücken ausgefüllt, eine Unzahl falscher Schlüsse berichtigt werden.

Es liegt an der Vielseitigkeit der erforderlichen Kenntnisse, daß von einer Instrumentenwissenschaft erst in der letzten Zeit die Rede sein kann. Behandlungen eines Teilgebiets mit einseitigen Fragestellungen sind allerdings nicht von heute und gestern. Von den ersten nachchristlichen Jahrhunderten ab, seit *Pollux* und *Athenäus*, bis hinauf zu *Pater Mersennes Harmonologia*,

¹⁾ Wie wir erfahren, war als nächste Fortsetzung der Serie ein Artikel „Physikalische Struktur und Wachstum des Protoplasmas“ geplant. Die in Kap. 17 und 18 des I. Bandes der Allgemeinen Biologie gegebene, ebenso anschauliche, als streng logische Konstruktion jener Elementarstrukturen und -vorgänge, aus der sich dann ihrerseits die Ableitung der wichtigsten bekannten Lebenserscheinungen in streng logischer Konsequenz ergibt, gehört gewiß zu den Höhe- und Glanzpunkten des Lehrgebäudes von *Kassowitz*, weshalb wir auf jene Kapitel besonders hingewiesen haben möchten.

nie universelle (Paris 1636), und von da wieder herunter zu den populären Instrumentenkunden unserer Tage ist wiederholt das nach Anschauung des Verfassers wesentliche Instrumentarium der Zeit beschrieben worden. *Mersenne* und *Athanasius Kircher* haben den Anfang mit einer praktischen Instrumentenakustik gemacht, *Praetorius* lenkt im *Syntagma musicum* (1618) als erster die Aufmerksamkeit auf die Tonwerkzeuge der außereuropäischen Völker, und *Bonanni* im *Gabinetto armonico* (1722) auf die Kinder- und Volksinstrumente der europäischen. Seit Jahrhunderten ist auch von seiten der klassischen und biblischen Philologie das Wesen, die Wortetymologie und die folkloristische Bedeutung der antiken Musikinstrumente behandelt worden. Diese Versuche mit ihren Nachfolgern sind in der Mehrzahl unzureichend, weil sie von einseitigen Fragestellungen ausgehen und nur beschränkte Quellen und Vergleichsmaterialien heranziehen. Das sind freilich Fehler, an denen alle Wissenschaften ohne Ausnahme gekrankt haben; gerade unsere übelbeumdete Spezialisierung hat hier durch den sorgfältigen Anbau vieler von den Polyhistoren vernachlässigter Gebiete einen Überblick über das Ganze, eine wahre Polyhistorie ermöglicht.

Dennoch werden selbst in neuester Zeit die Musikinstrumente schlecht genug behandelt, obgleich sie morphologisch wie akustisch zu den wichtigsten Kriterien für Kulturzusammenhänge gehören. Das liegt an dem sonderbaren Vorurteil, die Beachtung der Tonwerkzeuge sei Sache der Musiker oder der „Musikalischen“; die andern hätten weder Anlaß, noch Möglichkeit, sich näher um sie zu kümmern. Diese Motivierung, der man immer und immer wieder begegnet, mutet nicht anders an, als wenn ein Ethnologe den kurzen, dolchartigen Kris von Celebes als Säbel bezeichnen zu dürfen glaubte, weil er nicht fechten könne, und als wollte ein Anthropologe die Vergleichung des Haarwuchses ablehnen, da er nicht Friseur sei. Der Instrumentenforscher gerät durch diese Nachlässigkeit in eine peinliche Isolierung. Reiseberichte, Sprachwörterbücher und andere literarische Quellen, Museums-etiketten und Kataloge, briefliche und mündliche Auskünfte übermitteln fast durchgängig Beschreibungen, die am Wesentlichen vorbeigehen, und ganz willkürliche Bezeichnungen. Das gleiche Instrument wird von den einzelnen bald Zither, bald Harfe, Harpsichord, Zymbal, Laute, Gitarre oder sonstwie genannt; der Name Flöte muß für eine Unzahl der verschiedensten Blasinstrumente herhalten usw.; kurz, die Nomenklatur wird in der wildesten Weise gehandhabt.

Dafür darf allerdings die Gleichgültigkeit der Museumsleiter und Schriftsteller nur zum Teil verantwortlich gemacht werden. Eine korrekte Anzeichnung und Beschreibung kann billigerweise nur dann verlangt werden, wenn die Instrumentenkunde die Unterlagen liefert. Hat sie das bisher getan?

Das, was die musikalische Praxis für die Systematik geleistet hat, ist durchaus belanglos. Wenn sie bis zum heutigen Tage die Instrumente in Blas-, Schlag- und Saiteninstrumente einteilt, also zweimal die Spielart und einmal die Natur des schwingenden Körpers als Teilungsgrund nimmt, so erweist sie von vornherein ihre wissenschaftliche Unverwendbarkeit; nur wer dem Entstehungsprozeß des modernen Orchesters nachgeht, wird das Zustandekommen dieser widersinnigen Dreiteilung begreifen. Die Klassifikation als wissenschaftliches Problem geht weder von ihr aus, noch — wie bei den asiatischen Kulturvölkern — von der spekulativen Philosophie. Sie kam bei uns erst in Frage, als öffentliche Spezialsammlungen musikalischer Instrumente ins Leben gerufen worden waren und nach irgendeinem Prinzip aufgestellt und katalogisiert werden mußten. Zaghafte Anfänge fallen in die 1870er Jahre; 1870 veröffentlichte *C. Engel* seinen ersten Katalog der Musikinstrumente im Londoner South Kensington Museum und 1875 *G. Chouquet* der des Pariser Konservatoriums. Dort wie bei den nächsten Nachfolgern ergab sich die Disposition aus dem zufälligen Museumsbestande, war also unwissenschaftlich und zur Verallgemeinerung unbrauchbar.

Der Mann, der hier abhalf, ist *V.-Ch. Mahillon*. Sein bisher in vier Bänden erschienener grundlegender Katalog der Instrumentensammlung des Brüsseler Königlichen Konservatoriums (1888 bis 1912) ist als erster auf wirklich wissenschaftlicher Basis aufgebaut; die Personalunion von Instrumentenbauer, Akustiker, Musiker, Sammler und Konservator hat hier ein außerordentliches Werk ins Leben gerufen, das als der Ausgangspunkt einer vergleichenden Instrumentenkunde angesehen werden muß. Die Wirkung blieb nicht aus; fast alle späteren Sammlungen und mehrere Monographien sind nach den Grundsätzen *Mahillons* eingerichtet worden.

Diese Grundsätze sind kurz folgende. Teilungsgründe sind akustisch bedingte Morphologie, Mechanismus und Spielart; zufälliges Herstellungsmaterial ist gleichgültig. Der ganze Stoff zerfällt in vier Klassen: autophone Instrumente, Membran-, Wind- und Saiteninstrumente. Unter Autophonen sind alle diejenigen zu verstehen, die nicht den Schwingungserreger (Fell, Saite, Luftsäule) tragen oder einschließen, sondern dank der Steifigkeit und Elastizität ihres Materials selbst klingen, z. B. Becken, Xylophone, Glocken usw. Membraninstrumente sind alle die, bei denen eine Haut Schwingungserreger ist, also nicht nur das, was jedermann Trommeln nennt, sondern auch Mirlitons, Waldteufel und dergleichen. Jede Klasse zerfällt in genau vorgesehene Zweige, Sektionen und Untersektionen. Die Klassifikation ist für das Ganze wie für jeden zeitlichen und örtlichen Ausschnitt verwendbar.

In dem Vierteljahrhundert, das seitdem vergangen ist, hat sich mancherlei geändert. Die Reisenden haben durch Berichte und Erwerbungen unsere Materialkenntnis ganz bedeutend erweitert, die Altertums- und Vorgeschichtsforschung hat viel Neues beigebracht, und Monographien über einzelne Typen, z. B. Schwirrholtz (*Schmeltz*), Musikbogen (*Balfour*), Reibtrommel (*Balfour*), und Länder, z. B. Japan (*Piggott*), China (*Moule*), Britisch Columbia (*Galpin*) sind erschienen. Wir kennen heute unendlich mehr als im Jahre 1888. *Mahillon* selbst hat mit dieser Entwicklung Schritt zu halten versucht; hier und da ist nachgeholfen worden, um neuregistrierte Typen unterzubringen und neuen Erkenntnissen zum Recht zu verhelfen. Aber das System kann seine Entstehung nicht verleugnen; es vertritt an allen Ecken, daß es zuerst für ausschließlich europäische Verhältnisse und in zweiter Linie aus den damaligen Beständen des Museums heraus geschaffen worden ist. Ein paar Beispiele. Die Einteilung der Saiteninstrumente nach der Spielart in Schlag-, Zupf- und Streichinstrumente ist höchstens verständlich, wenn man europäische Verhältnisse zugrundelegt. Dennoch: die Streichzither bleibt eine Zither und ist mit der gezupften Zither verwandter als mit der Violine; die Gitarre steht morphologisch der Geige näher als der Harfe. Für die umfassende Instrumentenkunde ist aber die Spielart eines Saiteninstrumentes ein völlig verkehrtes Kriterium; dasselbe Tonwerkzeug wird oft gleichzeitig und selbst am gleichen Ort gezupft und gestrichen. Ferner wird zwar den europäischen Musiker an seinen Membraninstrumenten zunächst interessieren, ob sie eine bestimmte Tonhöhe (Pauke) oder eine unbestimmte (Trommel) haben. Wissenschaftlich kann diese Fragestellung nicht in Betracht kommen, weil der Übergang zwischen Geräusch und Klang fließend ist, und weil nur selten nachgeprüft werden kann, ob eine Stimmung beabsichtigt ist. Ebenso einseitig ist die große Bedeutung, die dem äußeren Mechanismus, dem etwaigen Vorhandensein von Klaviaturen, Walzen, automatischen Vorrichtungen und dergleichen rein europäischen Dingen beigelegt wird. Schwirrhölzer, Sirenen und ähnliches sind überhaupt nicht unterzubringen.

Dies sind einige von den Punkten, die Dr. *Erich M. v. Hornbostel* und mich vor einigen Jahren bestimmt haben, das Verfahren wieder aufzunehmen. Unsere Klassifikation ist jetzt zum vorläufigen Abschluß gekommen und in der Zeitschrift für Ethnologie, Berlin 1914, p. 543—580, veröffentlicht worden. Die Grundzüge dieses neuen Systems sind:

1. Der Begriff „Musikinstrument“ darf nicht willkürlich gegen die Lärmwerkzeuge hin abgegrenzt werden, weil diese Grenze nicht existiert. Als Musikinstrument muß jeder Gegenstand angesehen werden, der auf den Gehörsinn wirken soll.

2. *Mahillons* Vierteilung wird beibehalten. Die

erste Klasse heißt nicht mehr Autophone, sondern, wie ich sie bereits in meinem Reallexikon der Musikinstrumente (Berlin, Julius Bard, 1913) genannt habe, Idiophone, weil autophon eine Verwechselung mit automatischen Instrumenten nahelegt.

3. Jede Klasse, Unterklasse usw. wird nach ihrem eigenen Bedürfnis untergeteilt, nicht etwa der Symmetrie zuliebe der entsprechenden Unterteilung einer andern Gruppe angeglichen. Die Unterklassen der Membranophone basieren z. B. auf der Spielart (Schlag-, Zupf-, Reib- und Blästtrommeln), die der Chordophone auf dem Wesentlichen ihres Baus (einfache Chordophone oder Zithern und zusammengesetzte Chordophone).

4. Zur Klassifikation werden nach Möglichkeit nur solche Kriterien verwendet, die dem Stück ohne Kommentar, ohne tonometrische Untersuchung und ohne Obduktion entnommen werden können. Jedes vollständig eingelieferte Museumsexemplar und jede gute Abbildung soll auch ohne Begleittext ausreichen.

5. Die Rangordnung soll im Bedarfsfall, also besonders in typologischen Monographien und in Spezialsammlungen (etwa von Klavieren, Streichinstrumenten usw.) verändert werden können. Erscheint es allgemein zweckmäßig, z. B. die Aufschlaginstrumente in Aufschlagstäbe, -platten, -rinnen und -gefäße zu teilen, so wird ein Xylophon-Monograph der Form der Hölzer kaum eine so wesentliche Bedeutung beilegen, vielmehr der Art ihrer Vereinigung den Vortritt lassen, usw.

6. Die einzelnen Gruppen oder Typen erhalten nach Möglichkeit kurze, eindeutige Namen, die, soweit angängig, dem vorhandenen Sprachschatz entnommen oder neugebildet werden. Vorhandene Namen sind nur für Gruppen heranzuziehen, die sich durch das Eigentümliche ihres ursprünglichen Inhabers auszeichnen. „Klarinette“ z. B. darf nicht willkürlich irgendein Blasinstrument genannt werden, weil es etwa „lang herunter“ gehalten wird oder weil es Grifflöcher hat, was beides auch bei Längsflöten, Oboen und Zinken der Fall ist, sondern nur ein Blasinstrument mit aufschlagender Zunge, da diese das Wesentliche der Klarinette ist. Wo Wörter neugebildet werden müssen, sollen sie tunlichst deskriptiv sein, also über die Hauptmerkmale des Instruments aussagen. So sprechen wir von Gegenschlagstäben, Rasseltrommeln, heterochorden Floßzithern, Wirbelaerophonen (z. B. Schwirrholtz).

7. Die früher gebräuchliche Markatur der Rangordnung durch große, kleine, doppelte, griechische Buchstaben, römische und arabische Ziffern bleibt weg, da die Reihenfolge der Zeichen willkürlich ist und das vorhandene Zeichenmaterial nicht für eine stärkere Unterteilung ausreicht. Zur Verwendung gelangt das Dewey'sche Dezimalsystem, das bereits für bibliographische Zwecke an die Spitze getreten ist. Es sieht für jede Rubrik einen Dezimalbruch ohne Null und

Komma vor, in der Art, daß für die Weiter-
teilung immer weitere Dezimalen angehängt wer-
den. Es erhalten also bei uns die Klasse „Idio-
phone“ die Kennziffer 1 (eigentlich 0,1), die
„Membranophone“ 2 (eigentlich 0,2), Unterklasse
„Schlag-Idiophone“ 11 (eigentlich 0,11), Zupf-
Idiophone 12, Schlag-Membranophone 21, Zupf-
Membranophone 22 usw. Größere Ziffernkom-
plexe werden durch Punkte gegliedert. Wir haben
den Vorteil, auf den ersten Blick den genauen
Platz des bezeichneten Instruments innerhalb der
Rangordnung zu erkennen und ohne Verlegenheit
eine unbegrenzte Zahl von Unterabteilungen mar-
kieren zu können. Ferner ist die Verschmelzung
mehrerer Typen leicht und eindeutig zu signieren
und die oben geforderte Vertauschbarkeit der
Rangordnung bequem und übersichtlich herzu-
stellen. Endlich kommen wir in die Lage, ge-
wisse allgemeine Merkmale ganzer Klassen anzu-
fügen, ohne ihre wegen neue Unterteilungen zu
schaffen. Solche Merkmale, z. B. Klaviatur,
mechanischer Antrieb, Art der Fellbefestigung
bei Trommeln, Spielart bei Saiteninstrumenten
usw., haben eigene Kennziffern, die mit einem
Bindestrich angehängt werden.

Zwei Beispiele. Es gilt, das Xylophon mit
Klaviatur zu bestimmen und einzuordnen. Aus
dem System ergibt sich:

- 1 Idiophon,
- 11 Schlag-Idiophon,
- 111 Unmittelbar geschlagenes Idiophon,
- 111.2 Aufschlag-Idiophon,
- 111.21 Aufschlagstäbe,
- 111.212 Schlagstabspiel,
- 111.212—8 Tasten-Schlagstabspiel.

Genügt das noch nicht, so mag der Benutzer
selbst weitergehen und neue Teilungen (Xylo-
phon, Liegexylophon, Trogxylophon usw.) schaf-
fen. Ein Xylophon-Monograph, dem das Mate-
rial wichtiger ist als die Form der Klangstäbe,
könnte aber auch so vorgehen:

- 1 Idiophon,
- 11 Schlag-Idiophon,
- 111 Unmittelbar geschlagenes Idiophon,
- 1112 Aufschlag-Idiophon,
- 1112..2 Aufschlagspiel,
- 1112..21 Xylophon (im Gegensatz zu
Metallophon usw.),
- 1112..21]1 Stabxylophon,
- 1112..21]1—8 Tasten-Stabxylophon.

Oder die Klarinette des europäischen Orchesters.
Wir bestimmen:

- 4 Aerophon,
- 42 (Eigentliches) Blasinstrument,
- 422 Schalmey,
- 422.2 Klarinette,
- 422.21 Einzelklarinette,
- 422.211 Einzelklarinette mit zylindrischer
Röhre,
- 422.211.2 Mit Grifflöchern,
- 422.211.2—7 Mit Grifflochverschluß,
- 422.211.2—71 Mit Klappenmechanik.

Danach kann jeder, der als Forscher oder
Konservator ein Musikinstrument zu bestimmen
hat, sich in wenigen Augenblicken so unterrich-
ten, daß er wenigstens die ersten Teilungen
korrekt feststellt; er wird zum mindesten in
der Lage sein, ein Xylophon als Schlag-Idiophon
zu registrieren und ihm nicht den beliebten Titel
„Piano“ zu verleihen. Wie weit in jedem Fall mit
der Teilung, also mit der Verengerung und Ver-
schärfung des Begriffs gegangen wird, bleibt dem
Benutzer überlassen. Es wird von seinem per-
sönlichen Interesse, aber auch von der Größe und
Gestaltung der fraglichen Sammlung oder Publi-
kation abhängen. Ebenso ist die Annahme des
Ziffernsystems fakultativ. Auf den ersten Blick
mag es schwerfällig und pedantisch aussehen;
aber wer es einmal benutzt hat, wird sich seinen
großen Vorzügen nicht verschließen können.

An der obengenannten Stelle ist das ganze
System übersichtlich in Listenform mit Namen,
Charakteristiken und Beispielen niedergelegt.
Wir müssen damit rechnen, daß mancher Leser
den einen oder andern Punkt beanstandet. Es
liegt in der Natur einer Klassifikation, daß sie
hier und da den lebendigen Beziehungen der
Dinge unrecht tut, daß sie Grenzen setzen muß,
wo allmähliche Übergänge walten, daß sie Un-
abhängiges vereint und Abhängiges scheidet. Die
Verfasser trösten sich damit, daß auch die Klassi-
fikationen der Realwissenschaften unvollkommen
sind, obgleich sie nur mit Naturerzeugnissen zu
schaffen haben. Eine zukünftige Revision wird
hoffentlich noch mehr, als wir es tun konnten,
physikalische Kriterien heranziehen. Heute ist
die Möglichkeit gering, da die Akustik Unter-
suchungen konkreter Instrumentenprobleme bis-
her noch nicht im wünschenswerten Maße ange-
stellt hat. Den physikalischen Instituten würde
sich mit der naturwissenschaftlichen Erkundung
der einzelnen europäischen wie exotischen Instru-
mente, namentlich der zahlreichen gekoppelten
Systeme, eine Fülle der interessantesten Auf-
gaben bieten.

Besprechungen.

Thomson, J. J., *Rays of positive electricity and their application to chemical analyses*. London, Longmans, Green & Co., 1913. Preis 5 s.

Der Verfasser gibt in diesem Buche eine übersicht-
liche Darstellung der vielen Untersuchungen über die in
einem Entladungsrohr entstehenden positiven Strahlen.
Unzweifelhaft wird sie nicht nur den auf die-
sem Gebiete Tätigen als eine Zusammenfassung
der bisherigen Resultate willkommen sein, son-
dern auch in weiteren Kreisen Interesse er-
regen. Hauptsächlich werden die von Goldstein
entdeckten positiven Strahlen besprochen. Diese
bestehen bekanntlich zum größten Teil aus posi-
tiv geladenen Atomen und Molekülen, welche durch die
durchlöchernte Kathode hindurchgehen. Die wichtigste
Untersuchungsmethode für diese Strahlen, welche so-
wohl von Wien wie auch in dem *Cambridger* Institut

angewandt wurde, beruht auf der Wirkung eines elektrischen und magnetischen Feldes auf die Bahn der Teilchen. Eine einfache Rechnung lehrt, daß die Strahlen auf einer senkrecht zu ihrer ursprünglichen Richtung stehenden photographischen Platte äußerst einfache Kurven abzeichnen, wenn das elektrische und das magnetische Feld einander parallel sind und senkrecht zu der ursprünglichen Bahnrichtung stehen. Und zwar für Teilchen mit demselben $\frac{e}{m}$ -Wert ist diese

Kurve eine Parabel mit dem elektrischen Felde paralleler Achse und für solche mit der gleichen Geschwindigkeit eine Gerade durch den Ursprung.

Ist der Gasdruck sehr niedrig, so sieht man auf dem Photogramme einige Parabelbogen, woraus sofort ersichtlich ist, daß eine begrenzte Anzahl von $\frac{e}{m}$ -Werten

auftritt. Eine eingehendere Untersuchung des Photogrammes lehrt nicht nur, daß man z. B. im Fall, daß das Entladungsrohr Wasserstoff enthält, positiv geladene Wasserstoffatome und -moleküle hat, sondern sogar an welcher Stelle im Rohr diese entstehen. Haben alle vorkommenden Teilchen dieselbe Ladung (ihre Massen und Geschwindigkeiten können verschiedene Werte haben), so liegen die Anfangspunkte der Parabelbogen, d. h. die Punkte, wo die Teilchen, welche die kleinste Abweichung erlitten haben, die Platte treffen, alle auf derselben Geraden senkrecht zu der gemeinschaftlichen Parabelachse. Aus der Tatsache, daß man bisweilen auch Parabelbogen wahrnimmt, die nicht auf dieser Geraden anfangen, hat man geschlossen, daß öfters in demselben Gase Teilchen mit verschiedenen Ladungen auftreten. Man kann sogar genau die Anzahl der Elementarladungen hieraus bestimmen. So hat man z. B. gefunden, daß die positiven Strahlen aus Quecksilberdampf Atome mit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 und 8 Ladungen enthalten. Thomson kommt jedoch durch verschiedene Überlegungen zu dem Schluß, daß bei einer Ionisierung nur Atome mit einer Einzelladung oder mit der maximalen Ladung entstehen können. Im obenstehenden Falle sollen die Atome mit 2–7facher Ladung aus solchen mit 8facher Ladung entstehen durch teilweise Neutralisierung. Im allgemeinen ist es ihm gelungen, sich eine deutliche Vorstellung zu machen von dem Mechanismus der Ionisierung.

Auch den Ursprung der sich mit den positiven Strahlen in der Richtung Anode—Kathode bewegendenden negativen Teilchen haben Untersuchungen der durch diese Teilchen auf dem Photogramme angegebenen Kurven kennen gelehrt.

Ist der Gasdruck nicht sehr niedrig, so sehen die Photogramme nicht so einfach aus. Sie werden kompliziert durch das Auftreten von geraden Linien durch den Ursprung neben den Parabelbogen. Thomson hat den Beweis dafür geliefert, daß diese Linien solchen Teilchen zu verdanken sind, welche nur während eines Teiles ihres Weges durch die Felder eine Ladung tragen. Solche Teilchen entstehen, indem entweder unterwegs geladene Teilchen neutralisiert oder neutrale Teilchen ionisiert werden durch Zusammenstöße mit den Gas-molekülen.

Spezielle Meßmethoden haben es ermöglicht, die Verhältnisse der Anzahlen von positiven und negativen Teilchen einer bestimmten Art kennen zu lernen. Hieraus ist hervorgegangen, daß die Bindungen der Atome in den Molekülen nicht elektrischen Ursprunges sein können. In zwei kurzen Kapiteln werden die retrograden und die Anodenstrahlen besprochen.

Die ersten bestehen aus positiv und negativ geladenen Teilchen, welche auf ähnliche Weise wie die Teilchen der positiven Strahlen entstanden sein müssen, sich aber in entgegengesetzter Richtung bewegen und nach ihrem Durchgang durch die Anode untersucht werden. Die letzteren, deren Entdeckung und Untersuchung man Gehrcke und Reichenheim verdankt, sind positive Strahlen, welche an einer ein Gemisch von Metallsalzen enthaltenden und erhitzten Anode entstehen. Wahrscheinlich verhalten die Salze sich hierbei wie geschmolzene Elektrolyte.

Ein sehr interessantes Kapitel bildet die Besprechung der wichtigen Untersuchungen von Stark und anderen über den Doppler-Effekt der positiven Strahlen. Es ist klar, daß diese uns einigen Aufschluß über den Ursprung der Spektren geben können. So lehrten sie schon, daß man wahrscheinlich als Erzeuger der Linienspektren negative Elektronen betrachten muß, welche eben von einem positiven Teilchen gefangen werden. Noch zu erwähnen ist, daß es für die Teilchen, welche eine verschobene Spektrallinie erzeugen, eine untere Geschwindigkeitsgrenze gibt, über deren Abhängigkeit von der Lichtfrequenz man noch nicht einig ist.

Eine kurze Zusammenfassung wird gegeben von den Arbeiten über die Disintegration der Metalle unter dem Einfluß dieser Strahlen.

Einen weiten Gesichtskreis öffnen die letzten Kapitel, in denen von der Anwendung der positiven Strahlen in der chemischen Analyse und ihrer künftigen Bedeutung die Rede ist. Zumal wenn die Apparate speziell für diesen Zweck gebaut sein werden, wird man nach dieser Methode eine viel höhere Empfindlichkeit erreichen können als mit der Spektralanalyse. Dazu kommt noch, daß eine neu beobachtete Spektrallinie nur auf das Vorhandensein eines bis jetzt unbekannten Elementes hinweist, während neue Parabelbogen auf der empfindlichen Platte zu gleicher Zeit verschiedene Eigenschaften des betreffenden Gases (denn mit dieser Methode kann man nicht nur Atome und Moleküle von Elementen, sondern auch solche von zusammengesetzten Gasen auffinden) zum Ausdruck bringen. Die Massen der eine Kurve erzeugenden Teilchen kann man bestimmen, sobald es möglich ist, diese Kurve mit einer anderen bekannten Ursprungs zu vergleichen. Auch lehrt das Photogramm, ob das Gas ein- oder zweiatomig ist. Zwei höchst interessante Beispiele werden angeführt. Erstens der Fall von einem Gemisch der leichteren Komponenten der Luft. Auf dem Bilde tritt hier neben den Bogen von Helium, Argon, Neon (Atomgewicht 20) eine Kurve auf, welche das Bestehen eines Gases mit dem Atomgewicht 22 zeigt. Nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es, dieses neue Gas und Neon insoweit durch ein Diffusionsverfahren voneinander zu trennen, daß man zwei Gemische erhielt, welche verschiedene Dichte (Quarzbalance) hatten, während die Spektralanalyse keinen Unterschied zwischen ihnen aufzuweisen vermochte. Man hat hier also zwei Gase, welche, obgleich von verschiedenem Atomgewicht, doch in ihren chemischen und spektroskopischen Eigenschaften identisch sind. Bei der Untersuchung der Gase, welche entstehen, wenn Kathodenstrahlen auf eine feste Wand fallen, tritt, zumal wenn der untersuchte Stoff H_2 enthält, ein unbekanntes Gas auf, dem man auf Grund verschiedener Überlegungen die Formel H_3 zuschreiben muß.

Das letzte Kapitel ist den Untersuchungen gewidmet über die Frage, ob Helium aus anderen chemischen Elementen entstehen könne.

G. L. de Haas-Lorentz, Haarlem.

Aster, E. v., Prinzipien der Erkenntnislehre. Versuch zu einer Neubegründung des Nominalismus. Leipzig, Quelle & Meyer, 1913. Preis geh. M. 7,80, geb. M. 8,60.

Die Philosophie des Mittelalters ist bekanntlich lange Zeit beherrscht gewesen von dem Gegensatz und dem Streite der Realisten und der Nominalisten. Die ersteren nahmen erkenntnistheoretisch den Standpunkt ein, der Begriff, das Logisch-Allgemeine überhaupt, seien „real“, die letzteren, sie seien nur Namen (nomina), die auf ein Reales erst hindeuteten.

Dieser Streit ist im Grunde auch heute noch nicht beendet. Es gibt noch jetzt erkenntnistheoretische Realisten der verschiedensten Art, und daß demgegenüber auch der nominalistische Standpunkt nicht unvertreten ist, beweist schon in ihrem Titel die vorstehend angezeigte Schrift v. *Asters*.

Allerdings hat die vorliegende Schrift mit dem mittelalterlichen Nominalismus nicht viel mehr als den allgemeinen Standpunkt gemein. Die Probleme sind eben seitdem viel komplizierter geworden, daher auch die Möglichkeiten der Stellungnahme variabler und zahlreicher, und so kommt es, daß sich zwischen die ursprünglichen Standpunkte des Realismus und Nominalismus zahlreiche andere einschieben — manche darunter freilich mehr geeignet, die Probleme abzuschneiden als zu lösen, oder zu verwirren und zu verdunkeln als aufzuklären, so wie ja auch ein Spiegelbild dadurch nicht klarer wird, daß man immer neue Reflektoren dazwischen schiebt.

In der erkenntnistheoretischen Literatur der Gegenwart haben die weitaus stärkste Vertretung diejenigen Standpunkte, die dem Nominalismus, wenn sie ihn nicht, wie die vorliegende Schrift, direkt vertreten, so doch zum mindesten sich stark annähern. Dazu gehören insbesondere die Positivisten, Phänomenalisten, Relativisten, Psychologisten. Ihnen allen gemeinsam ist die bekannte Stellungnahme des modernen Realismus, der Drang nach dem unmittelbar Gegebenen und darum Gewissen, Sicherem, Positiven (Positivismus), an das sich das seiner selbst unsichere Denken anklammern könne, wie der von den Wogen Getriebene an die harten Planken seines Schiffes.

Als zentrale dieser erkenntnistheoretischen Richtungen könnte man wohl den Phänomenalismus ansprechen, der das Allgemeine der Erkenntnis zunächst einmal zerlegt in das unmittelbar Gegebene und das logisch daraus Abgeleitete und Gewonnene und mit dem ersteren nun den „festen Boden“ im realistischen Sinne gewonnen zu haben meint; wobei es dann natürlich strittig sein muß, ob das derart „unmittelbar“, d. i. dem vorstellenden Individuum, „Gegebene“, als bloße Vorstellung, die zunächst noch logisch unbewertet ist, nicht ganz der Psychologismus angehört und von ihr zu behandeln ist (Psychologismus), ob es dann nicht eben nur eine individuelle, relativ begrenzte Erkenntnis gibt (Relativismus), oder ob das unmittelbar Gegebene (Phänomen) ein rein logisches Problem, eben das phänomenologische, das der Gegebenheit, in sich birgt. In diesem letzteren Sinne, des eigentlichen Phänomenalismus in engerer Bedeutung, charakterisiert z. B. *Husserl*, einer der Hauptvertreter dieser rein phänomenalistischen Richtung in erkenntnistheoretischem Sinne, seinen Standpunkt mit den Worten: „Alles kommt darauf an, daß man es sieht und es sich ganz zu eigen macht, daß man genau so unmittelbar wie einen Ton hören, so ein „Wesen“, das Wesen „Ton“, das Wesen „Ding-

erscheinung“, das Wesen „Sehding“, das Wesen „Bildvorstellung“, das Wesen „Urteil“ oder „Wille“ schauen und im Schauen Wesensurteile fällen kann. Andererseits aber, daß man sich hütet vor der Humeschen Vermengung, und demgemäß nicht phänomenologische Schauung mit Selbstbeobachtung, mit innerer Erfahrung, kurzum, mit Akten verwechselt, die statt Wesen vielmehr diesen entsprechende Einzelheiten setzen.“

Diesem Standpunkte steht naturgemäß auch von *Aster* nahe, und daher akzeptiert er auch die Bezeichnung des Phänomenalisten unter gewissen Einschränkungen. Dagegen lehnt er die Bezeichnung Psychologismus für seinen Standpunkt deshalb als ganz und gar unpassend ab, weil die „unmittelbar gegebenen Phänomene“, von denen ich ausgehen zu müssen glaube, meiner Meinung nach nicht als psychisch bezeichnet werden dürfen“. Wenn er auf der anderen Seite seine Erkenntnistheorie als nominalistisch bezeichnet, so will dies besagen, „daß ich eine phänomenologische Deskription des Inhalts unserer Begriffe auf dem Wege des einfachen Sichversenkens in den Inhalt nicht für möglich, daß ich demnach auch die Ergebnisse der Husserlschen Phänomenologie nicht für evidente Ergebnisse einer reinen und unvoreingenommenen Deskription halten kann. Das Sichversenken in den Sinn eines Zeichens — es gibt ein solches, und es gibt ein Kundgeben dieses Sinnes aus dieser Situation heraus — führt der Natur der Dinge nach nie zu einem wirklichen Erfassen dieses Sinnes selbst, es führt nicht aus der Sphäre des signitiven Meinens in die eines intuitiven Erfassens des Gemeinten, da das Wort im sinnvollen Hören und Sprechen den Sinn nicht bezeichnet, sondern ersetzt. Es braucht wohl nicht besonders betont zu werden, daß die Husserlschen Bestimmungen damit nicht als falsch oder als wertlos hingestellt werden: die Frage ist ja nur, ob sie ein letztes Fundament der Erkenntnistheorie sind.“

Die letztere Frage verneint nun eben der Verfasser von seinem Standpunkte aus. Im ersten Kapitel seines Buches, „Phänomenologische Grundlegung“ sucht er nachzuweisen, daß im Wort nicht etwas zu erblicken sei, was den Gegenstand *darstellt* — wie in der unmittelbaren Wahrnehmung, auch dem Phantasie- oder Erinnerungsbilde —, sondern nur etwas, das ihn vertritt, ein Zeichen, ein Symbol deselben; daß Gegebensein und Gedachtsein nicht nur verschieden, sondern „typische Gegensätze“ seien und allgemeine Gegenstände als solche nicht zu Gegebenheiten gebracht werden könnten (wie es zuerst *Sokrates* und *Plato* taten). Es handelt sich also darum, vom Wort auf das Gegebene zurückzugehen oder den Sinn, die Signifikation des zunächst nur symbolisierenden Wortes, welches das Allgemeine ausdrückt, zu finden. Dies geschieht durch das Urteil — das Wort, welches ein Allgemeines bezeichnet, kommt ja nicht für sich allein vor, sondern nur im Satze, und selbst, wo es scheinbar für sich steht, enthält es schon ein Urteil.

In einem zweiten Kapitel untersucht der Verfasser daher „das Wesen des Urteils“, wobei er hier und im folgenden Kapitel, „Die logischen Grundgesetze und der Wahrheitsbegriff“, auch die verschiedenen Modifikationen des Urteils, partikulare, verneinende, Möglichkeits- und Bedingungsurteile usw. heranzieht. Hier zeigt sich ihm dann das Wort (der allgemeine Begriff) als „eine Summe von Erwartungen“, die im Wort zusammengehalten, da sie sonst zerflattern

würden, im Urteil aufgelöst, und in der Gegebenheit erst verifiziert oder enttäuscht werden. Die anschließende Lehre vom logischen Schlusse steht natürlich auf demselben Boden.

Am wichtigsten an dieser Stelle ist sodann das vierte Kapitel, welches von der Möglichkeit und den Prinzipien apriorischer Erkenntnis handelt und hier sich namentlich eingehend über die apriorische Raum- und Zeitanschauung, über die erkenntniskritische Fundamentierung der Mathematik verbreitet; und endlich ganz besonders das sechste Kapitel, welches überschrieben ist: „*Die empirische Erkenntnis und die Prinzipien ihres Fortgangs (mit besonderer Rücksicht auf die Naturwissenschaft)*.“ Hier untersucht der Verf. eingehend das für den Naturforscher ja besonders bedeutungsvolle Problem der *Induktion*. Er weist dabei hin auf das große Verdienst *Humes*, der in seinen Untersuchungen zuerst zeigte, daß man mit Unrecht den empirisch gewonnenen Urteilen den Charakter der Allgemeinheit beilegt, daß solche induktiv gewonnenen Sätze im Grunde nichts als unbegründbare, wenn auch logisch erklärbare Vorurteile darstellen, da, wenn ich auch noch so oft beobachtet habe, daß z. B. Gold sich in Scheidewasser auflöst, ich doch nicht berechtigt bin, für jeden weiteren Fall die gleiche Erwartung zu hegen. Der Verf. will nun zwar bei diesem negativ-skeptischen Ergebnis nicht stehen bleiben, geht aber doch zunächst, wie viele andere Erkenntnistheoretiker der Gegenwart, nur wenig darüber hinaus, wenn er die Lösung mit Hilfe des Begriffs der Wahrscheinlichkeit versucht, d. i. annimmt, die unmittelbar gegebenen Tatsachen seien nicht Grund (Erkenntnisgrund), sondern nur *Anlaß* dafür, daß wir jenes allgemeine Urteil fällen, eine solche Erwartung hegen. Dann aber bleibt er hierbei nicht stehen, sondern, die Notwendigkeit einer logischen Fundierung empirischer Urteile anerkennend, findet er diese im Anschluß an *Kant* in dem „Kausalgesetz als Postulat der Erkenntnis“: „Für jedes unmittelbar Gegebene muß sich ein anderes nachweisen lassen, auf das jenes nach einer allgemeinen Regel folgt“ oder: „Es gibt für jeden unmittelbar gegebenen Inhalt ein allgemeines Erwartungsgesetz, demzufolge dieser und nur dieser Inhalt an jener Stelle und in jenem Momente zu erwarten war“. — Es ist, wie man sieht, das bekannte Kausalitätsprinzip, nur in phänomenologischer Wendung. Mit dessen Hilfe gewinnt nun natürlich der Verf. auch noch die Möglichkeit einer erkenntnistheoretischen Begründung des *deduktiven* Verfahrens: auf dem Wege der kausalen Verknüpfung gelangen wir zunächst nur zum endlosen Progressus, der wiederum nur durch den Gewaltakt der *causa sui* zum Abschluß gebracht werden kann. So wird durch den Gang der empirischen Erkenntnis auch die Umkehrung erfordert: Ableitung aller Gegebenheit aus einem einheitlichen Prinzip. Daher anerkennt auch der Verf. die Forderung eines geschlossenen deduktiven Systems und die Notwendigkeit, daß überhaupt jede Wissenschaft die Form eines Systems annehmen müsse.

Im Zusammenhang damit erörtert dann Verf. den Wert und die Bedeutung wie die erkenntnistheoretische Stellung der *Hypothese* in klarer Weise, weiter den Wert, welchen der Quantitätsbegriff insbesondere für die Naturwissenschaften hat, und wie mit der Reduktion auf das Quantitative — die nur eine, aber eine besonders wichtige, Art der Rückführung des einen Realen auf ein Anderes ist — das Streben nach Reduktion auf das Mathematische natur-

gemäß zusammenhängt. Unter diesem Gesichtspunkte scheint ihm auch im Prinzip nichts im Wege zu stehen, dem „naturwissenschaftlichen Weltbegriff“, wonach alle Vorgänge der Natur auf Bewegungen, alle Dinge auf ein quantitativ beharrliches Substrat der Bewegung zurückzuführen seien, universelle Ausdehnung zu geben, ihn also auch auf die nicht körperliche Natur zu erstrecken; es gebe jedenfalls keinen Grund, der es a priori ausschliesse, auch das gesamte psychische Leben mechanisch zu erklären. „Aber so wenig wie eine solche Rückführung unmöglich ist, so wenig dürfen wir behaupten, daß sie gelingen müsse, oder daß die Vorgänge der gesamten Wirklichkeit solche Bewegungen seien. Wenn wir eine solche Behauptung aufstellen, so begehen wir den Fehler, den die Wissenschaft seit *Kants* Vernunftkritik nicht mehr begehen dürfte: wir machen unsere „Ideen“ zu Wirklichkeiten, die regulativen Prinzipien unserer Erkenntnis zu Prinzipien der Dinge.“

M. Kronenberg, Berlin.

Astronomische Mitteilungen.

Die Kieler Zentralstelle für astronomische Telegramme und der Weltkrieg. Nach einer Mitteilung des Leiters der Zentralstelle für astronomische Telegramme in den Astron. Nachr. Nr. 4772 ist für die Dauer des Krieges die folgende Vereinbarung getroffen worden. Um auch unter den jetzt bestehenden Verhältnissen den telegraphischen Nachrichtendienst in möglichst vollständigem Umfange aufrecht zu erhalten, ist mit dem Direktor der Kopenhagener Sternwarte ein Übereinkommen getroffen, laut dessen dieser bis auf weiteres ermächtigt ist, im Namen des Leiters der Kieler Zentralstelle alle für die Zentralstelle bestimmten Mitteilungen aus dem Auslande anzunehmen und die Verbreitung der telegraphischen Nachrichten an die Mitglieder der Zentralstelle außerhalb Deutschlands und Österreich-Ungarns auszuführen. Die innerhalb Deutschlands und Österreich-Ungarns befindlichen Mitglieder erhalten die Nachrichten wie bisher und haben auch ihrerseits alle Mitteilungen unmittelbar an die Kieler Zentralstelle zu richten.

Über die Verteilung der Gase in den Nebelflecken macht Prof. Wolf-Heidelberg interessante Mitteilungen in den Astron. Nachr. Nr. 4771. Sowohl aus Spektralaufnahmen des Ringnebels in der Leier als auch des Dumbbelnebels geht hervor, daß in verschiedenen Querschnitten je die gleiche gesetzmäßige Verteilung der Gase vorherrscht. Danach kommt die geschichtete und gegensätzliche Verteilung verschiedener Gase nicht nur beim Ringnebel, sondern auch beim Dumbbelnebel vor.

Anblick des Kraters Kopernikus auf dem Monde mit bloßem Auge. Der Astronom *Pidoux*-Zürich teilt in den Astron. Nachr. Nr. 4770 mit, daß er auf einer Höhe bei Genf, also in besonders reiner und durchsichtiger Luft, im letzten Sommer nach dem ersten Mondviertel mit unbewaffnetem Auge den großen Krater Kopernikus deutlich erkennen konnte. Er erschien auf dem dunklen Teil des Mondes wie ein glänzender Fleck; offenbar erhielten die höchsten Spitzen des Kraters schon Sonnenlicht, während die tieferen Regionen noch in Dunkelheit lagen. Also ein deutlich, auch mit bloßem Auge wahrnehmbares Alpenglühn auf dem Monde!

Die photographische Aufnahme einer Meteorbahn ist in besonders anschaulicher Form auf der nord-

amerikanischen Winchester-Sternwarte gelungen und ein Bild derselben vom Astronomen *Metcalf*, einem bekannten Kometenentdecker, in den Astron. Nachr. Nr. 4770 wiedergegeben worden. Auf der leuchtenden Spur des Meteors sind deutliche Verdichtungen erkennbar, die entweder von verschiedenen dichten Teilen des Meteorkörpers herrühren oder durch das Glühen in verschiedenen dichten Schichten der Atmosphäre verursacht sind.

Die Entdeckung eines neunten Mondes des Planeten Jupiter. Durch die Kriegswirren erheblich verspätet ist die Nachricht aus Amerika eingetroffen, daß tatsächlich noch ein neuer Trabant des bereits mit einer Schar von acht Monden ausgestatteten Riesenplaneten Jupiter von dem Astronomen *Nicholson* auf der Sternwarte des Harvard-College bei Cambridge (Nordamerika) entdeckt worden ist. Nach einer Bahnberechnung von *Nicholson* kann dieses zuerst nur als verdächtig erschienene Himmelsobjekt mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit als neunter Jupitermond gelten. Bei dieser Gelegenheit sei auf die bekannte Steigerung der Trabanzahl bei den größten Planeten Jupiter und Saturn hingewiesen, denen von den 27 im ganzen bekannten Planetenmonden allein 19 angehören. Im Zusammenhange damit ist des öfteren die Ansicht vertreten worden, daß die beiden größten Planeten Jupiter und Saturn Mitglieder aus der Schar der Planetoiden, die in ihre Nähe kommen, so stark anziehen, daß dieselben zu dauernden Planetenmonden werden.

Photoelektrische Untersuchungen an Doppelsternen und Planeten von *P. Guthnick* und *R. Prager* bringt der erste Band der neuen Veröffentlichungen der Kgl. Sternwarte zu Berlin-Babelsberg zugleich mit sehr anschaulichen Abbildungen der bei jenen Messungen verwendeten neuartigen Apparate. Über die interessanten Ergebnisse dieser Untersuchungen ist im Anschluß an die gründliche Bearbeitung des vorliegenden, weit über zehntausend Messungen umfassenden Materials folgendes zu sagen. Die Anwendbarkeit und Genauigkeit der Methode, Helligkeitsänderungen an den Gestirnen mit photoelektrischen Apparaten zu bestimmen, hat allen darauf gesetzten Erwartungen voll auf entsprochen. Die auf diese Weise von den Verfassern, insbesondere von *P. Guthnick*, zum ersten Male durchgeführte Untersuchung von Veränderlichen mit sehr geringer Lichtschwankung hat eine unerwartete und reiche Ausbeute an neuen derartigen spektroskopischen Doppelsternen ergeben.

A. Marcuse.

Geographische Mitteilungen.

Zur weiteren Erforschung Zentralasiens befindet sich der englische Reisende *Sir Aurel Stein*, der bereits zwei erfolgreiche Reisen in jenen Gebieten ausgeführt hat, seit dem Herbst 1913 auf einer neuen Expedition, deren Kosten die englische Regierung trägt. Wie der Reisende im *Geogr. Journal* berichtete, verließ die Expedition am 2. August 1913 das Tal von Kaschmir und wandte sich nordwestwärts nach Chitral und dem Hindukusch, wo *Stein*, von den englischen Behörden mit militärischem Schutz versehen, in dem wilden, fast unerforschten Berglande ungehindert reisen und besonders archäologische Studien treiben konnte. Das in früheren Zeiten jedenfalls dichter bevölkerte Land enthielt viele Ruinen aus vormuhamedanischer Zeit; es zeigten sich zahlreiche Reste von Ornamenten graeco-buddhistischer Kunst, und aus verschiedenen

Inschriften ging hervor, daß die Chinesen im 8. Jahrhundert bis hierher vorgedrungen waren. Von Chitral aus gelangte *Stein* über den Mintakapaß nach Chinesisch-Turkestan, wo er zunächst nach Taschkurghan und dann im tief eingeschnittenen Tale des Kara-tasch nach Kaschgar marschierte, wo die Expedition am 21. September anlangte. Hier wurden die letzten Vorbereitungen zu einer Winterexpedition in das Tarimbecken getroffen, die am 9. Oktober angetreten wurde. Zunächst wurden die am unteren Kaschgar-darja gelegenen Ruinen von Maralbaschi und der benachbarte Masar-tag besucht; dann wandte man sich südöstlich, überschritt den Tarim und erreichte den Khotan-darja, an dessen Ufern man flußaufwärts bis nach Khotan marschierte, dessen weitausgedehntes Ruinengebiet *Stein* auf seinen früheren Expeditionen schon eingehend untersucht hatte. Nach kurzem Aufenthalte wandte sich nun der Reisende den alten Kulturstätten am Nordfuße des Altyn-tag zu und besuchte zuerst das seit dem 4. Jahrhundert n. Ch. verlassene Oasenreich am unteren Niyad-darja. Es gelang ihm, hier festzustellen, daß die völlige Verödung nicht, wie bisher angenommen wurde, infolge Wassermangels, sondern dadurch eingetreten ist, daß eine plötzlich auftretende Überschwemmung die weitverzweigten Berieselungskanäle, auf deren Vorhandensein die Existenz der Oase beruhte, für immer zerstörte. Während *Stein* weiter ostwärts reisend auf teilweise neuen Wegen über Andere und Tjertjen nach Tjarchlik am Lop-nor gelangte, reiste sein Topograph *Rai Lal Singh*, der die ganze Route bis hierher topographisch aufgenommen hatte, südwärts weiter, um seine Aufnahmen im Altyn-tag fortzusetzen. Die Forschungen *Steins* am Lop-nor waren sehr ergebnisreich; die Lopwüste mit ihren ausgetrockneten Flußarmen und Salzseen wurde topographisch und archäologisch durchforscht; aus einem alten Tempel bei Mian konnte ein wertvolles graeco-buddhistisches Freskogemälde fortgeschafft werden. Besondere Aufmerksamkeit widmete man dem Kuruk-darja, dem nördlichsten, jetzt verlassenen Mündungsarm des Tarim in den Lop-nor, sowie der ehemaligen Ausdehnung des alten Lop-nor. Auf der uralten Verkehrsstraße, auf der sich zur Zeit des antiken Seidenhandels ein lebhafter Verkehr ostwärts durch die Sandwüste bis zur Großen Mauer bewegt hat, gelangte *Stein* zum Suli-ho, der ehemals sich in den Lop-nor ergoß, und zu den verfallenen Resten des Limes, dessen Wachtürme eingehend nach chinesischen Inschriften untersucht wurden. Nach einem kurzen Besuch der „Hallen der tausend Buddhas“ setzte *Stein* im Frühjahr 1914 den Weitermarsch in die chinesische Provinz Kansu fort.

Fitzau.

Technische Mitteilungen

Die *General Electric Company* in Schenectady, N. Y., berichtet in ihrem Bulletin 44 002 über die Methoden, welche sie bei der Herstellung der elektrischen Leiterteile zur Verbindung der Schienenenden elektrischer Bahnen anwendet. Diese Verbindungsstücke werden aus reinem Kupfer in drei verschiedenen Formen gefertigt: als einfacher Draht, als Kupferseil und in Form eines Packens von Kupferband. Die beiden letzteren Formen werden mit ihren Enden in Fassungen eingepreßt und an diese angeschweißt. Beim Kupferband haben die Fassungen die Gestalt eines Kastens, beim Kupferseil die einer runden Muffe. Die Enden der Leiterteile werden vor dem Anschweißen an die Fassungen in kaltem Zustande

einem sehr hohen Druck ausgesetzt, um alle Luft, welche zwischen den einzelnen Kupferbändern oder Kupferschnüren sich befindet, zu verdrängen. Durch dieses der *General Electric Company* patentierte Verfahren wird ein Oxydieren des Materials während des Anschweißens vermieden. Ferner ist es dadurch möglich, die Temperatur beim Anschweißen so niedrig zu halten, daß ein Verbrennen des Kupfers ausgeschlossen bleibt. Zur Befestigung der Leiterrteile an den Schienen sind die Fassungen mit Zapfen versehen, die in die dafür vorgesehenen Bohrungen der Schienen passen. In diese werden die Zapfen mittels einer Schraubenpresse hineingedrückt, so daß das weiche Kupfer der Zapfen die in den Bohrungen angebrachten Nuten ausfüllt. Dabei muß jede Feuchtigkeit oder Öl ausgeschlossen werden, um den Widerstand zwischen den Verbindungsleitern und den Schienen möglichst gering zu machen. Da die Verbindungsleiter den Bewegungen der Schienenenden beim Betriebe der Bahn folgen, so müssen sie hinreichende Biegsamkeit besitzen, und hierauf muß bei ihrer Ausführung durch Wahl passender Maße ihrer einzelnen Teile Rücksicht genommen werden. Es werden daher Biegeproben mit den Verbindungsleitern vorgenommen, bei denen ihnen durch Einspannen in eine Maschine Seitenbewegungen von $\frac{1}{2}$ Zoll (12,7 mm) und Längsbewegungen von $\frac{3}{16}$ Zoll (4,7 mm) erteilt werden. Eine bestimmte Sorte der Verbindungsleiter hielt in dieser Maschine bei 8 Zoll (203 mm) Länge 224 000 solcher Biegungen aus, bei 15 Zoll (381 mm) Länge aber 13 500 000 Biegungen, bevor Bruch eintrat. Der elektrische Widerstand dieser von der *General Electric Company* hergestellten Verbindungsleiter beträgt 0,000 003 bis 0,000 000 7 Ohm für das Zentimeter, und ihre Stromaufnahme-fähigkeit 210 bis 1000 Amp. Für kurze Zeit ist aber auch eine Überlastung bis auf den zweier- oder dreifachen Betrag zulässig. Bei zweckmäßiger Herstellung dieser leitenden Verbindung zwischen den Schienenenden soll ihr Widerstand bei Bergwerks- oder industriellen Bahnen etwa dem einer Schienenlänge von 1 bis $1\frac{1}{2}$ m entsprechen, bei Vollbahnen aber nur einer Länge von $\frac{1}{2}$ m. Mk.

In ihrem Bulletin 45 011 beschreibt die *General Electric Company* die **Wasserkraftanlage zu Keokuk** am Mississippiflusse, die eine der größten ihrer Art ist. Sie ist einer Leistung von 300 000 Pferdekräften fähig, wovon zunächst die Hälfte ausgebaut worden ist. Zur Verwendung sollen diese gelangen sowohl für Zwecke der Industrie wie der Landwirtschaft in einem Gebiete von 350 km in der Runde, in dem gegenwärtig etwa 5 Millionen Menschen wohnen. Zu diesem Zwecke sind mehrere Fernleitungen von der Kraftanlage aus eingerichtet worden. Die bedeutendste von diesen ist eine 110 000-Volt-Leitung nach St. Louis, wohin vertragsmäßig für die Dauer von 99 Jahren 60 000 Pferdekräfte geliefert werden müssen. Die ganze Anlage umfaßt außer dem Staudamm und dem eigentlichen Kraftwerk ein Trockendock und eine Schleuse, um den Schiffsverkehr auf dem Flusse zu ermöglichen. Diese ist 135 m lang und 35 m breit, also von der gleichen Breite wie die Schleusen des Panamakanals. Der quer durch den Fluß geführte Staudamm ist fast $1\frac{1}{2}$ km lang. Seine Krone ist 9 m breit. Am Fuße beträgt seine Breite $12\frac{1}{2}$ m, und seine Höhe macht 16 m aus. Davon sind $1\frac{1}{2}$ m in den Kalkstein des Strombettes eingebaut. Da die Wassermenge des Mississippi sehr schwankt, nämlich zwischen 600

und 10 000 cbm in der Sekunde, so sind in dem Staudamm eine große Menge Durchlaßstore angebracht, 119 an Zahl. Diese Tore sind 15 m breit und $15\frac{1}{2}$ m hoch. Ihr teilweiser oder völliger Verschuß erfolgt durch Türen, deren Heben oder Senken durch elektrische Krane bewirkt wird. So ist es möglich, den Schwankungen der Durchflußmenge durch Veränderung der Durchflußöffnungen zu entsprechen. Die Höhe der Stauung wechselt zwischen 6 und 12 m; im Mittel beträgt sie 10 m. Bei dieser Höhe erstreckt sich der durch die Aufstauung gebildete See auf eine Länge von 100 km und bedeckt eine Fläche von 170 qkm. Das Kraftwerk ist in einen Damm von 500 m Länge hineingebaut, der sich in der Richtung des Stromes erstreckt. Das auf ihm errichtete Gebäude ist 40 m breit und 54 m hoch, unter Einrechnung seines Unterbaues, der 21 m hoch ist und den hydraulischen Teil der Anlage enthält. Um Druckhöhe zu gewinnen, ist dieser $7\frac{1}{2}$ m tief in das Strombett eingegraben. In ihm sind 15 Turbinen angebracht, die bei 10 m Druckhöhe je 10 000 Pferdekräfte liefern und auch bei Schwankungen der Druckhöhe zwischen $6\frac{1}{2}$ bis 12 m betriebsfähig bleiben. Die Kammern der Turbinen haben einen Durchmesser von 12 m und eine Höhe von $6\frac{1}{2}$ m. Das abfließende Wasser geht durch 18 m lange Röhren, die $5\frac{1}{2}$ m Durchmesser haben und $7\frac{1}{2}$ m unter dem normalen Wasserspiegel liegen. Die Drehgeschwindigkeit der Turbinen beträgt 57,7 in der Minute und ihre Höchstleistung bei mittlerer Wassershöhe 88 %. Das Gewicht ihres rotierenden Teiles einschließlich des Wasserdruckes beträgt 275 000 kg. Hierbei ist auch der Generator eingerechnet, der unmittelbar mit der Turbine verbunden ist. Er gibt bei voller Belastung 9000 KVA von 11 000 Volt Spannung unter einem Wirkungsgrad von 96,3 %. Um diese Energie für die Fernleitung auf 110 000 Volt Spannung umzuformen, sind neun wassergekühlte und durch Öl isolierte Transformatoren aufgestellt. Jeder dieser Transformatoren enthält 40 000 l Öl und wiegt mit diesem 120 000 kg. Die Isolatoren, welche zur Hinausführung von den Transformatoren zur Fernleitung dienen, sind auf 450 000 Volt Spannung geprüft. Mk.

Ein weites Anwendungsgebiet für elektrische Triebkraft bildet nach dem Bulletin 48 012 der *General Electric Company* der Süden der Vereinigten Staaten, soweit dort *Baumwolle* angebaut wird. Das mit Baumwolle beplante Land macht aber im Süden der Union etwa ein Fünftel des unter Kultur stehenden Landes aus, und der Bedarf an elektrischer Energie für die im Betrieb befindlichen Entkörnungsmaschinen und Samenölpresen würde voraussichtlich 500 000 Pferdekräfte übersteigen. Die Ersetzung der bisher hierfür verwandten Dampfkraft durch elektrischen Betrieb ist durch erhebliche Vorteile begründet. Diese bestehen in bedeutend größerer Reinlichkeit der Betriebsräume, da die Transmissionen mit ihrem tropfenden Schmieröl fortfallen, in geringeren Abschreibungskosten, in Ersparnissen durch Verringerung des technischen Personals sowie in Raumsparnis, vor allem aber in Verringerung der Feuersgefahr, die durch die Nähe der Kesselfeuer für die mit entzündlichen Staubgemischen angefüllten Betriebsräume bei Benutzung der Dampfkraft hervorgerufen wird. Der schon in manchen Staaten des Südens, wie Georgia und Texas, eingeführte elektrische Betrieb hat daher begründete Aussicht, sich das gesamte Baumwollengebiet zu erobern. Mk.

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik
(Zugleich Fortsetzung der von W. Sklarek begründeten Naturwissenschaftlichen Rundschau.)

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 52.

25. Dezember 1914.

Zweiter Jahrgang.

INHALT:

Fischkrankheiten. Von *Prof. Dr. Marianne Plehn*,
München. (Schluß.) S. 1065.

Die Indianer der Vereinigten Staaten von Amerika.
Von *H. Fehlinger*, *München*. S. 1068.

Eine neue Methode drahtloser Telephonie. S. 1071.

Besprechungen. S. 1071.

Gesellschaft für Erdkunde. S. 1076.

Chemische Mitteilungen. S. 1077.

Zeitschriftenübersicht. S. 1080.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Chemiker-Kalender 1915

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXVI. Jahrgang

In zwei Bänden

In Leinwand gebunden Preis zusammen M. 4.40

In Leder gebunden Preis zusammen M. 5.40

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenzer Str. 89, richten.

erscheinen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petitzeile angenommen.

Bei jährlich 6 13 26 52 maliger Wiederholung
10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer
in Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

ZEISS PUNKTAL-GLÄSER

Neue punktuell abbildende Brillengläser

Korrektions- brillengläser

für Kurz- u.
Weitsichtige

Deutliche Abbildung

bei jeder Blick-
richtung von der
Mitte bis zum
Rand des Glases



Wesentlich grösseres Blickfeld

als bei den ge-
wöhnlichen
Brillengläsern

Ausnutzung der natürlichen Beweglichkeit des Auges

Der Träger von Zeiss-Punktalgläsern orientiert sich in der Umgebung ebenso wie der Normalsichtige durch das Blicken. Die Beweglichkeit seiner Augen wird nicht eingeschränkt wie es bei den alten Brillengläsern der Fall ist, die den Brillenträger beim Fixieren oben, unten oder seitlich gelegener Objekte zu Kopfwendungen nötigen.

Brillen mit Punktalgläsern sind daher ohne Mechanismus als Schießbrillen verwendbar

Zeiss - Punktal - Gläser
sind nur durch Optiker
zu beziehen

Berlin
Hamburg
Mailand



Wien
Buenos-
Aires

Prospekt Opto 49
kostenfrei

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die Bekämpfung der Milzbrandgefahr in gewerblichen Betrieben

Von

Dr. O. Borgmann
Regierungs- und Gewerbe-
rat
Schleswig

und

Dr. R. Fischer
Regierungs- und Gewerbe-
rat
Potsdam

Preis M. 1,80

(Heft 4 der „Schriften aus dem Gesamtgebiet der Gewerbehygiene“, herausgegeben vom Institut für Gewerbehygiene in Frankfurt a. M., Neue Folge.)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Zweiter Jahrgang.

25. Dezember 1914.

Heft 52.

Fischkrankheiten.

Von Prof. Dr. Marianne Plehn, München.

(Schluß.)

Noch eine andere wichtige Krankheit kennen wir, deren Erreger ein niederer Pilz ist: die *Kiemenfäule der Karpfen*; bei Salmoniden ist sie nie beobachtet worden. Der Parasit, auch ein Phycomycet, lebt im Blut der Kiemengefäße und bleibt ganz streng auf diesen Wohnsitz beschränkt. Nirgends dringt er ins Gewebe vor, und auch in den größeren Gefäßen gelangt er nicht weiter als bis zum Kiemenbogen; offenbar braucht er reichlich Sauerstoff, wie er ihm nur in den Kiemen zuteil wird. Er übt keinen sichtlichen Reiz auf seine Umgebung aus; von Abwehrreaktion des Gewebes ist nichts zu bemerken, und doch ist er verhängnisvoll für seinen Wirt. Die infizierten Karpfen gehen ausnahmslos nach wenigen Tagen zugrunde, weil ihre Kiemengefäße vollständig von wuchernden Pilzfäden verstopft werden. Die betreffenden Regionen werden nekrotisch, die Zirkulation stockt, und Erstickungstod ist die Folge. Wenn der Pilz einmal da ist, pflügt er sich äußerst schnell zu verbreiten; es tritt ein ganz rapides Sterben ein, so daß nach Verlauf einer Woche der gesamte Bestand eines Teiches vernichtet sein kann. So müssen wir den *Branchiomyces sanguinis* zu den gefährlichsten Feinden der Fischzucht zählen. Glücklicherweise erscheint er nicht gerade häufig; was sein Auftreten bedingt, ist noch unbekannt.

Die Bakterien spielen in der Fischpathologie eine bedeutende Rolle; als Beispiel einer Bakterienseuche sei die *Furunkulose der Salmoniden* angeführt, die eine ernste Gefahr für die edelsten unserer Süßwasserfische bedeutet. Sie hat ihren Namen von einer nicht konstanten, aber doch häufigen Erscheinungsform: es bilden sich Abszesse in der Muskulatur, die blutigen Eiter enthalten und schließlich nach außen durchbrechen. Forellen, die dies Bild zeigen, können auch vom Laien leicht als furunkulosekrank erkannt werden. Aber häufig fehlen die lokalen Symptome bei den toten Fischen ganz. Die Sektion zeigt als einzige Veränderung einen entzündlich geröteten Darm — keine charakteristische Erscheinung, denn Darmentzündungen kommen aus verschiedenen Ursachen vor —, ja manchmal ist mikroskopisch überhaupt nichts zu sehen, und doch sterben in einem Teich täglich einige oder auch zahlreiche Insassen, bis oft keiner mehr übrig ist. Nur die bakteriologische Untersuchung kann da die Ursache aufdecken;

es besteht eine Überschwemmung des Blutes mit dem *Bact. salmonicida*; eine Septicämie, die vom Darm ihren Ausgang nimmt. Bakterientoxine führen den Tod herbei. — Ursprünglich nur in Zuchtanstalten beobachtet, ist die Krankheit seit einigen Jahren auch in das freie Wasser eingezogen und richtet in zahlreichen Flüssen Europas arge Verwüstungen an. In manchen Gewässern sind Forellen und Äschen vollständig ausgestorben, in anderen nur dezimiert. — Wenn auch ganz reine Quellbäche betroffen werden können, so trägt doch die zunehmende Verunreinigung unserer Flüsse eine Hauptschuld an der beunruhigenden Ausbreitung der Seuche. Die Bakterien vermehren sich in Wasser, das organische Substanzen enthält, reichlich, während sie sich in reinem Wasser nur kurze Zeit halten. — Alle Salmonidenarten, auch der Lachs und die Coregonen (Renken, Felchen) der Seen sind für die Krankheit sehr empfänglich; andere Fische pflegen im Freien nicht zu erkranken, doch beweisen Laboratoriumsversuche und seltenere Vorkommnisse bei gesteigerter Ansteckungsgefahr, daß auch sie nicht immun sind.

Mehrere andere Bakterienkrankheiten sind bekannt, die andere Fischarten befallen, von denen aber keine der Furunkulose an Bedeutung gleichkommt. Sie bieten keine erheblichen Abweichungen von Bakterienkrankheiten der Warmblüter. Der Organismus reagiert in ähnlicher Weise dagegen: mit Bildung von Antitoxin, mit Phagocytose; wahrscheinlich auch mit Fieber. Temperatursteigerung ist allerdings schwer festzustellen; es sind kleine Thermometer konstruiert worden, die in den Magen oder in den Enddarm eingeführt werden können; diese Prozedur geht aber stets unter lebhaftem Sträuben der Patienten vonstatten, und es ist kaum zu entscheiden, ob nicht ein Teil der Temperaturerhöhung hierauf zurückzuführen ist und nur ein Teil auf das Fieber. Die lebhaft beschleunigte Atmung, die auch beim bewegungslos verharrenden Tier in vorgerücktem Stadium zu bemerken ist, kann mit Sicherheit als fieberhaft betrachtet werden.

Ein besonderes Interesse verdient eine andere, hochwichtige Krankheitsgruppe: die *Geschwülste*.

Bei Fischen kommen alle Hauptgruppen der Geschwülste vor, die bei Menschen und Warmblütern bekannt sind, und zwar bei Zuchtfischen und bei Wildfischen; man kann durchaus nicht sagen, daß die Domestikation das Entstehen echter Tumoren begünstige — wenigstens abgesehen vom Schilddrüsenkrebs, von dem gleich noch ausführlich die Rede sein soll. — Wir kennen gutartige Geschwülste (Epitheliome, Lipome,

Myome, Chondrome usw.) und auch bösartige Sarkome und Carcinome bei Meeresfischen und bei Teichfischen; in allen Organen können sie auftreten. Daß die Haut sehr häufig betroffen wird, erklärt sich dadurch, daß sie Läsionen leicht ausgesetzt ist wegen ihrer weichen, schleimigen Beschaffenheit; Reize, die auf die Haut wirken, führen zu Entzündungen, und auf dem Boden einer chronischen Entzündung entstehen mit Vorliebe Geschwülste — gerade wie bei höheren Tieren. Oft bleiben es gutartige Wucherungen, doch kann es auch zu krebsiger Entartung kommen.

Die jedem Praktiker wohlbekannten sogen. *Pocken* des Karpfens (die mit den Warmblüterpocken nicht das geringste gemein haben) sind solche Epithelwucherungen. Sie zeigen sich als einzelne oder zusammenfließende, weißliche Flecke von fast knorpelharter Konsistenz an beliebigen Stellen des Körpers, oder sie bedecken ihn auch zum großen Teil und geben dem Fisch ein sehr unappetitliches Ansehen; auch leidet die Gesund-

zu den Seltenheiten. Heute wird der Kropf nur noch von sehr Wenigen als Infektionskrankheit angesehen, die überwiegende Mehrzahl der Forscher sucht die Ursache in der Beschaffenheit des Wassers. So viel überzeugende Gründe auch dafür beigebracht werden können, so tauchen doch immer noch hie und da Einwände auf; man kann nicht sagen, daß die Frage endgültig entschieden wäre. — Die gleichen Probleme bieten sich beim Kropf der Fische. Sehr eingehend ist die Frage studiert worden, ob eine Parasiteninfektion die Ursache ist, ob er auf das Wasser zurückgeführt werden muß, ob er erblich ist, welche Rolle die individuelle Disposition spielt, usw. Das alles ist nicht nur für die Pathologie der Fische wichtig, sondern hat eine weit darüber hinausgehende Bedeutung. •

Der Kropf kommt fast nur bei Salmoniden vor, da aber wohl bei allen Arten — wenigstens bei 16 der häufigeren Arten ist er beobachtet. Die erste „Epidemie“ trat in Torbole (Gardasee) auf.

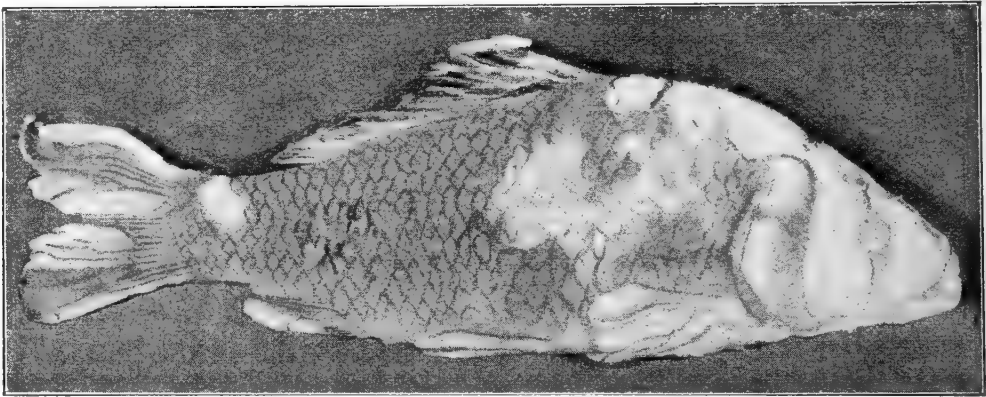


Fig. 4. Pockenkrankter Karpfen.

heit, weil die Hautfunktion fast aufgehoben wird. Oft treten sie bei zahlreichen Fischen eines Weihers auf, weshalb die Ansicht verbreitet ist, es handele sich um eine ansteckende Krankheit. — Doch gibt es auch eine Reihe von Gründen, die dafür sprechen, daß die Wasserbeschaffenheit das Maßgebende sei.

Die Frage ist noch unentschieden.

Wir wollen nun nicht alle die vielen Geschwulstarten aufzählen, die bei Fischen vorkommen, sondern lieber über die wichtigste von ihnen etwas ausführlicher berichten: über den *Kropf der Salmoniden*.

Das ist eine Krankheit, die besonders durch ihr epidemieartiges Auftreten bemerkenswert ist und durch ihre auffallende Übereinstimmung mit der entsprechenden Krankheit des Menschen. Bekanntlich ist der Kropf beim Menschen in gewissen Gegenden endemisch, so z. B. in vielen Alpentalern; eine Vergrößerung der Schilddrüse gilt im Volk dort fast als normaler Zustand; hochgradige Veränderungen, mit denen Idiotie und Kretinismus verbunden sind, gehören nicht

dauerte aber nur kurze Zeit. Massenhaftes Auftreten von Kropfkranken wurde später in Anstalten der französischen Schweiz und in Grenoble gesehen; weniger gehäufte Fälle auch in Deutschland. Die schlimmsten „Epidemien“ haben nicht in Europa geherrscht, sondern in Neuseeland, Südafrika und vor allem in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, wo der Kropf der Salmoniden eine bedenkliche Kalamität für den Züchter bedeutet. Es gibt dort Anstalten, in denen die Mehrzahl, ja fast alle Fische eine vergrößerte Schilddrüse besitzen. Wenn auch die Mortalität unter diesen Fischen nicht immer beunruhigend ist, so kommen doch auch gefährliche „Epidemien“ vor; stets bleiben die Kranken im Wachstum zurück und sind entschieden minderwertig.

Die normale Schilddrüse der Fische gleicht in ihrem feineren Bau derjenigen der Warmblüter, aber sie ist nicht so scharf gegen das umgebende Gewebe abgegrenzt, eine umhüllende Kapsel fehlt. Bei den Salmoniden liegt sie der Aorta an und ist besonders dorsal derselben in der Gegend des 1., 2. und 3. Kiemenbogens entwickelt. Mit freiem

Auge ist sie kaum wahrnehmbar; die kleinen Drüsenfollikel heben sich nicht vom Gewebe ab, in das sie eingebettet sind.

Bei den Kranken überschreitet die Drüse ihren normalen Bezirk, rückt vorn oder hinten weiter vor und findet sich auch in der Basis der Kiemenbögen. Das Epithel der einzelnen Drüsenbläschen, das normalerweise platt oder höchstens kubisch ist, kann sich erhöhen und säulenförmig werden. Das ist der erste Grad von Hyperplasie. Dann kann die Menge der Drüsenbläschen zunehmen; sie rücken eng zusammen, werden größer und wachsen in die Umgebung ein. Wenn die Hyperplasie äußerlich sichtbar wird, so stellt sie sich zuerst als kleines Knötchen in der Mundhöhle dar; von solchem kleinen Anfang bis zu den massigen Wucherungen, die Fig. 5 darstellt, gibt es alle Übergänge.



Fig. 5. Kopf und Kiemenregion einer Forelle mit krebsiger Wucherung der Schilddrüse (Kr) von der Bauchseite gesehen; die Kiemendeckel aufgebogen.

Der Tumor kann schließlich die Mundhöhle ausfüllen und auch nach außen, an der Kehle und unter den Kiemendeckeln mächtig prominieren; er kann einen oder mehrere Kiemenbögen umfassen, so daß Atembewegung und Nahrungsaufnahme gehemmt oder unmöglich gemacht werden.

In den Anfangsstadien, die sehr häufig nicht überschritten werden, handelt es sich einfach um einen *Kropf*, um eine gutartige Hyperplasie, die anscheinend keine ernste Gesundheitsschädigung darstellt. Aber nicht selten wird die Wucherung bösartig; der histologische Charakter ändert sich, Muskulatur, Knochen, Knorpel und Gefäße werden angegriffen, wir haben einen echten *Schilddrüsenkrebs* vor uns, der unfehlbar zum Tode führt. — Im Gegensatz dazu kann ein gutartiger

Kropf sich zurückbilden, und zwar sowohl spontan wie unter dem Einfluß gewisser Medikamente.

Auch beim Menschen sehen wir einen gutartigen Kropf zuweilen zum sehr malignen Carcinom werden. Hier wie dort läßt sich nicht definieren, warum dies einmal geschieht und ein anderes Mal ausbleibt. Es ist die noch ungelöste Frage nach der *Ursache des Krebses*, für deren Studium die Fische als vortreffliches Objekt zu empfehlen sind. Darauf wollen wir hier nicht eingehen, sondern bei der Vorkrankheit dieses Krebses, beim Kropf, bleiben.

Das Vorkommen des Kropfs bei einer großen Anzahl von Fischen in einem Teich oder in mehreren Teichen einer Anstalt, während eine benachbarte Anstalt frei sein kann, läßt zunächst an eine Infektionskrankheit denken. Auch der Umstand, daß Forellen, deren Kropf sich zurückgebildet hatte, nun nicht wieder erkranken, sondern immun zu sein scheinen, spricht in diesem Sinne. Auffallend ist das sicher beobachtete Vorhandensein immuner Individuen und immuner Familien. (Auch das hat sein genaues Analogon beim Menschen, wie besonders Studien an der Bevölkerung einiger Täler des Himalaya beweisen.) Trotz zahlloser Versuche ist es aber noch nicht gelungen, dem hypothetischen Parasiten auf die Spur zu kommen, auch waren alle Übertragungsversuche erfolglos. Enges Zusammensein gesunder mit kranken Fischen, Fütterung gesunder Forellen mit kranken Schilddrüsen von Fischen (einmal auch mit menschlichem Krebsmaterial) blieb ohne jede Wirkung.

Der Einfluß des Wassers wurde sehr eingehend untersucht; ein chemisch nachweisbarer Stoff kann nicht verantwortlich gemacht werden; die Analysen lassen keinen Unterschied erkennen im Wasser von Kropfteichen und von gesunden Gewässern. Auch beweisen gewisse Beobachtungen, daß das Wasser jedenfalls nicht der einzige Faktor ist. In eine Reihe von Teichen, die von dem gleichen Wasser durchströmt wurden, setzte man Forellen gleicher Art, die gleich behandelt waren. Im 1. Teich betrug die Zahl der Kranken 3 %, im 2. 8 %, im 3. 45 %, im 4. 84 %! In das Zuflußwasser eingesetzte Fische blieben gesund! — Hier muß eine Anreicherung an pathogenem Agens von einem Teich zum anderen stattgefunden haben, unabhängig vom Wasser. Vielleicht steckte es im Teichboden! Beweisen läßt es sich noch nicht. Man hat auch an die Wirkung verschiedener Ernährung gedacht, welche die Fische für die Krankheit empfänglicher oder weniger empfänglich machen sollte. Die Fütterung mit roher Leber und rohem Herzen von Schlachttieren schien die Gefahr zu erhöhen, während bei Naturnahrung, Fischnahrung oder gekochtem Futter weniger Erkrankungen vorkamen. Von sehr erheblicher Bedeutung kann aber auch das nicht sein, denn ganz neuerdings fand man viele Kropfkranke in einem Teich, der fast nur vegetarisches Futter erhielt.

Von höchstem Interesse ist die Beobachtung, daß die Schilddrüsengeschwulst stark zurückgeht, wenn dem Teichwasser gewisse Stoffe zugefügt werden, die in der Medizin als Kropfmittel oder als Antiseptika eine Rolle spielen. Man hat experimentiert mit Jod, mit Quecksilber und mit Arsenik. Natürlich darf die Konzentration nur sehr gering sein, weil sonst die Patienten sterben würden. Man nahm höchstens 1 : 300 000 Jod als KJ, 1 : 5 000 000 Quecksilber als HgCl_2 oder 1 : 300 000 Arsen als As_2O_5 . — Trotz dieser starken Verdünnung war deutliches Zurückgehen der Tumoren an den Versuchsfischen zu bemerken, sowohl kleine wie auch umfangreichere Geschwülste wurden günstig beeinflußt oder zum Verschwinden gebracht.

Da die Übertragung sicher nicht direkt von Fisch zu Fisch stattfindet, muß daran gedacht werden, daß vielleicht ein Zwischenwirt den Parasiten verbreitet. — Diese Möglichkeit liegt um so näher, als neuerdings in Südamerika beim Menschen eine Schilddrüsenkrankheit studiert worden ist, die durch eine blutsaugende Wanze verbreitet wird. — Aber auch dieser Gedanke ist einstweilen nur Hypothese.

Die prinzipielle Übereinstimmung des Fischkropfes mit dem Kropf der Warmblüter wird dadurch bewiesen, daß es gelingt, mit Material aus einem verdächtigen Fischhälter bei Säugetieren (Ratten, jungen Hunden) Thyreoideavergrößerung hervorzubringen; man hatte den Schlamm von der Wand des Hälters abgeschabt und verfüttert. Wurde dies Material gekocht, so erwies es sich unwirksam.

Die Akten über diese hochinteressante Krankheit sind noch nicht geschlossen. Trotz aller Wahrscheinlichkeitsgründe ist der Beweis, daß ein Parasit der Erreger sei, noch nicht unwiderleglich gelungen.

Auch bleibt noch manches zu untersuchen bezüglich der physiologischen Wirkung der Thyreoideavergrößerung auf den Fisch. Gibt es Erscheinungen, die denen bei Basedowscher Krankheit entsprechen? — Unsere Kenntnis der normalen Physiologie der Fische ist noch nicht so ausgebildet, daß feinere Schwankungen sich nachweisen ließen; und dasselbe gilt für die Mehrzahl der Fischkrankheiten. Wahrhaft nutzbringend wird ihr Studium erst werden, wenn die Pathologie gründlichere Unterstützung von seiten der Physiologie erfährt.

Die Indianer der Vereinigten Staaten von Amerika.

Von H. Fehlinger, München.

Die Indianer im Gebiete der heutigen Vereinigten Staaten waren an Kopfhöhe gewiß nie stark. Ihre nomadische Wirtschaftsweise hatte eine geringe Bevölkerungsdichtigkeit zur Voraussetzung, und eine beträchtliche Volksvermehrung wurde durch die fortwährenden

Kriege der Stämme untereinander verhindert. Die Bevölkerungszahl Nordamerikas zu Beginn der europäischen Kolonisation war schon oft Gegenstand der Spekulation. Gewöhnlich wurde sie stark über- oder unterschätzt. Manche Extremisten bildeten sich ein, daß einst Millionen von Indianern im Gebiet der Vereinigten Staaten lebten, während andere behaupteten, es habe trotz aller Kriege, Seuchen, Zersprengung und Zwangsansiedlung von Stämmen keine Bevölkerungsabnahme stattgefunden. Die Vertreter dieser Ansicht stützen sich auf Angaben der Kopfhöhe, die aus verhältnismäßig neuer Zeit stammen, der Periode seit der Unabhängigkeitserklärung der Vereinigten Staaten. Es mag wohl sein, daß mit dem Ende des 18. Jahrhunderts keine bedeutende Verminderung der Volkszahl der Indianer stattfand. Vorher jedoch sind manche Stämme durch die europäischen Kolonisten ganz ausgerieben und andere arg geschwächt worden. Seuchen trugen noch bis in die dreißiger Jahre des letzten Jahrhunderts viel zur Dezimierung der Indianer bei.

James Mooney¹⁾ nimmt auf Grund eingehender Berechnungen an, daß zu Beginn der europäischen Besiedelung im nunmehrigen Hauptland der Vereinigten Staaten eine Indianerbevolkerung von 846 000 Personen und in Alaska eine solche von 72 000 Personen lebte. Im Jahre 1910 ergab die Volkszählung im Hauptland der Vereinigten Staaten 265 683 und in Alaska 25 331 indianische Einwohner. Zwanzig Jahre vorher wurden im Hauptlande 248 253 Indianer gezählt. Doch ist zu beachten, daß unter den im Volkszählungsbericht als „Indianer“ bezeichneten Personen sehr viele Mischlinge aus Ehen von Indianern mit Weißen sind; solche Mischlinge sind häufig und im Zunehmen begriffen, so daß die Indianer als reine Rasse bald verschwunden sein werden²⁾. Namentlich bei den sogen. fünf zivilisierten Stämmen im Staat Oklahoma ist die Vermischung sehr weit gediehen. Bei einem davon, dem Stamm der Cherokees, waren seit einem Jahrhundert alle führenden Männer Mischlinge und 1905 waren kaum ein Viertel der Stammesangehörigen reine Indianer. Viele Stämme, namentlich jene, welche ehemals an der atlantischen Küste und am Golf von Mexiko wohnten, haben überdies einen beträchtlichen Teil Negerblut aufgenommen³⁾.

In manchen Gebieten der Vereinigten Staaten haben sich nur mehr wenige Indianer erhalten; dort wurden die Indianer entweder vernichtet oder sie wurden in Reservationen in anderen Gebieten versetzt. Im Jahre 1910 gab es in den Neu-England-Staaten, im äußersten Nordosten der Union, bloß 2076 Indianer, in den mittelatlantischen Staaten betrug ihre Zahl 7717, in den südatlantischen Staaten 9054, in den südöstlichen Zentralstaaten 2612, in den südwestlichen Zentralstaaten 76 767 (im Staate Oklahoma allein 74 825), in den nordöstlichen Zentralstaaten 18 255, in den nordwestlichen Zentralstaaten 41 406, in den Felsengebirgsstaaten 75 338 und in den Staaten an der Küste des Stillen Ozeans 32 458.

Das Geschlechterverhältnis entspricht bei den Indianern fast genau jenem bei den von einheimischen Eltern abstammenden weißen Amerikanern; beide Bevölkerungsbestandteile weisen einen Männerüberschuß auf, während die Neger der Vereinigten Staaten einen

¹⁾ Handbook of American Indians, herausgeg. v. Bureau of Ethnology, Bd. 2, S. 287; Washington 1910.

²⁾ Thirteenth Census of the United States, 1910, Bd. 1, S. 300. Washington 1913.

³⁾ Chamberlain und Mooney, Artikel „Mixed Bloods“ in Handbook of Am. Indians Bd. 1, S. 913—914.

Frauenüberschuß haben. Auf je 1000 weibliche kamen männliche Personen bei den

	einheim. Weißen	Indianern	Negern
1910	1040	1035	989
1890	1035	1026	995*

Im Jahre 1910 bestand die indianische Bevölkerung des Hauptlandes der Vereinigten Staaten aus 135 133 männlichen und 130 550 weiblichen Personen (50,9 und 49,1 %). In den meisten vorwiegend von Mischlingen bewohnten Staaten Mittel- und Südamerikas herrscht Frauenüberschuß, und dasselbe gilt von Europa mit Ausnahme der Balkanstaaten (vor den Kriegen). Männerüberschuß, wie bei den weißen und indianischen Nordamerikanern, besteht hingegen in fast allen Ländern Asiens und Afrikas, wo Volkszählungen stattfanden, ferner in allen australischen Staaten. Die Ursachen dieser auffallenden Verschiedenheiten im Geschlechterverhältnisse sind bisher nicht aufgeklärt.

Im Altersaufbau unterscheidet sich die indianische von der einheimischen weißen Bevölkerung der Vereinigten Staaten durch stärkere Besetzung der jüngeren und schwächere Besetzung der höheren Altersklassen, mit Ausnahme jener von 65 Jahren aufwärts.

Von je 1000 Personen standen im

Alter von	Einheim. Weiße	Indianer
weniger als 5 Jahren	132	152
5—14 Jahren	226	256
15—24 „	197	189
25—44 „	262	226
45—64 „	136	124
65 oder mehr	44	49

Die verhältnismäßig größere Zahl jugendlicher Personen unter den Indianern ist darauf zurückzuführen, daß alle Kinder aus Mischehen den Indianern zugerechnet werden, während von den Eltern aber nur eines der indianischen Bevölkerung angehört. Zu der Annahme einer größeren Fruchtbarkeit der Indianer berechnen daher die vorstehenden Zahlen nicht.

Wahrscheinlich ist allerdings bei den Indianern die Fruchtbarkeit und ebenso die Kindersterblichkeit größer als bei den Weißen. Darauf weisen z. B. die Ergebnisse einer Untersuchung hin, die Dr. A. Hrdlička bei San-Carlos-Apachen und Pima-Indianern anstellte¹⁾. Bei 37 Apachenfrauen, deren reproduktive Periode als abgeschlossen zu betrachten war, betrug die Zahl der Geburten, ohne Fehlgeburten, insgesamt 258 oder durchschnittlich 7; die höchste Kinderzahl einer Frau war 12, die geringste war 2. Auf 100 Mädchen kamen 115 Knaben. Von den Kindern überlebten zur Zeit der Erhebung Hrdličkas aber nur noch 103 oder 40 %, 155 oder 60 % waren gestorben. Die Sterblichkeit ist bei Knaben und Mädchen ungefähr gleich groß.

Noch ungünstiger waren die Verhältnisse bei den Pima-Indianern. Die Gesamtzahl der Kinder von 35 Pimafrauen war 246. Es trafen 112 Knaben auf je 100 Mädchen. Die Geburtenzahl der einzelnen Frauen bewegte sich zwischen 0 und 12, (im Durchschnitt betrug sie ebenfalls 7. Von den 246 Geborenen überlebten 83 oder 34 %, während 163 oder 66 % gestorben waren. Von 17 Frauen beider Stämme, die je 10—12 Kinder geboren hatten, waren zusammen bloß 57 Kinder am Leben. Kinderlose Ehen scheinen ganz selten zu sein, kinderreiche Ehen sind dagegen sehr häufig. Die Eheschließung erfolgt im allgemeinen in einem früheren

Lebensalter als bei den Weißen; bei den noch wenig kultivierten Stämmen des Westens heiraten viele Mädchen bald nach erlangter Geschlechtsreife.

Im Jahre 1910 gestaltete sich die prozentuale Verteilung der 15jährigen und älteren Personen nach dem Zivilstand bei den Indianern und bei den einheimischen Weißen, wie folgt:

Ledig Verheir. Verwitw. Geschieden
in Prozenten

a) Indianer:				
Männl. Geschl.	34,1	57,4	6,6	0,8
Weibl. Geschl.	21,2	63,8	13,1	1,2
b) Weiße:				
Männl. Geschl.	38,1	56,3	4,5	0,5
Weibl. Geschl.	29,9	59,4	9,8	0,6

Von den Indianern ist also ein erheblich höherer Prozentsatz verheiratet oder verheiratet gewesen als von den Weißen. Auffallend ist auch die relativ große Zahl der Verwitweten und Geschiedenen unter der indianischen Bevölkerung.

Über die Gesundheitsschädigungen der Indianer schreibt Hrdlička in dem schon erwähnten Handbuch¹⁾, daß wenig Anhaltspunkte über jene Krankheiten vorhanden sind, die vor der Ankunft der Weißen unter den Indianern herrschten. Die Traditionen der Indianer, ihre vielseitigen Heilriten, die zweifellos sehr alten Ursprungs sind, die heilkräftigen Eigenschaften, die vielen Pflanzenprodukten zugeschrieben werden, wie die zahlreiche Klasse der professionellen Heilkundigen, zeigen wohl an, daß Krankheiten in der vorkolumbischen Zeit nicht selten waren. Der Zustand der in alten Gräbern gefundenen Knochen, die Aussagen europäischer Reisender, die zu Anfang der Kolonialzeit mit den Indianern in Berührung kamen und der gegenwärtige Zustand mancher Stämme berechtigen jedoch zu der Annahme, daß die Indianer im ganzen eine gesunde Rasse waren. Gewisse Krankheiten der Alten Welt, wie Pocken und Rhachitis, kamen wahrscheinlich in vorkolumbischer Zeit unter den Indianern nicht vor, während andere, wie Tuberkulose, Cholera, Scharlach, Krebs usw. selten waren. Seit der europäischen Kolonisation haben namentlich Tuberkulose, Syphilis und Alkoholismus unter den Indianern verheerend gewirkt. Gegenwärtig haben die Indianer, und ganz besonders die Indianermischlinge, unter vielen Krankheiten zu leiden. Bemerkenswert ist, daß die reinrassigen Indianer noch immer von den meisten jener schweren Krankheiten und Gebrechen frei sind, die auf defekter erblicher Veranlagung beruhen. Das weist darauf hin, daß die Blutmischung vielfach, wenn schon nicht allgemein, gegen das Lebensinteresse einer Rasse verstößt. Angeborene Mißbildungen sind sehr selten, doch ist dies darauf zurückzuführen, daß die behafteten Kinder gewöhnlich nicht am Leben gelassen werden. Am häufigsten kommen jetzt Krankheiten der Verdauungsorgane vor; sie sind in der Kindheit die Folge ungehöriger Ernährung und namentlich des allgemeinen Genusses roher unreifer Früchte und Gemüses, im späteren Alter werden sie durch zeitweisen Nahrungsmangel, der mit übermäßiger Nahrungsaufnahme wechselt, sowie durch Unregelmäßigkeit der Mahlzeiten und die Vorliebe für Fett und nur halbgekochte Speisen, übermäßigen Genuß von Kaffee usw. verursacht. Andere häufige Erkrankungen sind Malaria, Bronchitis, Lungenentzündung, Brustfellentzündung und Masern. Lungentuberkulose und Skro

¹⁾ Hrdlička, Physiological and Medical Observations among the Indians etc., S. 44 ff. Washington 1908.

¹⁾ Handbook of Amer. Ind. I., S. 540—541.

fulose sind häufig, besonders bei den in Reservationen in den kälteren Landesteilen wohnenden Indianern, wie z. B. bei jenen in den Staaten Dakota und Montana. Diese Indianer leben in kleinen ungesunden Hütten, die schlecht gelüftet und überfüllt sind, und die oft überheizt werden. Die Kleidung ist schwerer als früher, die Lebensführung weniger aktiv und die Art der Nahrungsmittel hat gewechselt. Dazu kommt die völlige Unkenntnis der ansteckenden Natur der Tuberkulose. Entzündungen der Augenbindehaut treten gleichfalls häufig auf und führen zu Gesichtdefekten und völliger Blindheit. Gehörmängel werden gewöhnlich nur bei alten Leuten angetroffen. Kropf ist sehr weit verbreitet, aber selten vorherrschend; man findet ihn besonders unter einigen Zweigen der Sioux, bei den Menominee, Oneida, Krähenindianern und den Weißen-Berg-Apachen. Einzelne Fälle von Albinismus wurden bei einer Anzahl Stämme beobachtet; relativ häufig ist Albinismus nur bei den Hopi und den Zuñi. Frauenkrankheiten sind unter den Indianern seltener als unter den weißen Amerikanern. Obwohl sich die Indianer Kinder wünschen und sie lieb haben, so kommt doch Kindsabtreibung bei allen Stämmen vor, die Dr. *Hrdlička* besuchte. Die älteren Leute geben die Tatsache ohne viel Zögern zu. Die Ursachen der Abtreibungen sind bei den unverheirateten Mädchen Beschämung oder Furcht, bei den verheirateten Frauen das Unvermögen, für eine große Familie zu sorgen, oder der Wunsch, den Mühen der Aufzucht weiterer Kinder zu entgehen. Manchmal wird künstliche Sterilität herbeizuführen gesucht, doch sind die angewendeten Mittel wirkungslos. Getötet werden nur mißgebildete Kinder.

Von Verbrechen sind unter den Indianern Gewalttaten infolge von Trunkenheit am häufigsten. Bei normalem Geisteszustand sind die Indianer wenig zu Gewalttätigkeit, wohl aber zu Betrug und Diebstahl geneigt. Verbrechen, die mit dem Geschlechtsleben zusammenhängen, sind bei den Indianern, von Eifersuchtsdelikten abgesehen, seltener als bei den weißen Amerikanern. Verbrechen aus Rachsucht kommen ebenfalls selten vor.

*

Was die körperliche Erscheinung der Indianer betrifft, so ist vor allem zu betonen, daß sie keineswegs „Rothäute“ sind, noch daß sie so viele mongolische Züge aufweisen, als früher behauptet wurde. Im Gegenteil, sie unterscheiden sich in viel mehr Merkmalen von den Mongolen, als es Übereinstimmungen zwischen beiden gibt. Die Hautfarbe der Indianer ist braun in verschiedenen Schattierungen. Sehr dunkle Individuen, deren Hautfarbe Schokoladebraun nahekommt, findet man innerhalb der Vereinigten Staaten nur im fernen Südwesten. Die dunkelsten Stellen der Haut sind, nach *Hrdlička*¹⁾, die Handrücken, Gelenke, der Nacken, die Achselhöhlen, die Brustwarzen, die Bauchgegend und die unbedeckten Stellen der Füße. Die Haarfarbe ist allgemein schwarz, mit einem bläulichen oder bräunlichen Ton. Durch dauerndes Barköpfigsein erhält das Haar einen rostfarbenen Ton. Das Kopfhaar ist straff, fast kreisförmig im Durchschnitt, etwas gröber als bei den Weißen, reich und lang. Der Bart der Männer, der meist ausgezupft wird, besteht in spärlichem Haarwuchs auf der Oberlippe und am Kinn. Der Bartwuchs scheint erheblich später aufzutreten als bei den Weißen. Auch sonst ist die Terminalbehaarung bei den Indianern spärlich entwickelt; häufig mangelt

jeder Haarwuchs sogar in den Achselhöhlen und am Schamberg. Die Haut ist etwas dicker als bei den Weißen. Die Farbe der Augen bewegt sich zwischen Nußbraun und Dunkelbraun. Die Konjunktiva ist in der Jugend bläulich, bei Erwachsenen und namentlich im Alter schmutzig gelblich. Die Iris ist oft von einem schmalen aber sehr deutlich ausgeprägten Kreis umgeben.

Das Gesicht ist in der Kindheit wohl gerundet und angenehm, in der Jugend und im früheren reifen Alter interessant und gelegentlich hübsch; im Alter wird es stark runzelig. Die Kopfform, namentlich das Längenbreitenverhältnis des Kopfes, ist selbst in benachbarten Örtlichkeiten stark wechselnd. Die Stirn ist bei Erwachsenen verhältnismäßig niedrig und bei Männern etwas nach rückwärts zurücktretend. Die Augenbrauen, die vielfach ausgezupft werden, sind häufig über der Nase zusammengewachsen. Die Augenlider sind häufig herabhängend und bei Kindern ist die sog. Mongolenfalte allgemein. Die Nasenwurzel ist etwas eingesunken, und die Nase ist gewöhnlich an der Basis kürzer und breiter als bei Europäern; bei Männern herrscht der aquiline Nasenrücken vor, und bei vielen reicht die Nasenspitze über die Basis des Septums herab. Die Lippen sind wohlgeformt und gewöhnlich nicht dicker als bei den Weißen. Prognathie ist dagegen stärker ausgebildet als bei der weißen Rasse. Die Ohren sind ziemlich groß und manchmal etwas dick. Der Hals ist nie lang. Der Körper ist in der Regel gut proportioniert. Die Brust ist meist genügend breit, besonders bei den Männern. Der Bauch, der bei Kindern unverhältnismäßig groß ist, behält später nur geringe Fülle. Die Krümmung der Wirbelsäule ist mäßig, die Hüften sind relativ schmal. Die Arme sind gut geformt und mittelmäßig muskulös, die Beinlänge ist im Verhältnis zur Gesamtlänge gewöhnlich etwas geringer als bei den Europäern. Die Brüste der Frauen sind von mittlerer Größe und bei kinderlosen Personen kegelförmig. Warze und Warzenhof treten stärker hervor als bei Europäerinnen. Im höheren Alter werden die Brüste klein und schlaff. Die Körpergröße ist bei den einzelnen Stämmen und innerhalb desselben Stammes sehr verschieden. Es scheint, daß sie im allgemeinen vom Nordosten nach Südwesten abnimmt, doch gibt es viele Ausnahmen von der Regel. Die individuelle Variationsbreite bewegt sich bei den meisten Stämmen und bei beiden Geschlechtern innerhalb von 30 cm. Die Frauen sind nach Dr. *Hrdlička*s Beobachtungen durchschnittlich um 12½ cm kleiner als die Männer; der Unterschied ist bei den hochwüchsigen Stämmen größer als bei den kleinwüchsigen.

Die Indianer gehören zu den Rassen mit verhältnismäßig geringer Differenzierung der sekundären Geschlechtsmerkmale, d. h. der Unterschied zwischen einem erwachsenen Mann und einer erwachsenen Frau ist geringer als bei den Europäern und anderen Rassen mit weitgediehenem Geschlechtsdimorphismus. Vor allem fällt die große Ähnlichkeit der männlichen und weiblichen Gesichtsbildung auf. Die Gestalten der Frauen erinnern durch die breite Entwicklung der Schultern und die schmalen Hüften an männliche Körper¹⁾. Es handelt sich dabei aber eigentlich nicht um ein Umschlagen des männlichen in den weiblichen Typus, ebenso wenig als der umgekehrte Fall eintritt, sondern die Umbildung von Systemmerkmalen in Geschlechtsmerkmale ist wenig weit vorgeschritten, die

¹⁾ Handbook I, S. 53.

¹⁾ Vgl. *Stratz*, Die Rassenschönheit des Weibes, 5. Aufl., S. 74 ff.

Körperentwicklung ist, was sexuelle Differenzierung anbelangt, auf einem früheren Stadium stehen geblieben¹⁾. Der Grad der Differenzierung der System- zu Geschlechtsmerkmalen hängt jedenfalls mit der verschiedenen Schärfe der geschlechtlichen Zuchtwahl bei den einzelnen Menschenrassen zusammen.

Eine neue Methode drahtloser Telephonie.

Während die drahtlose Telegraphie in den letzten Jahren eine ungewöhnlich schnelle Entwicklung durchgemacht hat, ist dies bei der drahtlosen Telephonie bisher so wenig der Fall, daß man sagen kann, nachdem es gelungen war, ungedämpfte Wellen herzustellen, ist von einem Fortschritt in diesem Spezialgebiet überhaupt nicht mehr die Rede gewesen. Allerdings sind die Erfindungen der verschiedenen Methoden zur Erzeugung von ungedämpften Schwingungen auch der drahtlosen Telephonie zugute gekommen. Sie konnte aber mit dieser Steigerung der Energie nichts anfangen, da es ihr nicht möglich war, die großen Antennenstromstärken wirksam durch die Schallschwingungen der menschlichen Sprache zu beeinflussen, da ihr ein Starkstrommikrophon fehlte.

Zur drahtlosen Telephonie waren die ersten Schwingungserzeugungsmethoden nicht zu verwenden. Diese Knallfunkmethoden arbeiteten mit schnell abklingenden Schwingungskomplexen, die in geringer sekundlicher Aufeinanderfolge hintereinander herliefen. Man erhielt so im Telefon einen Ton, über den naturgemäß ein Mikrophon nicht zu übertragen war. Erst der Paulsonsche Wasserstofflichtbogen gestattete zum ersten Male die Herstellung der ungedämpften Schwingungen, die, in der drahtlosen Telephonie verwendet, im Empfangstelephon zunächst keinen Ton erzeugen, da die Schwingungszahl dieser Hochfrequenzströme so groß ist, daß unser Ohr sie nicht hören kann. Um sie hörbar zu machen, mußte man den Antennenstrom entweder auf der Empfangsseite periodisch unterbrechen oder auf der Sendeseite ihn in irgendeiner Weise beeinflussen, und das letztere geschah bei der drahtlosen Telephonie durch die Einschaltung eines Starkstrommikrophons. Die gewöhnlichen Mikrophone der Drahttelegraphie dürfen nur mit einem relativ geringen Strom belastet werden. Durch Parallelschaltung mehrerer Mikrophone kann man noch einen Schritt weiter kommen; aber trotzdem ist die Beeinflussung des Antennenstroms durch die Sprechströme eine recht schlechte. Man hat daher seit langem versucht — und die Anregungen dazu kommen von der Kabeltelegraphie in gleich dringender Weise wie von der drahtlosen Telephonie —, ein Starkstrommikrophon zu konstruieren, also ein Mikrophon von großer Belastbarkeit. Einen Erfolg hat bisher nur das Starkstrommikrophon von *Majorana* gehabt, das meist als hydraulisches Mikrophon bezeichnet wird. Es beruht darauf, daß ein Flüssigkeitsstrahl, der aus einer Ausflußöffnung nach unten ausfließt, sich nach einer bestimmten Wegstrecke in einzelne Tropfen auflöst, und daß man die Abtrennungsstelle dieser Tropfen dadurch leicht beeinflussen kann, daß man den Druck an der Ausflußstelle ändert. Es werden die Schwankungen einer Telefonmembran auf den Flüssigkeitsstrom an der Austrittsstelle übertragen. In den Strahl selbst ragen zwei Elektroden

hinein. Bei Schwingungen der Telefonmembran wird so der Widerstand zwischen diesen beiden Elektroden, die den eigentlichen Mikrophonkontakt bilden, geändert.

Mit dieser Schaltung hat man bemerkenswerte Resultate erhalten. Aber auch so konnte man die starken Antennenströme, die die Erzeugung der elektrischen Wellen mittels der Hochfrequenzmaschine gezeitigt hat, nicht genügend beeinflussen, und ein weiterer Fortschritt in der drahtlosen Telephonie war einzig durch die Konstruktion einer weiteren Verbesserung des Starkstrommikrophons zu erwarten.

Jetzt ist nun von *L. Kühn* (Elektrotechnische Zeitschrift 1914, Seite 816) ein neues radiotelephonisches System beschrieben, das zwar nicht ein neues Starkstrommikrophon verwendet, das aber trotzdem die Möglichkeit bietet, durch eine besondere Verstärkungsanordnung die Schwingungen der menschlichen Sprache in voller Stärke auf den Antennenstrom zur Einwirkung zu bringen. Die Anordnung beruht auf folgendem: Umwickelt man ein Eisenbündel mit einer Spule, so ist der Selbstinduktionskoeffizient dieser Spule von der Stärke der Magnetisierung des Eisens abhängig. Schickt man also durch eine zweite, um den gleichen Eisenkern gewickelte Spule einen Gleichstrom, so ist der Selbstinduktionskoeffizient der ersten Spule eine Funktion des in der Magnetisierungsspule fließenden Stromes. Es zeigt sich nun, daß in einem bestimmten Strombereich des Magnetisierungsstromes der Selbstinduktionskoeffizient der ersten Spule sich ganz besonders gleichmäßig und schnell ändert. Überlagert man nun dem Magnetisierungsstrom einen von einem Mikrophon beeinflussten Sprechstrom, so wird der Selbstinduktionskoeffizient der Hauptspule sich im Takte des Sprechstromes ändern. Und schaltet man weiter diese Selbstinduktion in Serie mit einem Kondensator zu einem Schwingungskreis zusammen, so wird auch die Schwingungszahl dieses Schwingungskreises in der gleichen Weise beeinflusst. Mit diesem Schwingungskreis ist der Antennenkreis gekoppelt und dieser wird nur dann voll erregt werden, wenn seine Schwingungszahl mit der des geschlossenen, die veränderliche Selbstinduktion enthaltenden Kreises übereinstimmt. Da sich diese Schwingungszahl aber analog den Sprechönen ändert, so wird auch die von der Antenne ausgestrahlte Energie sich in gleicher Weise ändern. Es ist gelungen, mit einer Energie von 8,7 Watt im Mikrophonkreis eine Antennenenergie von 7,5 Kilowatt zu beeinflussen. Die neue Anordnung, die von der Gesellschaft für drahtlose Telegraphie durchgebildet ist, bedeutet einen wichtigen Fortschritt in der Entwicklung der drahtlosen Telephonie.

P. Lg.

Besprechungen.

Becher, Erich, Naturphilosophie. Die Kultur der Gegenwart, ihre Entwicklung und ihre Ziele, herausgegeben von *Paul Hinneberg*; dritter Teil, siebente Abteilung, erster Band, Redaktion *C. Stumpf*. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1914. X, 427 S. Preis geb. M. 16,—.

In Aufsätzen in der *Deutschen Revue* habe ich mehrmals darauf hingewiesen, wie notwendig jetzt für eine Vertiefung unserer Naturanschauung auf Grund der neueren naturwissenschaftlichen wie philosophischen Errungenschaften das Zusammenarbeiten der Philosophen und Naturforscher ist. Nachdem erst die Philosophen für sich und dann die Naturforscher für sich die Natur-

¹⁾ *Tandler-Groß*, Biol. Grundlagen der sek. Geschlechtscharaktere, S. 130. Berlin 1913.

philosophie behandelt haben, mitunter in einem bewußten und sogar gewollten Gegensatz zueinander, bahnt sich neuerdings jenes Zusammenarbeiten an. Schon können die Philosophen an den großartigen Entdeckungen der Naturwissenschaft nicht vorbeigehen, andererseits aber finden sich die Naturforscher mehr und mehr gezwungen der Erkenntnistheorie ihre Aufmerksamkeit und ihr Studium zuzuwenden. So unfruchtbare dialektische Systeme auf der einen Seite und abstoßende, rein auf das Tatsächliche sich zusammenziehende auf der andern Seite, werden nicht mehr aufgestellt oder beachtet. Mehr und mehr geht der Philosoph in die Schule des Naturforschers und der Naturforscher in die des Philosophen. Und so allein ist es richtig. Gerade die Naturphilosophie kann nicht die Domäne allein der Philosophie oder allein der Naturwissenschaft sein, sie gehört durchaus beiden Wissenschaften an. Wüste der Erörterung und Wildheit der Hypothesen würden uns erspart geblieben sein, wenn das von je so gewesen wäre und wir dem Beispiel der so außerordentlich hochstehenden ionischen Naturphilosophen gefolgt wären.

In dem vorliegenden Buche von E. Becher haben wir das Erzeugnis eines Philosophen, der sich die Naturwissenschaft zu eigen gemacht hat, zu begrüßen. Die Zweiseitigkeit der Behandlung drückt sich schon äußerlich in der Zweiteilung des Buches aus: Naturerkenntnistheorie und Gesamtbild der Natur. Innerlich sind Erkenntnistheorie und naturwissenschaftliche Erkenntnis durchaus verwoben, und der Verfasser geht in der Naturwissenschaft nicht minder wie in der Philosophie auf die intrikatesten Untersuchungen und neuesten Errungenschaften ein. So liest sich alles bei diesem Philosophen ganz modern-naturwissenschaftlich, und er setzt eine gehörige Menge von Kenntnissen für den Philosophen in der Naturwissenschaft, für den Naturforscher in der Philosophie voraus. Im wesentlichen freilich hat man den Eindruck, daß der Verfasser nach beiden Seiten unterrichtend wirken wollte; es ist eine naturwissenschaftliche Naturphilosophie für den Philosophen und eine philosophische Naturphilosophie für den Naturforscher, und beide kommen auf ihre Rechnung.

Zunächst wird sehr eingehend die Aufgabe der Naturphilosophie untersucht und von der Aufgabe der Philosophie der Naturwissenschaft scharf geschieden. Jene „will das Ganze der Natur erkennen“. Diese hat die besondere Wissenschaft zum Gegenstande, „sie will deren logische Struktur, Voraussetzungen und Methoden erforschen“. Diese Scheidung ist für die Beurteilung des Buches sehr wichtig. Des Verfassers Aufgabe ist, nur das erste zu behandeln, beim zweiten beschränkt er sich auf das Notdürftigste. „Es gilt also, die für die Welt- und Lebensauffassung wichtigsten naturwissenschaftlichen Erkenntnisse, Probleme, Untersuchungen und Begründungen in sachlicher Ordnung zu einem Bilde der Gesamtnatur zu vereinigen; dies Bild ist durch vorläufige Vermutungen, welche der die einzelnen Naturwissenschaften überschauende Blick angibt, zu vervollständigen, durch erkenntnistheoretische Untersuchungen zu fundieren, von Widersprüchen zu befreien und zu klären.“ Indem der Verfasser von der Erkenntnistheorie auch nur denjenigen Teil behandelt, der sich auf die Natur bezieht, also insbesondere auch rein psychologische Fragen ausschließt, gewinnt er durch eine weitere Begrenzung dessen, was für ihn „Natur“ sein soll, die Möglichkeit einer verhältnismäßig einfachen Behandlung seines Gegenstandes, mit der wohl namentlich Naturforscher zufrieden sein wer-

den. Die „Natur“ ist für ihn wesentlich der Inbegriff der Körperwelt. Andere Faktoren weist er nicht ab. Man könne auch sagen „zur Natur gehören neben den körperlichen Realitäten unkörperliche Weltfaktoren, sofern letztere zum Verständnis des körperlichen Geschehens heranzuziehen sind“. Für die im Nachsatz enthaltene Beschränkung werden viele Sinn haben; ich selbst fasse sie nur mit Bezug auf die gestellte besondere Aufgabe auf. Und so, glaube ich, ist auch die gegebene Definition der „Regelmäßigkeit“, der „Kausalität“ usw. zu beurteilen, wenn es z. B. vom „Kausalprinzip“ heißt: „Zu allem in der Zeit Entstandenen gibt es eine Ursache, d. h. ein Etwas, mit dessen Vollendung das erstere immer eintritt.“ Höchst lehrreich ist, was der Verfasser über die Psychogenese dieses Kausalsatzes — den er ein „Prinzip“ nennt, „um anzudeuten, daß er zu den obersten, grundlegenden Voraussetzungen gehört“ — ausführt. Ich nehme mir aber die Freiheit, hierüber und über manches andere Prinzip auf mein Buch „Philosophische Grundlagen der Wissenschaften“ zu verweisen, wo ein ganz anderer Standpunkt vertreten wird. Sehr sympathisch berührt es, daß der Verfasser trotz scharfer Kritik anderer Ansichten doch nicht seine Meinung aufdrängt. In der Tat werden ja erkenntnistheoretische Fragen so lange verschieden beantwortet werden, als Menschen sich mit ihnen beschäftigen, und bei aller Wirklichkeitsauffassung gibt der Verfasser doch auch apriorische Grundlagen zu. Referent wüßte auch kaum, wie man ohne solche auskommen sollte. Und dem, was der Verfasser von der Notwendigkeit von Hypothesen gegen Positivisten wie *Comte* und *Ostwald* sagt, kann man nur zustimmen. Interessant ist auch sein Verhältnis zum Transzendentalismus.

Der zweite Teil des Buches enthält also das Naturbild. Er ist wie von einem Physiker und Physikochemiker geschrieben, mit Blicken auf die erkenntnistheoretische Seite. Die Struktur der Körper ist behandelt nach den alten Stoff- und modernsten Elektronenlehren; dann kommen „problematische körperliche Realitäten im leeren Raum“. Eine apriorische Ablehnung des „leeren“ Raumes wird für unzulässig erachtet. Doch erklärt der Verfasser, daß die „Frage und das Problem, ob neue körperliche Dinge neben den gewöhnlichen Körpern und ihren Bausteinen anzunehmen sind, noch recht im argen liegen“, und das ist leider zuzugeben, namentlich seit Erwachen der Relativitätslehre. Die Äthertheorie mit ihren bekannten, den Physiker so quälenden Wunderlichkeiten wird dargelegt, wobei die verschiedenen Lehren über das Licht Beschreibung finden, zugleich mit allen Lehren über Elektromagnetismus. Auch die Frage der Beweglichkeit des Äthers wird behandelt mit dem Michelsonschen Versuch, dem entscheidende Bedeutung beigemessen wird. Daß ihm diese nicht zukommt, hat der Referent in seinem Werke „Physik der bewegten Materie und die Relativitätstheorie“ nachgewiesen. Es ist also auch noch nicht nötig, zu der „Stofftheorie“ des Feldes zu greifen, obwohl ihr allerdings gewisse Vorzüge zukommen. Die Relativitätslehre wird nur gestreift, sie ist in einem anderen Werke des Verfassers besprochen (Weltgebäude, Weltgesetze, Weltentwicklung). Ein weiterer Abschnitt ist dem „Geschehen an den unbelebten Körpern“ gewidmet, es handelt sich namentlich um die kinematische und die mechanische Auffassung der Vorgänge und der Stoffe, die Substanz der körperlichen Welt soll aber mindestens

eine Qualität haben müssen. Und dazu heißt es: „Vielleicht bleibt nur ein qualitativer Unterschied, der zwischen positiver und negativer Elektrizität.“ Der letzte Abschnitt lautet: „Die lebenden Körper und das Lebens-Geschehen.“ Alle physischen Erscheinungen am lebenden Körper werden besprochen, aber auch Vererbung, Reizbarkeit, Degeneration usw. Dann die Beseelung, Abstammung, Urzeugung (mit der Arrheniusschen Schleudertheorie), Teleologie, Selektion, Adaptation, Vitalismus. Kurz, das meiste, was wir an die Namen *Lamarcks* und *Darwins* und ihrer Gegner zu knüpfen pflegen. Hier ist alles naturgemäß nur sehr kurz behandelt. Von welcher außerordentlichen Bedeutung das nur gestreifte Verhalten des Lebens gegen das Entropiegesetz für die Beurteilung des „Lebens“ selbst ist, glaubt der Referent in mehreren Werken und Abhandlungen nachgewiesen zu haben, da es dem Leben durchaus eine Sonderstellung der physischen Welt gegenüber zuweist. Mit einem Hinweis auf die Möglichkeit des monistisch-idealistischen Weltbildes schließt das Buch, das allen gern denkenden Menschen empfohlen werden muß.

Weinstein, Charlottenburg.

Ostwald, Wilhelm, Moderne Naturphilosophie. 1. Band: Die Ordnungswissenschaften. Leipzig, Akadem. Verlagsgesellschaft, 1914. VII, 410 S. Preis geh. M. 12,—, geb. M. 13,20.

Die Philosophie ist noch immer die Königin unter den Wissenschaften. Oder könnte es einen besseren Beweis für diese Behauptung geben als den, daß Männer, die auf ihren fürstlichen Gebieten unumstrittene Herrscher sind, alles aufgeben, um nach jener königlichen Krone zu greifen? *Ostwald* gehört zu den Gründern einer jungen und doch schon mächtig erblühten Disziplin, der physikalischen Chemie; aber im reifen Mannesalter ist er, anfangs schüchtern, zur Philosophie übergegangen. Jetzt hat er jede Schüchternheit abgestreift und tritt mit dem ersten Bande eines groß angelegten Werkes „Moderne Naturphilosophie“ auf den Kampfplatz. Vielleicht ist übrigens das in diesem Worte liegende Bild verfehlt; denn es ist anzunehmen, daß diejenigen, für die das Buch bestimmt ist, es mit kampfloser Begeisterung aufnehmen, und daß diejenigen, für die es der Verfasser vielleicht auch bestimmt hat, es ebenso kampflos ablehnen werden. Jene sind die vielen Tausende, die das Bedürfnis haben, das in ihnen nur zum kleineren Teile wache, zum größeren Teile aber schlummernde Fühlen, Denken und Trachten der Zeit sich von einem Höheren so vorführen zu lassen, daß sie mit steigender Befriedigung von einem Kapitel zum nächsten lesen und am Schlusse befreit ausrufen: ja, so habe ich mir's gedacht, ich habe es nur nicht klar herausarbeiten können! Die andern aber sind die Fachphilosophen, die über den naiven Naturalismus derer, die von der Physik, Chemie oder Biologie herkommen, lächeln und nicht merken, daß sich hier — natürlich nicht immer, aber doch zuweilen — ein System aufbaut, tiefer und dabei freier, als die meisten der aus der historischen Schule der Philosophie stammenden. Gibt es doch selbst einem *Wundt* gegenüber immer noch Fachphilosophen, die ihm die Herkunft anzusehen meinen und ihn in gewisser Hinsicht nicht für voll nehmen.

Das Beiwort „naiv“, das soeben gebraucht wurde, wird sich *Ostwald* gefallen lassen müssen, aber in seinem besten Sinne auch gefallen lassen dürfen. In dem Sinne, in dem ein mit allen Werkzeugen des Geistes und der Bildung ausgestatteter Mensch frisch

und fröhlich ans Philosophieren geht, ohne vor irgend welchen Schwierigkeiten zurückzuschrecken und ohne sich sonderlich den Kopf darüber zu zerbrechen, wo die Probleme anfangen und wo sie aufhören. Damit soll selbstverständlich nicht gesagt sein, daß das vorliegende Werk ungeordnet sei; im Gegenteil, es trägt mit vollem Rechte den Untertitel „Ordnungslehre“ und faßt damit die beiden Fundamente allen Philosophierens, die Logik und die Erkenntnistheorie, in diejenige Einheit zusammen, die von Fachschulen, auch der allerneuesten Zeit, immer wieder künstlich auseinandergerissen wird, um zwei Einzelheiten zu erzeugen, die ohne einander schließlich doch nicht leben können.

Zugleich entkräftet *Ostwald* mit dem vorliegenden Bande die weit verbreitete und in gewissem Sinne auch nicht unberechtigte Meinung, er sei Energetiker, und zwar Nur-Energetiker. Die Energie ist für eine in der Naturlehre immer bedeutsamer werdende Richtung, wie man weiß, der Hauptbegriff, aber nicht der einzige und nicht der erste; die Begriffe von Raum und Zeit und was, sei es daraus abstrahiert oder unabhängig davon, noch in unserem Vorstellungs- und Ideenkreise existiert, muß zweifellos vorangehen. Und so handelt es sich in diesem Bande um die allgemeinen Fragen der Begriffsbildung, um die Probleme der Zahl, des Raumes und der Zeit; also um Logik, Mathematik und Geometrie in ihrer selbständigen und wechselseitigen Bedeutung. Dabei ist es erstaunlich zu sehen, wie sich *Ostwald* seit dem Erscheinen seiner „Vorlesungen über Naturphilosophie“, aus denen das neue Werk hervorgegangen ist oder wenigstens hervorgehen sollte, gewandelt und entwickelt hat; derart, daß der alte Faden sehr bald abgerissen und ein ganz neues Gespinnst begonnen wird.

Es ist fast unmöglich, auf den Inhalt im einzelnen einzugehen oder bestimmte Kapitel als besonders beachtenswert herauszugreifen. Überall dominiert das, was man den naiv-vernünftigen Gang der Analyse und Synthese nennen könnte; und überall sind geistvolle Exkurse eingeschaltet, besonders da, wo die Untersuchung auf Lieblingsthemen des Verfassers führt, z. B. bei der Frage der natürlichen und künstlichen Sprache, oder das, was als das „Scandalum der Philosophie“ bezeichnet wird, oder die Einsinnigkeit der Zeit; hier, wie übrigens auch sonst vielfach, muß übrigens der Zusammenhang mit der Energielehre mit einer gewissen Gewaltigkeit unterdrückt werden, um Späteres nicht vorwegzunehmen.

Ostwald bezeichnet am Schlusse seiner Vorrede den Hinweis auf die beiden folgenden Bände nicht als Versprechen, sondern nur als Ausdruck eines Wunsches und einer Hoffnung. Da aber gerade Versprechungen zuweilen nicht gehalten werden, wollen wir uns in diesem Falle der umgekehrten Hoffnung hingeben, daß das Nichtversprochene trotzdem gehalten wird.

Felix Auerbach, Jena.

Poincaré, H., Wissenschaft und Methode. Deutsch mit erläuternden Anmerkungen von F. u. L. Lindemann. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. VI, 283 S. Preis M. 5,—.

Poincaré, H., Wissenschaft und Hypothese. Deutsch mit erläuternden Anmerkungen von F. u. L. Lindemann. Dritte Auflage. Leipzig, B. G. Teubner, 1914. XVII, 357 S. Preis M. 4,80.

Der Name *Poincaré* hat einen doppelten Klang: einen lauten, aber in dem Kriegslärm fast verhallenden; und einen leisen, aber warmen und, ob auch sein Träger frühzeitig und plötzlich erkaltet ist, darum nicht minder warmen Klang. Es ist über jeden

Zweifel erhaben, daß der Mathematiker, Physiker, Astronom und Philosoph *Henri Poincaré* sich heute von jener Kriegspsychose vornehm fernhalten würde, die auch einen großen Teil der Gelehrten ergriffen hat. Aber es ist ihm — fast darf man es so ausdrücken — das Glück zuteil geworden, diesen Krieg nicht mehr zu erleben, diesen blutigen Kampf zwischen zwei Nationen, deren einer er angehörte, deren anderer er freundschaftlich und wissenschaftlich nahe stand. Denn wenn er auch durch und durch Franzose war, so hatte er doch den Weltblick des großen Denkers, und keiner fremden Geistesrichtung stand er näher als der unserer.

Von *Poincarés* philosophischen Büchern liegt jetzt das dritte vor, das sich unter dem Titel „Wissenschaft und Methode“ an die beiden ersten — „Wissenschaft und Hypothese“, soeben in 3. Auflage erschienen, und „Der Wert der Wissenschaft“ — anschließt. Die Probleme, um die es sich handelt, sind in allen drei Bänden ungefähr die gleichen, nur werden sie von verschiedenen Standpunkten aus erfaßt, es wird bald das Ausgangssystem der Hypothesen, bald das Endziel, also der moralische und praktische Nutzen, bald die Arbeitsweise in den Vordergrund gestellt. Das letztere ist in dem vorliegenden Bande der Fall, allerdings derart, daß die Beziehung zum Hauptthema in den verschiedenen Kapiteln mehr oder weniger eng oder lose geknüpft ist. Schon die Auseinandersetzung mit Tolstoi, die das erste Kapitel enthält, ist sehr interessant und zeigt die verschiedene Wertung der Dinge von seiten zweier hervorragender Geister, die aus ganz verschiedenen Sphären heraus auf dasselbe Problem stoßen. Auch das pädagogische Kapitel enthält viel Beachtenswertes. Der größte Teil des Bandes ist der Mathematik und ihrer Stellung zur Logik gewidmet; und in dieser letzteren Hinsicht kommt eine gesunde und den Leser, der nicht auf eine einseitige Ideenwelt eingeschworen ist, erfrischende Skepsis hinsichtlich der neuesten Bestrebungen der mathematischen Logik zum Ausdruck. Andere Kapitel behandeln den Zufall, dieses merkwürdige Phänomen, das ganz gegen seine eigensten „Wünsche“ von der modernen Wissenschaft in Fesseln geschlagen wird, nämlich in die Fesseln des ehernen Gesetzes; die Relativität des Raumes, und zwar von ganz allgemeinen Gesichtspunkten aus, die auf die bezüglichen modernen Theorien ein helles Licht werfen; die neue Mechanik in ihren Beziehungen zur Optik, zur Radioaktivität und zur Astronomie. Einige weitere Kapitel betreffen speziellere Fragen, deren weitestvolle Behandlung aber ebenfalls weitere Kreise fesseln dürfte.

Inzwischen ist auch der Rest des philosophischen Lebenswerkes *Poincarés*¹⁾, der den vierten Band füllen sollte, aus seinem Nachlasse herausgegeben worden; vielleicht bietet sich demnächst Gelegenheit, auch darüber noch einiges zu sagen.

Felix Auerbach, Jena.

Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preuß. Akademie der Wissenschaften, herausgegeben von *A. Engler*. Heft 62 und 63. Leipzig und Berlin, Wilhelm Engelmann, 1914. Heft 62. Myzodendraceae mit 46 Einzelbildern in 9 Figuren von *Carl Skottsberg*. (17 S., Preis M. 1,—.)

Die Arten dieser kleinen, auf das temperierte Waldgebiet des andinen Südamerika beschränkten Familie

sind auf Buchen (*Nothofagus*) schmarotzende, dioecische Sträucher vom Habitus der Lorantheen; doch sind ihre nächsten Verwandten nicht bei diesen, sondern bei den Santalaceen zu finden, von denen sie hauptsächlich durch die Beschaffenheit der Frucht abweichen. Die männliche Blüte besteht aus 2 oder 3 Staubblättern, zwischen denen sich ein gelblicher Diskus, wahrscheinlich ein Fruchtknotenrudiment, befindet, die weiblichen aus 3 Staubblatttrudimenten (Staminodien) und einem dreikantigen, aus 3 Fruchtblättern bestehenden Ovar, das von einem diskusartigen Anhang gekrönt wird. Blütenhüllen fehlen. Abgesehen von den morphologischen Verhältnissen und der parasitischen Lebensweise bieten diese Gewächse auch in entwicklungsgeschichtlicher und chemisch-physiologischer Beziehung interessante Verhältnisse dar. Die Embryosackentwicklung ist abnorm; wie bei den Santalaceen bildet sich aus einer Teilzelle des sekundären Embryosackkerns (aus dem im übrigen das Endosperm hervorgeht) ein schlauchförmiges, einzelzelliges und einkerniges, dem Nahrungstransport dienendes Saugorgan (Haustorium), das durch den Nucellus, d. h. das den Embryosack umgebende Gewebe der Samenknope, in die Plazenta und, einem Leitbündel folgend, bis zur Basis der Blüte wächst, wo es sich reichlich verzweigt. Die Zellen der Stamm- und Blattepidermis sind bei gewissen Arten mit braunen, gelben Kugeln von unbekannter Natur erfüllt, die den Pflanzen ihre gelbe Farbe geben. Auch die Zellen der äußeren Rindenschichten des Stammes enthalten diesen Stoff; die inneren führen Chlorophyll. *Skottsberg* teilt die einzige Gattung *Myzodendron* in 2 Untergattungen: *Eumyzodendron* und *Gymnophyton*, jene mit 4, diese mit 7 Arten.

Heft 63. *Euphorbiaceae-Acalyphae-Mercurialinae* mit 317 Einzelbildern in 67 Figuren unter Mitwirkung von *Käthe Hoffmann* von *F. Pax*. (473 S., Preis M. 23,80.)

Dies ist schon das sechste der den Wolfsmilchgewächsen gewidmeten Hefte des „Pflanzenreichs“. Sie enthalten mehrere Unterfamilien der Euphorbiaceen, die mit Ausnahme von zweien (vgl. diese Zeitschrift, Jahrg. 1, S. 1273) von Prof. *Pax* bearbeitet worden sind. Auch von der Unterfamilie der Acalyphae ist die Tribus der Chrozophorinae bereits erschienen (s. d. Ztschr., Jahrg. 1, S. 195). Die Tribus der Mercurialinae umfaßt die apetalen Gattungen der Acalyphae mit Ausnahme einiger kleineren Gruppen. Es sind allermeist Sträucher oder Bäume, viel seltener kleine, niedrige Holzgewächse, noch seltener ausdauernde Kräuter, wie *Mercurialis perennis*. Vier Gattungen enthalten einjährige Arten, zu denen ja auch unsere *Mercurialis annua* gehört. Bemerkenswert ist die Verschiedenartigkeit der Blattgestalt; innerhalb der großen Gattungen *Mallotus* und *Macaranga* zeigt sie die größte Mannigfaltigkeit. Die Blüten sind mit geringen (monoecischen) Ausnahmen dioecisch. Doch treten in den Blütenständen zuweilen Blüten des anderen Geschlechts auf. Ehe man dies für *Mercurialis annua* erkannt hatte, glaubte man, daß die weiblichen Stöcke dieser Pflanze ohne Bestäubung (parthenogenetisch) Früchte bilden könnten, was durch Versuche von *Krüger*, *Strasburger* und *Bitter* in neuerer Zeit widerlegt worden ist. Eine andere *Mercurialina*, die als „parthenogenetisch“ früher in der botanischen Literatur eine große Rolle spielte, ist *Coelebotryne ilicifolia*. Diese Pflanze vermag in der Tat ohne Befruchtung keimfähigen Samen hervorzubringen, aber ihre Embryonen sind nicht aus der Eizelle, sondern durch

¹⁾ *H. Poincaré*, Letzte Gedanken. Leipzig, Akad. Verlagsges., 1914.

Adventivbildung aus Zellen des Nucellus hervorgegangen, woher es auch kommt, daß ein Same häufig mehrere Embryonen enthält (Polyembryonie). Die Abscheidung von Honig in Diskusdrüsen (*Mercurialis annua*) und in extrafloralen Nektarien dürfte mit Anpassung an Ameisenbesuch zusammenhängen; insbesondere scheint die Gattung *Macaranga* mehrere Stufen der Myrmecophilie aufzuweisen. Die Verbreitung der *Mercurialinae* fällt mit verschwindend wenig Ausnahmen, zu denen *Mercurialis* gehört, in den Tropengürtel. Von den tropischen Gattungen gehört die Mehrzahl der alten Welt an. Das weiteste Areal von diesen besitzt *Macaranga*; es reicht von Westafrika bis zu den Gesellschaftsinseln. Nur 13 von den 51 Gattungen sind amerikanisch. Die Gattungen *Alchornea* (46 Arten) und *Cleidion* (17 Arten) haben Vertreter in beiden Hemisphären. Von *Macaranga* werden nicht weniger als 171 Arten beschrieben. Ihr zunächst steht an mannigfacher Differenzierung die in Afrika, dem indischen Gebiet und dem Monsungebiet verbreitete Gattung *Mallotus*. Das Genus *Claoxylon*, das in Madagaskar, in Indien und dem Monsungebiet sowie auf den Sandwich-Inseln vertreten ist, weist 57 Arten auf. Von den amerikanischen Gattungen ist *Bernardia* (35 Arten) am reichsten gegliedert. Von *Mercurialis*, die der Tribus den Namen gegeben hat, werden nur 8 Arten (und 2 Bastarde) beschrieben. Wenige Arten der *Mercurialinae* sind Nutzpflanzen; die den Früchten von *Mallotus philippinensis* (Lam.) Müll. Arg. aufsitzenden, ein rotes Harz enthaltenden Drüsen haben unter dem Namen Kamala als Bandwurmmittel in das deutsche Arzneibuch Aufnahme gefunden. — Im Heft 63 gibt *Pax* noch eine Reihe von Nachträgen zu den früher beschriebenen Gruppen der Euphorbiaceen. Er beschreibt nicht nur eine große Zahl neuer Arten, sondern auch mehrere neue Gattungen. *F. Moewes, Berlin.*

Hayek, A. Edler von, Die Pflanzendecke Österreich-Ungarns. I. Band. 1. Lieferung. Leipzig und Wien, Franz Deuticke, 1914. 128 S. Preis M. 5,—.

Die geographische Mannigfaltigkeit Österreich-Ungarns findet in der Pflanzenwelt ihren klarsten Ausdruck. Eine gewaltige Literatur über die Vegetation und Flora einzelner Teile der Monarchie ist entstanden; aber nur selten ist der Versuch gemacht worden, die Gesamtheit der Erscheinungen zu behandeln. Am besten hat es *Kerner* verstanden, in lebendiger Darstellung ein Bild des Ganzen zu entwerfen. Aber seit der Zeit seines Schaffens ist sehr viel Neues gewonnen worden durch die Erforschung der Grenzländer, durch neue Anschauungen und Betrachtungsweisen und durch zusammenfassende Bearbeitung größerer Gebietsteile, wie der illyrischen Länder durch *Beck von Mannagetta*, der Karpathen durch *Pax*. So begrüßt man dankbar ein Werk, das diese Fülle von neuem einheitlich zusammenfassen will. *v. Hayek* wendet sich mit seinem Buche an den Fachmann und auch an den gebildeten Laien, für den z. B. in vorliegender Lieferung eine kurze allgemein phytogeographische Einleitung mit instruktiven Abbildungen und Literaturverzeichnis bestimmt ist. Der spezielle Teil beginnt mit den Sudetenländern. Er führt durch die verschiedenen Vegetationsformationen des herzynischen Berglandes zu denen der eigentlichen Sudeten und gelangt dann nach Zentralböhmen, dessen Pflanzengesellschaften naturgemäß starke Gegensätze zu den umrandenden Gebirgslandschaften bilden. Die Textabbildungen und Tafeln sind gut ausgewählt. Das Werk soll zwei Bände

von etwa je fünf Lieferungen umfassen. Wir werden nach seinem weiteren Fortschreiten darauf zurückkommen.

L. Dieck, Dahlem.

Reichenow, A., Die Vögel. Handbuch der systematischen Ornithologie. 2. Band. Stuttgart, Ferdinand Enke, 1914. VII, 628 S. und 273 Textbilder, gezeichnet von *G. Krause*. Lex.-8°. Preis M. 18,40.

Überraschend schnell ist dem ersten Bande des vorliegenden Werkes, welcher in einer früheren Nummer dieser Zeitschrift (1914, S. 113) eingehende Würdigung gefunden hatte, der zweite gefolgt. Mit ihm gelangt das verdienstvolle und bedeutende Werk zum Abschluß. Die ausgezeichnete Behandlung des umfassenden Materials, welche dem ersten Teil eigen ist, tritt bei dem vorliegenden, die höheren Ordnungen und Familien der Vögel behandelnden Bande vielleicht noch schärfer hervor. Die Gruppe der *Fibulatores*, der Paarzeher, mit der wichtigen Ordnung der Klettervögel gelangt in dem zweiten Teil zum Abschluß. Es reißen sich dann die ungemein artenreichen und im generischen Aufbau oft sehr komplizierten *Arboricolae* mit den Ordnungen der Sitzfüßler, der Schwirr-, Schrei- und Singvögel an. Auch in diesem Bande verraten die Einführungen in die Ordnungen und Familien, die kurzen, treffenden Beschreibungen der Gattungen und Arten wie die ausgezeichneten Bestimmungsschlüssel, welche je nach Bedürfnis den einzelnen Abschnitten beigegeben sind, den erfahrenen, die Menge der Formen völlig beherrschenden Systematiker. Natürlich mußte bei dem Artenreichtum der in diesem Bande behandelten Ordnungen die Anzahl der aufgeführten Spezies, schon des verfügbaren Raumes wegen, beschränkt werden. Von der Familie der in der Mehrzahl das tropische Amerika bewohnenden Tyranniden z. B. kennen wir allein 700 Formen, von den mittel- und südamerikanischen Dendrocolaptiden 400, von den vornehmlich das paläarktische und äthiopische Gebiet bewohnenden Laniiden rund 450 und von den glänzend buntfarbigen Tanagriden 560 Formen. Aus der Fülle dieser Arten und Subspezies mußte eine Auswahl, die zu treffen oft nicht leicht war, vorgenommen werden. Der Verf. hat mit großem Geschick diejenigen Formen gewählt, welche weitgehend morphologisch differenziert erscheinen, und die den typischen Charakter der Gattungen am besten erkennen lassen. Die Europa bewohnenden, wie die in den deutschen Kolonien lebenden Vögel sind jedoch auch in diesem Bande fast vollzählig aufgeführt.

Nachdem nunmehr das vorliegende Werk, das erste Handbuch der systematischen Ornithologie, welches wir besitzen, abgeschlossen ist, darf noch einmal darauf hingewiesen werden, daß der Verf. in der systematischen Anordnung des Stoffes zwar gegen früher einige Änderungen in der Gruppierung der Ordnungen und Familien vorgenommen, daß er aber im allgemeinen die Ansichten beibehalten hat, die von ihm bereits vor dreißig Jahren vertreten worden sind. Noch heute steht er, bei fortgeschrittener Erkenntnis der Materie und nicht ohne sorgfältige Prüfung, auf dem „konservativen“ Standpunkt und hat sich nicht entschließen können, „moderner“ Ansicht zu folgen, welche die Tagraubvögel zwischen Reiher (*Ardeiformes*) und Gänsen (*Anseriformes*) einordnet. Er beläßt die Eulen bei den *Raptatores*, während neuere Anschauungen sie zu den *Strisores*, den Schwirrvögeln, stellen. Bei der sehr schwierigen Gruppe der *Passeres* ist der Verf. in großen Zügen dem bewährten Vorgange *Cabanis'* gefolgt, wenn er auch die Anordnung einzelner

schwieriger Familien verändert und den systematischen Aufbau derselben, besonders der artenreichen Sylviidae, nach neuen Ideen versucht hat. Bei einzelnen Gattungen finden wir Abweichungen von der gewohnten Auffassung. Das Genus *Lycocorax* Bp. z. B. wird meist den *Paradisidae*, zu denen es oologisch gehört, eingefügt, während es der Verf. zu den echten *Corvidae* stellt.

Über das Reichenowsche Werk schreibt der bekannte amerikanische Ornithologe Witmer Stone: „It promises to be one of the standard works of reference on the birds of the world from the systematic standpoint and contains more information of this kind than any other work of the same size.“ Vollauf bestätigt Witmer Stone damit das, was Ref. bei dem Erscheinen des ersten Bandes ausgesprochen und was ihm jetzt, bei dem Abschluß des ganzen Werkes, aus vollster Überzeugung zu wiederholen ein aufrichtiges Bedürfnis ist. *Schalow, Berlin.*

Fischer, Theobald, Mittelmeerbilder. Gesammelte Abhandlungen zur Kunde der Mittelmeerländer. 2. Auflage, besorgt von Dr. A. Rühl. Leipzig und Berlin, B. G. Teubner, 1913. VI, 472 S. Preis geh. M. 7,—, geb. M. 8,—.

Das treffliche Buch, das hier in zweiter Auflage vorliegt, bedarf für Fachleute keiner Empfehlung mehr. Der Verfasser hat eine Reihe von Aufsätzen, die in verschiedenen Zeitschriften in den Jahren 1872 bis 1905 erschienen waren, gesammelt und sie dadurch einem weiteren Leserkreis zugeführt, der durchaus nicht nur aus Geographen und Naturforschern bestehen soll, sondern sich ebenso sehr aus Kaufleuten und Staatsmännern, ja allen gebildeten Freunden der Gestade des Mittelmeeres rekrutiert. Neben muster-gültigen Landschaftsschilderungen und Städtebildern (Palästina, Italien, Iberische Halbinsel, Marokko; Konstantinopel) finden sich politisch-geographische und kulturgeographische Aufsätze, die heute noch so aktuell sind wie zur Zeit ihres ersten Erscheinens (Oriental. Frage, Ansiedlung und Anbau in Apulien, Französische Kolonialpolitik in Nordwestafrika usw.). Es sind einzelne Bilder, die von der vielseitigen und scharfen Beobachtungsgabe und der echt länderkundlichen Auffassung des Autors Zeugnis geben. Schon im Interesse einer allgemeinen Verbreitung geographischer Denkweise ist es erfreulich, daß in so kurzer Zeit eine zweite Auflage notwendig wurde. Rühl hat sie in pietätvoller Erinnerung an den zu früh verstorbenen Verfasser vollzogen und mit seinem Bilde geschmückt. In einigen Aufsätzen (besonders Palästina) sind textliche Änderungen noch vom Autor vor seinem Tode vollzogen worden, sonst wurde aber nichts am Wortlaut geändert. An Stelle einer Exkursionsschilderung zur Höhle von Yarim Burgas wurde eine erst 1909 in der „Deutschen Rundschau“ erschienene Skizze von Mallorca aufgenommen, das der Verfasser als idealen Erholungsplatz im zeitigen Frühjahr preist. Er hat ihn 1908 schon mit dem Keime seiner Krankheit besucht, der er zwei Jahre später zum Opfer fiel.

N. Krebs, Wien.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

In der Sitzung am 5. Dezember 1914 hielt Dr. Th. Herzog aus München einen durch viele Lichtbilder erläuterten Vortrag über die von ihm auf zwei Reisen erforschten *Kordilleren-Gebiete Boliviens*. Zunächst schilderte er die auf Stieler's Handatlas als Sierra de Cochabamba bezeich-

nete Ostkordillere und deren Umgebung. Am Ostende dieses Gebirgszuges, bei der „Universitäts“-Stadt Santa Cruz de la Sierra herrschen noch Savannen von etwas trockenem Charakter. Hier findet man ein buntes Mosaik von Wald, Pampas und Flugsanddünen, welche letztere nicht, wie so häufig in Europa, die Wälder zerstören, sondern im Gegenteil von der üppigen Vegetation zum Stehen gebracht und überwuchert werden. Am Rand der Kordillere schließen sich dann sommergrüne Wälder in schmalem Streifen an. Die Wegeverhältnisse bringen es mit sich, daß Pferde sich nicht bewähren und man daher nur auf Maultieren reist. Aber auch für diese ist das Passieren der Gletscherflüsse, die von dem 20 bis 30 % betragenden Lehmgehalt schokoladebraun gefärbt sind, sehr schwierig, weil die Tiere in den beweglichen Schlammgrund der Flüsse tief einsinken und gelegentlich fortgerissen werden. Es kann daher nicht wundernehmen, daß Karawanen, die u. a. Klaviere in zerlegtem Zustande, Pariser Damenhüte und andere Luxusgegenstände von Oruro nach Santa Cruz befördern, zu dem 700 km langen Weg oft 2—3 Monate gebrauchen.

Sehr auffallend ist die Übereinstimmung des Klimas mit der Vegetation. Die Nordseite der Kordilleren ist ständig von Wolken bedeckt und sehr regenreich, daher mit üppigen Nebelwäldern bestanden. Nach Passieren der Wasserscheide, die gleichzeitig eine scharfe Wetterscheide bildet, befindet man sich in einer Entfernung von wenigen Kilometern bereits in dem trockenen, interandinen Gebiet mit Kandelaber-Euphorbien, Kakteen, Dornensträuchern und anderen Xerophyten. Nahe der Wasserscheide am Cerro Bravo war ein See von der Größe des Starnberger Sees angegeben, dessen Nichtexistenz der Reisende nachweisen konnte.

Die interandinen Tallandschaften an der Südseite des Gebirges haben Höhen von 1400 bis 1800 m. Längs der Flüsse findet man dort alte spanische Siedlungen, z. B. Vallegrande, eine in steriler Umgebung liegende Oase, in der alle europäischen Obstsorten gedeihen. In dem 2600 m hoch gelegenen Totora (4000—5000 Einwohner) kann noch Weizen und Gerste gebaut werden. In gleicher Höhe befindet sich die einzige große Kulturoase Ostboliviens, deren Zentrum, Cochabamba, die angenehmste Stadt von ganz Bolivien ist, mit einem Klima, das dem des oberen Rheintals ähnelt.

Von hier aus wurde die Erforschung der Umgebung des 5200 m hohen Cerro Tunari, namentlich zu pflanzengeographischen Zwecken in Angriff genommen. Von 4400 m an machte sich die dünne Luft unangenehm bemerkbar, doch schien allmählich eine Gewöhnung des Körpers an das Höhenklima einzutreten, denn später konnten sogar Höhen bis 5900 m erreicht werden. In dieser ganzen Kordillere von Cocapata ist eine so hochgradige Übereinstimmung von Orographie und Tektonik vorhanden, daß sie sich auch dem Laien aufdrängt. Drei Faltenzüge streichen von NW nach SO so, daß die Antiklinalen, bzw. der eine Schenkel derselben, die Gebirgskämme bilden, während die Täler in den Synklinalen liegen. Im Gegensatz zu den nordwestlichen Schichtenstrichen aber verläuft die Wasserscheide in westlicher Richtung. Auch wird das Gebirgsrelief dadurch kompliziert, daß die hohen Antiklinalkämme an mehreren Stellen durch kurze Querketten miteinander verbunden sind. Der außerordentlich steile Abfall des Gebirges und das Auftreten von Erdbeben in diesem Gebiet deuten darauf hin, daß es den Rand eines Senkungsfeldes bildet. Der gewaltige Reichtum an Epiphyten im Nebelwald auf den Höhen schafft hier ein Paradies für Botaniker. Baumfarne, deren Krone

5 m im Durchmesser erreicht, Brennesselbäume von 8 m Höhe und 3—4 Quadratfuß Blattoberfläche, Sauer-
klee, der bis 10 m hoch an den Bäumen emporklettert,
sind keine Seltenheiten. Die tropische Region wird bei
etwa 1600 m erreicht, wo die Bananenkultur beginnt.
Während das Gebirge heute keine Gletscher mehr trägt,
deuten zahlreiche Oberflächenformen auf eine frühere
Eisbedeckung. Glatte geschliffene Mulden, Kare, Moränen
und Glazialseen, von denen einer bei 500 m Durch-
messer nur 30 m unter dem Gipfel gelegen ist, sind
vollgültige Zeugen der früheren Vergletscherung.

Zum Schluß wandte sich der Vortragende einem
wichtigen Teile der gletscherbedeckten Hochkordillere
(Cordillera Real) zu, die bisher ziemlich unbekannt
war und auf allen Karten vollkommen unrichtig darge-
stellt ist, der Quimzacruzkordillere. Sie ist die süd-
östliche Fortsetzung der kulminierenden Gebirgskette
Boliviens, deren höchste Gipfelpunkte der Sorata
(6600 m) und Illimani (6400 m) sind. Der letztere,
dessen schneebedecktes Gipfelmassiv oft wie eine ferne
weiße Wolke hoch über den Gebirgsriesen sichtbar wird,
beherrscht das ganze Landschaftsbild. Die Quimza-
cruzkordillere kulminiert in dem 5900 m hohen Jacha-
kunukollo; sie wird von einem batholitischen Granit-
kern gebildet, dem steil aufgerichtete paläozoische
Schiefer angelagert sind. Unter den zahlreichen Erz-
bergwerken stehen die Zinnminen, die noch in Höhen von
4350 m angelegt werden, an Bedeutung weitaus obenan.

Man findet nicht nur richtige Talgletscher, deren
Vorkommen in diesen Gegenden oft bezweifelt worden
ist, sondern auch vergletscherte Hochgipfel und
Steilkämme von ganz alpinem Gepräge. Die Firngrenze
liegt im Norden in 5500, im Süden in 5300 m Höhe.
Ebenso wie bei der Ostkordillere ist hier der Gegen-
satz auffallend zwischen dem feuchten nordöstlichen
Gebiet, aus dem die Wolkenmassen über die Gebirgs-
kämme wasserfallartig hinabstürzen, und dem trockenen
Südwesten, wo sie sich in der warmen Luft auflösen.
In den Tälern kommen fluvioglaziale Ablagerungen von
mehreren hundert Metern Höhe vor, die oft durch Sei-
tenbäche stark zerschnitten werden und sich in Erd-
pyramiden gliedern. Prächtige, scharf abgegrenzte
Schotterterrassen erheben sich stellenweise in drei
Stufen 200 m hoch über den Fluß. Ein interessantes
hydrographisches Problem ist der Lauf des dem Rio
Beni und somit dem Amazonasstrome zufließenden Rio
de la Paz, der im Westen der Kordillere entspringt,
dieselbe aber an ihrer höchsten Stelle durchbricht und
nach Osten abfließt. Die enge Schlucht, durch die er
seinen Weg findet, ist durch ein merkwürdiges meteoro-
logisches Phänomen ausgezeichnet. Um die Mittagszeit
pflügt nämlich ein Sturm von Orkanstärke durch den
Engpaß von unten herauf nach dem Hochland zu rasen,
der jede Passage unmöglich macht.

Haben wir es also hier mit einem echten Bestand-
teil der Cordillera Real zu tun, so ist die überall wie-
derkehrende Auffassung, als ob auch die zuerst be-
schriebene Ostkordillere (Cordillera Oriental) einen
Zweig der Hauptkordillere darstelle, durchaus falsch.
Sie ist vielmehr ein selbstständiges Kettengebirge, das
nirgends mit der Hauptkordillere in Berührung steht
und nur indirekt durch eine Brücke von mehreren
kurzen Querketten mit ihr verbunden wird.

O. Baschin.

Chemische Mitteilungen.

Über die Reaktionen zwischen Kohlenoxyd und
anderen Gasen unter der Einwirkung von ultra-

violetten Strahlen. Im Anschluß an ihre früheren
Veröffentlichungen auf diesem Gebiete berichten
D. Berthelot und H. Gaudechon über eine Reihe neuer
interessanter Reaktionen. Kohlenoxyd oxydiert sich
in Gegenwart von freiem Sauerstoff bei der Bestrah-
lung mit einer Quecksilberdampflampe zu Kohlen-
dioxyd; die gleiche Oxydation tritt ein bei Gegenwart
von Stickoxyd, das sich unter Bildung von naszierendem
Sauerstoff zersetzt und in ultraviolettem Licht in der
Kälte Verbrennungen herbeiführt, die in gleicher
Weise sonst nur in der Hitze vor sich gehen. Bei Be-
strahlung eines Gemisches von Kohlenoxyd und Stick-
oxyd zeigt es sich, daß ein Teil des Stickoxyds in seine
Bestandteile zerfällt; der hierbei frei werdende Sauer-
stoff verbindet sich zum Teil mit dem Kohlenoxyd zu
Kohlendioxyd, dagegen tritt keine Reaktion zwischen
dem Kohlenoxyd und dem Stickoxyd ein. Setzt man
ein Gemisch von Kohlenoxyd und Wasserdampf den
ultravioletten Strahlen aus, so vereinigt sich ein Teil
des Wassers direkt mit dem Kohlenoxyd zu Ameisen-
säure; ein anderer Teil wird in Wasserstoff und Sauer-
stoff dissoziiert, die beide wieder mit Kohlenoxyd
reagieren unter Bildung von Kohlendioxyd einerseits
und Formaldehyd andererseits. Es findet hier also
eine dreifache Additionsreaktion statt. Mit Brom und
Jod verbindet sich Kohlenoxyd im ultravioletten Licht
ebenso wenig wie im Sonnenlicht; es wurde stets
die ursprüngliche Menge des Kohlenoxyds wiederge-
funden. Auch zwischen Kohlenoxyd und Chlorwasser-
stoffsäure, Schwefelwasserstoff, Phosphorwasserstoff
und Arsenwasserstoff trat keine Reaktion ein, sondern
die Wasserstoffverbindungen wurden mehr oder we-
niger in ihre Elemente zerlegt. Ein Gemisch von
Kohlenoxyd und Methan blieb vollständig unverändert.
Zum Schluß weisen die Verfasser auf die große biolo-
gische Bedeutung der Additionsreaktionen des Kohlen-
oxyds mit Wasserstoff, Sauerstoff, Wasser und Am-
moniak unter dem Einfluß des ultravioletten Lichtes
hin. (*Comptes rendus* Bd. 157, S. 129—131.)

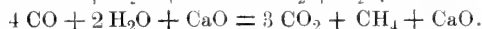
S.

Über das Verhalten von Azetylen gegen ge-
schmolzenes Ätzalkali hat H. Feuchter interessante
Versuche angestellt. In einem geschlossenen Nickel-
kessel, der in einem Ölbad geheizt wurde, wurde ein
molekulares Gemisch von Ätzkali-Natron durch Glühen
im Stickstoffstrom entwässert. In die Schmelze wurde
unter ständigem Umrühren bei etwa 220° Acetylen
eingeleitet, worauf man nach Behandlung der erkal-
teten Schmelze mit Wasser Alkaliacetat erhielt. Das
eingeleitete Acetylen wurde glatt absorbiert, dafür
entwich Wasserstoff; die Ausbeute an Essigsäure be-
trug bis zu 60 % der theoretischen Menge. Die Ent-
stehung der Essigsäure läßt sich in der Weise erklären,
daß man zunächst eine Anlagerung von Ätznatron an
die Doppelbindungen des Acetylens und eine nach-
folgende Oxydation annimmt. Es erscheint nicht aus-
geschlossen, daß sich dieser Prozeß technisch verwerten
läßt; man würde so von der Kohle über das Acetylen
zur Essigsäure gelangen.

Setzt man dem geschmolzenen Ätznatron noch me-
tallisches Natrium zu und läßt man auf dieses Ge-
misch bei 220° Acetylen einwirken, so wird das Ace-
tylen ebenfalls absorbiert, es entweicht jedoch in
diesem Falle kein Wasserstoff. Man erhält, wenn alles
Natrium in Lösung gegangen ist, eine homogene
Schmelze von hellgrauem Bruch, die beim Übergießen
mit Wasser sehr schnell ein mit fahler Flamme bren-
nendes Gas liefert. Das Gas erwies sich als Äthan,

und zwar war sein Volumen ebenso groß wie das des vorher absorbierten Acetylen. Die chemischen Vorgänge hierbei sind noch nicht hinreichend aufgeklärt; es wäre z. B. möglich, daß das Äthan aus Acetylen und Wasserstoff gebildet wurde. (*Chemiker-Zeitg.* 1914, S. 274.) S.

Katalytische Bildung von Methan aus Kohlenoxyd und Wasserdampf. Bei früheren Untersuchungen hat *L. Vignon* gefunden, daß feuchtes Kohlenoxyd beim Überleiten über Kalk bei etwa 1000°, also oberhalb der Zersetzungstemperatur des Calciumkarbonats, ein Gemisch von 88 % Wasserstoff und 12 % Methan ergibt. Die Umsetzung geht dabei nach folgenden Gleichungen vor sich:



Bei der angewandten Temperatur von 1000° bleibt der Kalk unverändert und wirkt wie ein Katalysator. Um dies mit Sicherheit festzustellen, hat Verfasser entsprechende Versuche mit einer Reihe von Metallen (Eisen, Nickel, Kupfer) und Metalloxyden (Kieselsäure, Tonerde und Magnesia) angestellt. Hierbei wurden die genannten Kontaktstoffe im elektrischen Ofen in einem Porzellanrohr erhitzt, durch das Wasserdampf und Kohlenoxyd hindurchgeleitet wurden. Je nach dem Kontaktstoff und der angewandten Temperatur wurden bis zu 12,5 % des Kohlenoxyds in Methan verwandelt, wie aus der folgenden Tabelle hervorgeht:

Katalysator	Temp. °C.	Methan Vol.-Proz.	Wasserstoff Vol.-Proz.	Kohlenoxyd Vol.-Proz.
Al ₂ O ₃	950	3,8	5,9	90,3
MgO	900	6,7	4,7	88,6
SiO ₂	750	8,4	10,9	80,7
Fe	950	11,2	20,3	68,5
Ni	400	12,5	1,5	86,0
Cu	700	6,3	2,2	91,5

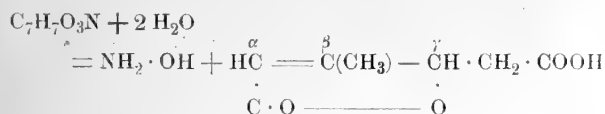
Die in der Tabelle angegebenen Prozentgehalte wurden nach Abzug der gebildeten Kohlensäure erhalten, die angeführten Temperaturen sind diejenigen, bei denen der betr. Katalysator die größte Ausbeute an Methan lieferte. Das ursprüngliche Gas enthielt bei allen Versuchen 99,1 % Kohlenoxyd und 0,9 % Wasserstoff. Bei dem Eisen, Aluminiumoxyd und Siliciumdioxid wird vermutlich intermediär ein Karbid gebildet, aus dem der Wasserdampf Methan frei macht. (*Comptes rendus* Bd. 157, S. 131—134.) S.

Ein neues Methylglucosid. Die von *Emil Fischer* dargestellten beiden Methylglucoside α und β sind von grundlegender Bedeutung für die Erkenntnis der Struktur der Glucoside. Mit der Auffindung eines neuen Methylglucosids, welches als drittes Isomeres die Bezeichnung γ -Methylglucosid erhalten hat, eröffnet *Emil Fischer* (Berichte der deutsch. chem. Gesellsch. 47, S. 1980. 1914) „neue Gesichtspunkte für die Chemie der Glucoside und der komplizierten Kohlenhydrate“. Die Veranlassung zur Untersuchung, die zur Auffindung der neuen Verbindung führte, wurde durch *J. U. Nef* gegeben, welcher die Ansicht vertritt (Liebigs Annalen 403, S. 331, 1914), daß die beiden

Methylglucoside α und β *strukturisomere* seien und nicht *stereoisomere*, wie man bisher annahm. Nach *Nef* sollen nur die stabilen α -Verbindungen die γ -Oxydbindung, die β -Verbindungen dagegen einen β -Oxydring aufweisen. *Emil Fischer* weist demgegenüber auf die Tatsachen hin, welche für die Richtigkeit seiner stereochemischen Ansichten sprechen. Durch die Einwände *Nefs* angeregt, nahm *Emil Fischer* ältere Versuche wieder auf und konnte nun konstatieren, daß bei der Einwirkung von Methylalkohol auf Glucose bei Gegenwart von wenig Salzsäure neben den beiden bekannten kristallisierten α - und β -Methylglucosiden ein bisher nicht kristallisiert erhaltenes neues Isomeres auftritt. Diese neue Verbindung muß nun allerdings von den beiden bekannten sich *strukturchemisch* unterscheiden, wohl dadurch, daß der Oxydring an anderer Stelle gebildet wird. Die α - und β -Verbindungen sind Stereoisomere mit γ -Oxydbindung; von der neuen Verbindung (γ), die wahrscheinlich selbst wieder ein Gemisch von Stereoisomeren darstellt, kann man vorläufig nur sagen, daß sie den Oxydring in α -, β -, δ - oder ϵ -Stellung, aber nicht in γ -Stellung trägt. Dadurch, daß sowohl die Isomeren, wie der Ort der Oxydbindung mit den gleichen Zeichen α , β , γ usw. bezeichnet werden, ist die Gefahr einer Verwirrung vorhanden. Diese würde aber wohl noch größer werden, wollte man heute, da die Strukturverhältnisse noch ungenügend geklärt sind, eine neue Bezeichnungsweise einführen. Das neue Methylglucosid wird zum Unterschied von der α - und β -Verbindung weder von Hefenzyzymen noch Emulsin in nennenswerter Weise gespalten. Durch seine Resistenz gegen Alkali auf der einen Seite, die außerordentlich leichte Hydrolisierbarkeit durch Säuren auf der anderen, gleicht es dem Rohrzucker, während andere Disaccharide wie Milchzucker, Malzzucker, Cellobiose, den beiden älteren kristallisierenden Methylglucosiden näher stehen. Aus dieser Tatsache kann nun allerdings vorläufig kein weiterer Schluß auf die Struktur des Rohrzuckers gezogen werden. Da der Glucoserest des Rohrzuckers nach den Arbeiten von *Purdie* und *Irvine* (Journ. of the chem. Soc. 87, 1028. 1905) sich der Reihe der α - und β -Glucoside anschließt, muß man vielmehr annehmen, daß der Glucoserest im Rohrzucker den γ -Oxydring aufweist, also nicht dem γ -Glucosid entspricht. Dagegen ist wohl zu erwarten, daß die in Aussicht genommene Prüfung des γ -Methylglucosids auf sein Verhalten gegen weitere Enzyme und Mikroorganismen die neue Verbindung als den typischen und einfachsten Vertreter längst bekannter Glucoside erkennen lassen wird und daß damit neues Licht auf die struktur- und stereochemischen Verhältnisse bei natürlichen wie künstlichen Glucosiden geworfen wird. G. T.

Es ist bisher nicht gelungen, eine chemische Reaktion festzustellen, die es ermöglicht hätte, ein Benzolderivat unmittelbar in eine azyklische Verbindung mit unverringter Kohlenstoffzahl umzugestalten. Entweder erfolgte zunächst eine Absättigung der vierten Valenzen der Ringkohlenstoffe mit Wasserstoff oder mit Halogenen, ehe sich der Ring mit unverkürzter Kette öffnen ließ, oder die Kette zerriß in mehrere Stücke, wenn man den Ring zur sofortigen Lösung zwang. Nunmehr haben *H. Pauly*, *R. Gilmour* und *S. Will* ein Verfahren gefunden, bei dem eine direkte **Aufspaltung des Benzolringes ohne Abbau** eintritt. Dies Verfahren besteht in der Behandlung der o-Nitroverbindung des p-Kresols mit Schwefelsäure, wobei sich

eine einbasische Lactonsäure bildet, indem die Schwefelsäure dabei die Rolle eines hydrolytisch wirkenden Agens spielt. Die Reaktion geht vor sich nach der Formel:



Zur Ausführung der Reaktion werden 200 g o-Nitrop-Kresol teelöffelweise in 600 g dauernd genau auf 110° bis 115° erwärmte konz. Schwefelsäure unter stetigem Rühren während 2 Stunden eingetragen. Nach weiteren 20 Minuten wird das Präparat abgekühlt und die Lösung langsam auf 1 kg zerstoßenes Eis gegossen. Nachdem dies geschmolzen ist, wird mit Tierkohle 2 Stunden lang gerührt, die Lösung filtriert und mit Kochsalz gesättigt. Vier solcher Portionen vereinigt man im Extraktionsapparat und zieht die Gesamtmenge darin 5—6 Tage lang ununterbrochen mit Äther aus. Die Säure scheidet sich dann in Kristallkrusten aus, wobei eine Ausbeute von 80—84 % erzielt wird. Ein besonderes Ergebnis dieser neuen Benzolringsspaltung besteht in dem dadurch gelieferten Beweis für die ausschließliche Bindung der sechs Kohlenstoffatome im Sechseck. Alle Diagonalbindungen und ähnliche Deutungen sind hiernach ausgeschlossen. (*Lieb. Ann.* 403, 119, 1914.) *Mk.*

Überziehen eiserner Bleche mit Aluminium. *Sadamasa Uyeno* gibt ein neues Verfahren an zum Überziehen eiserner Bleche oder anderer Gegenstände mit Aluminium (*Elektrochemische Zeitschrift* 1914, 12, 354 f.), das das Mattwerden und das Abspringen des Aluminiumüberzuges angeblich vermeiden soll. Man verzinkt oder verzinkt zunächst den betreffenden eisernen Gegenstand in bekannter Weise, wobei besonders darauf Rücksicht zu nehmen ist, daß sich kein Oxyd zwischen das Eisen und den Überzug setzt. In einer Reihe von Schmelzpfannen befindet sich geschmolzenes Aluminium, in dem flüssigen Aluminium zwei Stahlbürsten, welche nach Art von Führungsrollen angeordnet sind und durch welche das Eisenblech hindurchgeleitet wird. Diese Behandlung des Bleches wird mehrere Male, in den einzelnen Pfannen nacheinander, wiederholt, bis das Blech, nachdem es die letzte Pfanne verlassen hat, durch Walzen geführt wird, welche es glätten und pressen, so daß die Oberfläche vollkommen hart wird.

Durch eine geringe Abänderung läßt sich das Verfahren auch für Drähte, Stäbe und Röhren benutzen.

Die Lösungsgeschwindigkeit des Zinks. Den Zustand der unedlen Metalle, in welchem sie sich nur sehr schwer in Säuren auflösen, bezeichnet man bekanntlich als *Passivität*. Diese Eigenschaft ist zunächst am Eisen entdeckt worden; dasselbe läßt sich durch Eintauchen in konzentrierte Salpetersäure oder auch durch anodische Polarisierung derart verwandeln, daß es sich in verdünnten Säuren überhaupt nicht löst. Ähnliches gilt für *Kobalt* und *Nickel*, auch für *Chrom* und *Mangan*, also für alle Metalle der sogenannten Eisengruppe. Neuerdings wurden auch *Wismut*, *Zinn* und *Kupfer*, in jüngster Zeit auch *Zink* und *Magnesium* in einen ähnlichen Zustand übergeführt. Es handelt sich bei diesen Untersuchungen im Grunde darum, die Lösungsgeschwindigkeit der Metalle zu verringern. Insbesondere sind ausführliche Versuche nach dieser Hinsicht von *M. Centnerswer* und *Is. Sachs* im physi-

kalisch-chemischen Laboratorium des Polytechnischen Instituts zu Riga über das Zink angestellt und in der *Zeitschrift für Physikalische Chemie* 87, 6, 692 f. veröffentlicht worden. Da die verschiedenen bisherigen Ergebnisse zum Teil auf eine Unreinheit des verwandten Zinks zurückzuführen sind, wurde Zink „Kahlbaum“ mit noch nicht 0,01 % fremder metallischer Verunreinigung angewandt. Es zeigte sich, daß geätztes Zink sich in Salzsäure schneller auflöst als blankes Zink, ferner, daß Zink, welches in $\frac{1}{2}$ -normaler Salzsäure die Maximal-Lösungsgeschwindigkeit erreicht hat, sich in frischer Säure mit geringer werdender Geschwindigkeit auflöst. Schwefelsäure löst Zink weit langsamer auf als Salzsäure, gleiche Konzentration der Wasserstoffionen vorausgesetzt. Ist das Zink abgeschmirgelt, so bedeutet dies eine Vermehrung der Lösungsgeschwindigkeit gegenüber abgeschliffenem Zink. Sehr interessant ist die Tatsache, daß mit Jodlösung behandelte Zinkplatten sich schneller lösen als nicht auf diese Weise behandelte. Bekannt ist der bei der Auflösung von Zink sich bildende schwarze Niederschlag; er vergrößert die Lösungsgeschwindigkeit. Entfernt man ihn, so zeigt sich das Zink passiv. Während sich die Aktivität des Zinks durch Einwirkung von destilliertem Wasser lange Zeit erhalten läßt, wird aktives Zink an der Luft nach und nach passiv. Bereits *de la Rive* hatte im Jahre 1830 die sonderbare Tatsache, daß reines Zink in verdünnter Schwefelsäure sich nur sehr schwer löst, während unreines mit ihr sehr energisch reagiert, durch die Hypothese erklärt, daß die Teilchen des beigemengten fremden Metalls mit den Zinkteilchen kleine galvanische Elemente bilden, in welchen das Zink als Anode in Lösung geht. Die erste Phase dieser Einwirkung, bei welcher die Reaktionsgeschwindigkeit von Null bis zu einem Maximum ansteigt, bezeichnet man als Induktionsperiode; diese ist nach den Versuchen von *Centnerswer* und *Sachs* länger bei schnell abgekühltem Zink als bei langsam abgekühltem; auch wird durch andauerndes Erhitzen des langsam abgekühlten Zinks seine Induktionsperiode verlängert. — Ein Versuch einer Erklärung der Passivität des Zinks läßt sich auf Grund der elektrischen Doppelschicht von *Helmholtz* machen, wobei sich zeigt, daß fast alle bekannten auf diesem Gebiete beobachteten Erscheinungen ihre zwanglose Deutung finden.

—2.

Über den Einfluß der Konstitution auf das Drehungsvermögen optisch-aktiver Substanzen veröffentlicht *H. Rupe* eine Mitteilung aus dem chemischen Laboratorium der Universität Basel, in welcher an einem möglichst einfachen Beispiele unter Benutzung eines Körpers mit nur einem asymmetrischen Kohlenstoffatom gezeigt wird, welche Bedeutung die Einflußsphäre eben dieses Atoms besitzt. Der gewählte Körper, das *Citronellal* ist leicht zugänglich und genügend stark optisch-aktiv; er gestattet (mit Hilfe der Grignardschen Reaktion) leicht die Einführung aliphatischer sowohl wie aromatischer Gruppen. Von Interesse ist schon das Zugeständnis, daß man es im Citronellal mit einem Gemische von zwei Formen zu tun hat, der *Limonenform* $\text{CH}_3 \cdot \text{C}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHO}$ und der *Terpinolenform* $(\text{CH}_3)_2 \cdot \text{C} : \text{CH} \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CH}(\text{CH}_3) \cdot \text{CH}_2 \cdot \text{CHO}$, welche Tatsache jedoch für die Beurteilung des Einflusses auf das Drehungsvermögen der Citronellalderivate ohne Belang ist, da die Doppelbindung an dem zweiten Kohlenstoffatom vom (in den Formeln rechts befindlichen) asymmetrischen Komplex schon so weit ent-

fernt ist, daß sie sich nicht durch eine nennenswerte Änderung der optischen Drehung bemerkbar macht. Diese Entfernung nun neuer Bindungen in den verschiedenen Derivaten des Citronellals ist der springende Punkt für die Beurteilung der optischen Drehung, während umgekehrt die beobachtete Größe des Drehungsvermögens genügend Aufschluß über die Konstitution gibt; in etwa noch zweifelhaften Fällen wurden die Abbauprodukte der Ozonoxydation untersucht. So können z. B. die aus den Karbinolen durch Wasserabspaltung entstehenden Lückenbindungen verschiedene Lagen einnehmen; für den mit Cyclohexan erhaltenen Körper sind so drei Formeln möglich, auf deren Anführung hier verzichtet werden soll; sie unterscheiden sich wesentlich durch die Lage der Äthylenbindung CH_2 , welche sich in der Einflußsphäre des asymmetrischen Kohlenstoffatoms befindet. Aus den Oxydationsprodukten konnte hier mit Sicherheit nachgewiesen werden, daß der Kohlenwasserstoff aus zwei dieser Formen besteht, während die dritte nicht in Frage kommt. Entsprechende Untersuchungen sind für eine größere Anzahl von Derivaten durchgeführt. (*Annalen der Chemie* 402, 2, p. 1497.) —z.

Zeitschriftenübersicht.

Physikalische Zeitschrift, 1. November 1914.

Über einen von den Herren Zeeman und Winaver beschriebenen merkwürdigen magneto-optischen Absorptionseffekt; von W. Voigt und P. Scherrer. Beim inversen Zeeman-Effekt der Na-D-Linien in longitudinaler Richtung wurde neben den zirkulären longitudinalen Linien bei großer Dampfdichte das Auftreten feiner unpolarisierter Absorptionsstreifen am Ort der transversalen p -Komponenten beobachtet. Der Effekt wird auf rotatorisch-symmetrisch angeordnete Feldinhomogenitäten zurückgeführt; das Ausbleiben der transversalen s -Komponenten wird auf Grund der Voigt-Lorentz-Försterlingschen Formeln für gegen das Feld geneigte Beobachtungsrichtungen erklärt.

Versuche über die Erzeugung und Messung hochgradiger Vakua; von J. W. Woodrow. Die tatsächliche Ausführung eines empfindlichen absoluten Manometers nach Knudsen wird beschrieben und dessen Anwendung zur Messung niedriger Drucke erklärt. Ferner wird über einige zur Erreichung dieser Drucke angewandte Verfahren berichtet.

Über den Einfluß von Strukturwirkungen, besonders der Thomsonschen Bildkraft, auf die Elektronenemission der Metalle; von W. Schottky. Für den Sättigungsstrom der Elektronenemission wird aus der Superposition des äußeren Feldes und der Thomsonschen Bildkraft ein Gesetz abgeleitet. Die durch das Experiment am Wolfram bestätigte Vergrößerung des Sättigungsstromes durch starke äußere Potentialgefälle gibt den ersten quantitativen Beleg für das Auftreten der Thomsonschen Bildkraft der emittierten Elektronen an der Metalloberfläche.

Zur Begründung der elementaren Strahlungstheorie; von David Hilbert. In zwei früheren Arbeiten des Verfassers wurde der Kirchhoffsche Satz über Emission und Absorption auf Grund von Axiomen bewiesen. Vorliegende Arbeit entwickelt neue Beweise für den Kirchhoffschen Satz und zeigt, daß die aufgestellten Axiome untereinander widerspruchsfrei und mit den Gesetzen der elementaren Optik verträglich sind.

Ein Beispiel für die Kirchhoffschen Stabgleichungen; von M. K. Grober. Die Frage, wann ein einseitig eingespannter Balken, an dessen freiem Ende ein Gewicht G wirkt, auskippt, wird auf Grund der Kirchhoffschen Stabgleichungen ohne jede Vernachlässigung beantwortet.

Ein System von Wellenzahlen im Scandiumspektrum; von Emil Paulson. Es wurden 440 Bogenlinien von Sc. untersucht und Systeme regelmäßig gelagerter Linien aufgefunden.

Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Gesellschaft vom 30. November 1914.

Bemerkung zur Absorption homogener Röntgenstrahlen II; von W. Kossel. Eine Auffassung der Vorgänge bei der Erregung charakteristischer Strahlen, eng anschließend an das Bohrsche Atommodell. Sie liefert, quantitativ prüfbar und mit befriedigenden Resultaten, 1. einen Zusammenhang zwischen den Erregungsgrenzen der Fluoreszenz verschiedener Typen, 2. eine Deutung der K- β -Linie und Berechnung ihrer Lage relativ zur K- α -Linie.

Der Paramagnetismus in seiner Abhängigkeit von der Temperatur und der Dichte; von R. Gans. Seine frühere Formel, die die spezifische Magnetisierung paramagnetischer Substanzen von der Temperatur abhängig darstellt, hat Verf. jetzt so erweitert, daß sie auch die Dichte enthält. Sie unterscheidet sich von der Langevinschen Formel durch das in die Theorie eingeführte molekulare Feld. Sie wird durch Messungen an Sauerstoff außer bei sehr niedrigen Temperaturen bestätigt; ein ähnliches Resultat liefert kristallisiertes und wasserfreies Mangansulfat. Verfaßt: entweder ist das Molekularfeld nicht rein magnetischer Natur, oder die Zahl der Elementarmagnete kann von der der Moleküle verschieden sein.

Magnetische Messungen an Heuslerschen Zinn-Manganbronzen; von E. Take und A. Semm. Magnetische Messungen an 11 verschiedenen Zinnmanganbronzen bestätigen Heuslers Vermutung, daß — analog den Aluminium-Manganbronzen — die stark ferromagnetischen Eigenschaften an das Auftreten einer Verbindung $[\text{Sn}(\text{Mn}, \text{Cu})_3]_x$ geknüpft sind. Das Maximum der Magnetisierung wurde in den verschiedenen Konzentrationsreihen stets bei 25 Atomprozenten Zinn gefunden. Außerdem ergibt sich immer ein zweites flacheres Maximum bei einem geringeren Atomgehalt an Zinn (9–10 %); dieses wurde bei den Aluminium-Manganbronzen bisher nicht beobachtet. Auch rein physikalisch zeigten sich die Alterungs- und Umwandlungerscheinungen zuweilen völlig anders als bei den Aluminium-Manganbronzen.

Die Beeinflussung des lichtelektrischen Effekts durch Wasserstoffbeladung bei Palladium; von F. Stumpf. Die lichtelektrische Empfindlichkeit des Pd kann durch Glühen im Vakuum auf den etwa 500fachen Betrag erhöht werden; weiteres Glühen, wodurch der okkludierte Wasserstoff ausgetrieben wird, verringert die Empfindlichkeit; in einigen Fällen bis auf den anfänglichen Wert.

Zeitschrift für Instrumentenkunde; Dezember 1914.

Versuch einer Erklärung der Zonenabweichungen beim 80-cm-Objektiv des Astrophysikalischen Observatoriums zu Potsdam durch Inhomogenität des Glases; von J. Wilsing. In einer gut gekühlten Glasplatte, die als Ausgangsmaterial für ein Objektiv dient, sind symmetrisch verteilte Abweichungen des Brechungsexponenten in optisch meßbarer Größe vorhanden. Die Arbeit ermittelt auf mathematischem Wege die Lage der Spannungsschichten, welche diese Abweichungen erklären könnten.

Automatischer Vakuum-Quecksilber-Destillator mit selbsttätiger Temperaturregulierung; von W. Rohn. Der Apparat arbeitet mit elektrischer Heizung und liefert innerhalb 24 Stunden 20 bis 24 kg Quecksilber.

Neue Art der Zeitmarken bei erdmagnetischen Variometern; von Meyermann. Die Mitteilung beschreibt eine Zeitmarken-Anordnung im K. Observatorium zu Tsingtau, durch welche eine genauere Zeitmarkierung der Variometerkurven erreicht wird.

Sachregister.

- Abwässer**, gewerbliche, Die Reinigung — (Hartwig Klut). S. 415, 444.
- Abwehr des Vereins zur Förderung der naturwissenschaftlichen Erforschung der Adria in Wien** gegen die Angriffe seines Ausschußmitgliedes und wissenschaftlichen Mitarbeiters Prof. Dr. Steuer. S. 65.
- Abwehrfermente**, Die Lehre Abderhaldens von den — (F. Sioli). S. 434.
- Ackererde**, Der Einfluß des Windes bei der Bildung von — (Albert Bencke). S. 396.
- Adsorptionstherapie**, Die — (L. Lichtwitz). S. 834.
- Ägypter**, Was aßen die — vor 5600 Jahren? S. 168.
- Ärztetext**, das griechische, s. Galenausgabe (Karl Sudhoff). S. 794.
- Äthyl- und Methylalkohol**, Die biologische Stellung des — (G. Trier). S. 927.
- Ätzmittel für Stahl**. S. 1032.
- Agrikulturtechnik** (Kleine Mitteilungen).
- Ackerboden**, Neue Beobachtungen über das Verhalten von Nitrat im —, S. 48. — **Ammoniak**, Die Einwirkung von — auf die Keimfähigkeit der Gerste und auf Grünmalz, S. 47. — **Gerste**, Die Mißfarbe beregneter —, S. 46. — **Keimfähigkeit**, Die Einwirkung von Ammoniak auf die — der Gerste und auf Grünmalz, S. 47. — **Nitrat**, Neue Beobachtungen über das Verhalten von — im Ackerboden, S. 48.
- Akademie**, Die Petersburger — der Wissenschaften im Jahre 1913 (H. v. Merczyng). S. 137.
- Algen**, Meeres-, Industrielle Verwendung von — (Gertrud Tobler-Wolff). S. 410.
- Alkaloide**, Pflanzen-, Der heutige Stand der Synthese von — (Bespr.). S. 115.
- Alpenpflanzen**, Der XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der —. S. 1048.
- Aminosäuren**, freie, Nachweis — im Blut. S. 948.
- Amöboide Bewegung** bei Pigmentzellen. S. 700.
- Anatomie**, entwicklungsmechanische, Beiträge zur — der Pflanzen (Bespr.). S. 564.
- Die — des Menschen (Bespr.). S. 425.
- Lehrbuch der — des Menschen (Bespr.). S. 424.
- Pflanzen- (Bespr.). S. 722.
- Annuaire de l'observatoire royal de Belgique pour 1914** (Bespr.). S. 496.
- Anomalien**, Über einige scheinbare physikalisch-chemische — (F. Marshall). S. 857.
- Anorganische Welt**, Das Leben der — (Bespr.). S. 115.
- Antarktische Probleme** (H. Michaelsen). S. 325.
- Aphasia**, Goethes Anteil an der Lehre von der — (Bespr.). S. 237.
- Aplysia limacina**, Harnsäuresynthese in der Mitteldarmdrüse von —. S. 698.
- Apotheken**, Englische — u. Drogengeschäfte. S. 756.
- Aquarien- und Terrarien-Freunde**, Leitfaden für — (Bespr.). S. 568.
- Arbeiterversicherung**, Schadenverhütendes Wirken in der deutschen —. S. 695.
- Arbeitsmethoden**, Handbuch der — in der anorganischen Chemie (Bespr.). S. 873.
- Arithmetik**, Über die Erkenntnis a priori, insbesondere in der — (Bespr.). S. 116.
- Arthropodenmuskeln**, Die Hemmungs- und Förderungsfasern der — (Paul Hoffmann). S. 941.
- Assimilation**, Zur Frage der — anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den Pflanzen (Oskar Baudisch). S. 199, 229.
- Astronomie** (Kleine Mitteilungen).
- Andromeda**, Über das Spektrum des hellsten Sterns in der —, S. 451. — **Andromeda-Nebel**, Über die Bewegung des großen —, S. 192. — **Astronomie**, Ein Überblick über die Fortschritte der — im Jahre 1913, S. 751. — **Breitenbestimmungen**, photographische, S. 240. — **Calciumlinien**, Umkehrung von — in Sternspektren, S. 354. — **Delavan**, Von dem neuen, zuletzt entdeckten Kometen 1913 f —, S. 69, 143, 192. — **Ejektionsbahnen**, Über Librationen und —, S. 426. — **Elemente**, Über die räumliche Verteilung der — in der Sonnenatmosphäre, S. 119. — **Ephemeride**, Eine — der Polarissima, S. 70. — **Erdachsen-schwankung** und jährliche Strahlenbrechung der Atmosphäre, S. 70. — **Erdinnere**, Neueste Forschungen über das —, S. 240. — **Erdinnere**, Über die Schwerkraft im —, S. 548. — **Erdlicht**, reflektiertes, Ist das graue Licht der Venus auf der Nachtseite auch als — anzusehen, S. 521. — **Erdmagnetische Elemente**, Normalwerte für die —, S. 426. — **Feuerkugel**, eine große —, S. 378. — **Fixsterne**, Beziehungen zwischen Farbe, Spektrum und Parallaxe der —, S. 426. — **Fleckenbildende Tätigkeit**, Das Erwachen der — auf der Sonne, S. 119. — **Gase**, Über die Verteilung der — in den Nebelflecken, S. 1062. — **Geschwindigkeiten**, Stern-, Die Verteilung der —, S. 451. — **Gill**, Sir David, Tod des Astronomen —, S. 192. — **Helligkeitsmessung** an Sternen mittels eines photoelektrischen Apparates, S. 70. — **Helligkeitsmessungen**, photoelektrische, Neue Ergebnisse — an Sternen und Planeten, S. 1007. — **Hill**, George William, S. 570. — **Jupiter**, Bewegung und Lage des roten Flecks auf dem —, S. 212. — **Jupiter**, Die Entdeckung eines 9. Mondes des Planeten —, S. 1063. — **Jupiter**, Der Planet — am Morgen-himmel, S. 472. — **Komet 1913 f** (Delavan), Von dem neuen, zuletzt entdeckten —, S. 69, 143, 192. — **Komet 1914 a**, ein neuer —, S. 450, 472. — **Komet 1914 b**, Der neue —, S. 642. — **Komet 1914 c**, Ein neuer —, S. 811. — **Komet 1914 e**, ein neuer —, S. 1006. — **Komet Swift**, Eine endgültige Bahnbestimmung des interessanten —, S. 192. — **Kometen**, verschiedene periodische, S. 355. — **Krater Kopernikus**, Anblick des — auf dem Monde, S. 1062. — **Längenunterschied**, Der — zwischen Europa und Nordamerika, S. 355. — **Langley**, Der Astronom — und die wissenschaftliche Flugtechnik, S. 378. — **Libellensextant**, Schwarzschildscher, S. 93. — **Librationen**, Über — und Ejektionsbahnen, S. 426. — **Mars**, Neues vom Planeten —, S. 192. — **Mars**, Eine neue Bestimmung der Umdrehungszeit des Planeten —, S. 811. — **Marskanäle**, S. 212. — **Marsoberfläche**, Mikrometrische Ausmessungen der —, S. 143. — **Meteore**, Über die Bahnen der — und Feuerkugeln, die in England 1912 und 1913 beobachtet wurden, S. 473. — **Meteore**, teleskopische, S. 548. — **Meteorbahn**, Die photographische Aufnahme einer —, S. 1062. — **Meteorstein**, Über einen in Südafrika niedergefallenen —, S. 472. — **Mond**, Über Veränderungen auf dem —, S. 118. — **Monde**, Saturn-, S. 212. — **Mondoberfläche**, Die Gebilde der —, S. 811. — **Napier-Feier**, Eine —, S. 811.

- Nebel, Andromeda-, Über die Bewegung des großen —, S. 192. — Nebelflecke, Über die Geschwindigkeit von — in der Gesichtslinie, S. 212. — Nebelflecke, Über die Verteilung der Gase in den —, S. 1062. — Nebelflecke, Die Zahl der —, S. 355. — Osterfest, Zur Festlegung des Termins für das bisher noch bewegliche —, S. 752. — Photoelektrische Untersuchungen an Doppelsternen und Planeten, S. 1063. — Planet, intramerkurieller, S. 571. — Planet, intramerkurieller, Zum Problem eines —, S. 211. — Planet, ein neuer kleiner, S. 118. — Planeten, Zwei neue kleine —, S. 521. — Planeten, Entdeckungen neuer kleiner —, S. 548, 1007. — Planetenentfernungen, Das Titius-Bodesche Gesetz der —, S. 642. — Plejaden, Über Eigenbewegung und Entfernung der —, S. 641. — Polarrissima, Eine Ephemeride der —, S. 70. — Polarlichter und Tierkreislicht, S. 752. — Saturnmonde, S. 212. — Schwerkraft, Über die — im Erdinnern, S. 548. — Sehen, Über das — in klarer Sternennacht, S. 378. — Sonne, Über die Fleckenbildung auf der —, S. 378. — Sonne, Das Erwachen der fleckenbildenden Tätigkeit auf der —, S. 119. — Sonnenatmosphäre, Über die räumliche Verteilung der Elemente in der —, S. 119. — Sonnenfinsternisse, Beschädigung der Augen beim Beobachten von —, S. 239. — Sonnenfinsternis, Besondere Beobachtungen bei Gelegenheit der totalen — vom 21. August d. J., S. 451. — Sonnenfinsternis, Die nächste totale — vom 21. August, S. 472. — Sonnenfinsternis, totale, S. 570. — Sonnenfinsternis, totale, Zur bevorstehenden —, S. 642. — Sonnenfinsternis, totale, Von den deutschen wissenschaftlichen Expeditionen zur Beobachtung der —, S. 1007. — Sonnenfleck, ein großer, S. 426. — Sonnenflecken, Die Bildung der — auf der uns zugewandten oder abgewandten Seite der Sonne, S. 521. — Sonnenintensität, Die Frage einer langperiodischen Veränderlichkeit der —, S. 521. — Sonnenschein, Aufzeichnungen des — in Spitzbergen, S. 143. — Sonnenwarte, Eine neue — in Neuseeland, S. 472. — Spektroskopische Bestimmung, Eine interessante Untersuchung über systematische Fehler bei der — von Sternbewegungen in der Gesichtslinie, S. 143. — Spektrum, Über das — des hellsten Sterns in der Andromeda, S. 451. — Spiegelteleskop, Ein neues gewaltiges —, S. 355. — Spiegelteleskop, Ein neues großes —, S. 811. — Spitzbergen, Aufzeichnungen des Sonnenscheins in —, S. 143. — Sterne, Über die Verteilung der — in kugelförmigen Sternhaufen, S. 570. — Sternbewegungen, Messungen von — in der Gesichtslinie, S. 93. — Sternbewegungen, Eine interessante Untersuchung über systematische Fehler bei der spektroskopischen Bestimmung von — in der Gesichtslinie, S. 143. — Sternbewegungen im Visionsradius, S. 355. — Sternengeschwindigkeit, Ein Zusammenhang zwischen — und Sterntemperaturen, S. 521. — Sternwarte, Der diesjährige Bericht der Greenwich —, S. 811. — Sternwarten, englische, Die Zahl der —, S. 378. — Strahlenbrechung, jährliche, Erdschenschwankung und — der Erdatmosphäre, S. 70. — Swift, Eine endgültige Bahnbestimmung des interessanten Kometen —, S. 192. — Telegramme, astronomische, Die Kieler Zentralstelle für — und der Weltkrieg, S. 1062. — Teleskop, Spiegel-, Ein neues gewaltiges —, S. 355. — Teleskop, Spiegel-, Ein neues großes —, S. 811. — Teleskopische Meteore, S. 548. — Tierkreislicht, Polarlichter und —, S. 752. — Titius-Bodesches Gesetz, Das — der Planetenentfernungen, S. 642. — Ultravioletter Teil des Sonnenspektrums in verschiedenen Höhen, S. 571. — Venus, Neue Beobachtungen des Planeten —, S. 118. — Venus, Ist das graue Licht der — auf der Nachtseite auch als reflektiertes Erdlicht anzusehen, S. 521. — Veränderlicher Stern, Ein neuer, S. 69, 212, 472. — Veränderlicher Stern, Der neue — im Schwan, S. 426. — Veränderliche Sterne, S. 93. — Zeitreform unter Zugrundelegung des Dezimalsystems, S. 240. — Zonenzeit, Die Einführung der —, S. 571.
- Astronomie, populäre, Newcomb-Engelmanns — (Bespr.). S. 495.
- Einführung in die praktische — und Astrophysik für Amateur-Astronomen (Bespr.). S. 496.
- Astronomische Erdkunde (Bespr.). S. 934.
- Astrophysik, Einführung in die praktische Astronomie und — für Amateur-Astronomen (Bespr.). S. 496.
- Atmosphäre, Der Bau der — und dessen Erklärung durch R. Emden (M. P. Rudzki). S. 549.
- Der Elektrizitätshaushalt der — (G. Berndt). S. 760.
- Die durchdringende Strahlung der — (K. Kähler) S. 501. — (Zuschr.) S. 739.
- Atmosphäre, The — (Bespr.). S. 305.
- Atome, Die — (Bespr.). S. 140.
- Atommechanik, Nichteuklidische Geometrie und — (Hans Goldschmidt). S. 477.
- Atomtheorie, Historische Notizen und Betrachtungen über die Anwendung der — in der Chemie und über die Systeme der Konstitutionsformeln von Verbindungen (Bespr.). S. 518.
- Aufsteigen, Das — des Saftes in den Bäumen (Farenholtz). S. 594.
- Ausschuß, Deutscher — für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. S. 995.
- Neue Arbeiten des — für Einheiten und Formelgrößen (Karl Scheel). S. 1009.
- Australien, s. Zoologische Forschungsreisen. (Besprechung). S. 636.
- Azimuth, Determination of Time, Longitude, Latitude and — (Bespr.). S. 1018.
- Bakterien**, Benzol-, Über —, S. 892.
- kohlenstoff-autotrophe (R. Lieske). S. 914.
- Ballontemperatur, Die Abhängigkeit der — von der Ventilation. S. 1032.
- Bastarde, Gibt es konstante —? (W. M. Willy Gerscher). S. 1039.
- Beleuchtungsstärke eines Scheinwerfers. S. 355.
- Benzolbakterien, Über —, S. 892.
- Bettwanze. S. 700.
- Bienen, s. Sehqualitäten (C. v. Hess). S. 836.
- und Wespen, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten (Bespr.). S. 164.
- Biologen-Kalender (Bespr.). S. 810.
- Biologie, Ein Fortschritt in der — der Fische. (Hensen). S. 650.
- synthetische, Die — (Bespr.). S. 1005.
- Handbuch der — der Wirbeltiere (Bespr.). S. 375.
- Zweck und Gesetz in der — (Bespr.). S. 750.
- Biologische Probleme (Max Kassowitz). S. 1053.
- Forschungen, Die Bedeutung der Farbstoffe für Ehrlichs — (Leonor Michaelis). S. 250.
- Theorien, Geschichte der — in der Neuzeit (Bespr.). S. 372.
- Vorgänge, Keine ungünstige Beeinflussung — im Flußwasser durch Kaliendlaugen. S. 754.
- Bird Studies in twenty-four lessons (Bespr.). S. 906.
- Birds, s. mammals (Bespr.). S. 721, 934.
- Blätter, Über das Zittern der —, S. 1030.
- Bleivergiftung bei Tieren, Beobachtungen über —, S. 935.

- Blitzableiter, Radium-, Ein — nach dem französischen Original von Dr. B. Szilard (H. Sieveking). S. 973.
- Blut, Nachweis freier Animosäuren im —. S. 948.
- Photoaktivität des —. S. 860.
- Blutveränderungen, Über — bei kranken Säuglingen (S. Samelson). S. 508.
- Boden, Die Radioaktivität von — und Quellen (Bespr.). S. 871.
- Bodenuntersuchung, wissenschaftliche, Anleitung zur — (Bespr.). S. 1005.
- du Bois-Reymond, Emil, Reden und Ansprachen (Benno Erdmann). S. 909.
- Botanik (Kleine Mitteilungen).
- Aleuronkörner, Herkunft der — im Getreidekorn, S. 23. — Atmung, Neues über — von Pflanzen in den Tropen und mit Bezug auf die in den Organen vorhandenen Farbstoffe, S. 215. — Chondriosomenforschung, botanische, S. 22. — Chromatophoren, Neue Untersuchungen über — und Pyrenoide, S. 994. — Farbstoffe, Neues über Atmung von Pflanzen in den Tropen und mit Bezug auf die in den Organen vorhandenen —, S. 215. — Pflanzenzellen, Inhaltskörper der —, S. 22. — Pyrenoide, Neue Untersuchungen über Chromatophoren und —, S. 994. — Wachstum, Über gleitendes —, S. 1045. — Zellen, Pflanzen-, Inhaltskörper der —, S. 22.
- Botanische Vorträge, Aus den — auf der 85. Versammlung Deutscher Naturforscher und Ärzte in Wien, September 1913 (Gustav Klein und Erwin Janchen). S. 232.
- Branntwein, Untersuchung des — auf Methylalkohol. S. 428.
- Brille, Die Entwicklung der — (Bespr.). S. 616.
- Bromeliazeen, Die Zisternen der — (F. Moewes). S. 436.
- Brownsche Bewegung, Die — und einige verwandte Erscheinungen (Bespr.). S. 918.
- Brütung, Das Problem der — (Bespr.). S. 113.
- Bunsen-Gesellschaft, Deutsche, Bericht über die Tagung der — für angewandte physikalische Chemie zu Leipzig vom 22. bis 24. Mai 1914. (Alfred Reis). S. 710, 734.
- Cerebrospinalis, Der Liquor — (K. Grahe). S. 633.
- Cetacea, Monographs of the Pacific — (Bespr.). S. 720.
- Chemie, s. a. Physik.
- Chemie (Kleine Mitteilungen).
- Acetylen, Über das Verhalten von — gegen geschmolzenes Atzalkali, S. 1077. — Aluminium, Überziehen eiserner Bleche mit —, S. 1079. — Benzolring, Aufspaltung des — ohne Abbau, S. 1078. — Drehungsvermögen, Über den Einfluß der Konstitution auf das — optisch-aktiver Substanzen, S. 1079. — Katalytische Bildung von Methan aus Kohlenoxyd und Wasserdampf, S. 1078. — Kohlenoxyd, Über die Reaktionen zwischen — und anderen Gasen, S. 1077. — Methylglucosid, Ein neues —, S. 1078. — Zink, Die Lösungsgeschwindigkeit des —, S. 1079.
- Allgemeine und physikalische — (Bespr.). S. 890.
- allgemeine, physikalische und theoretische, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 498.
- anorganische, Neuere Anschauungen auf dem Gebiete der — (Bespr.). S. 139.
- anorganische, Handbuch der — (Bespr.). S. 471.
- anorganische, Handbuch der Arbeitsmethoden in der — (Bespr.). S. 873.
- Farben-, s. Farbenchemie (Bespr.). S. 905.
- Die Geschichte der — von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart (Bespr.). S. 826.
- Chemie, Mineral-, Handbuch der — (Bespr.). S. 40, 142, 472.
- Photo-, Die — der Zukunft (Bespr.). S. 141.
- physikalische, Einführung in die — (Bespr.). S. 919.
- physikalische, der homogenen und heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlungs- und Quantenlehre sowie des Nernstschen Theorems (Bespr.). S. 138.
- präparative, Handbuch der — (Bespr.). S. 39, 991.
- Die Schule der — (Bespr.). S. 905.
- Chemisches Experimentierbuch (Bespr.). S. 906.
- Grundlagen, Über die — der Disposition (F. Quade). S. 530.
- Konstitution und physikalische Eigenschaften (Bespr.). S. 517.
- Vorgänge, Über die Wirkung der Struktur auf — in Zellen (Bespr.). S. 569.
- Chemist, Das englische Wort — (Zuschr.). S. 826.
- Chemotherapie, experimentelle, Die Begründung der — durch Paul Ehrlich (J. Morgenroth). S. 251.
- Chinaalkaloide, Über Konstitution und Wirkung der — (Hans Horsters). S. 554.
- Chirurgie (Kleine Mitteilungen).
- Basedow, Moderne Gesichtspunkte in der Behandlung des —, S. 212. — Knochentuberkulose, Chirurgische Tagesfragen in der Bekämpfung der —, S. 473. — Milzchirurgie, Neuere Aufgaben der —, S. 94. — Tuberkulose, Knochen-, Chirurgische Tagesfragen in der Bekämpfung der —, S. 473.
- Chloronium mirabile. S. 779.
- Chlorophyll, Über das — und über die Pigmentstoffe der Blätter und über die Farbstoffe der Blüten und der Beerenfrüchte (Bruno Rewald). S. 468.
- Chromosomen, Nukleolen und die Veränderungen im Protoplasma bei der Karyokinese (Bespr.). S. 638.
- Coolidge, Das neue Röntgenrohr nach — (F. P. Kerschbaum). S. 654.
- Darmbewegungen, Unterschiede in der Geschwindigkeit der —. S. 476.
- Davissche Beschreibung der Landformen (A. Steinhauß). S. 222.
- Degeneration, Pathologie und Therapie der — (Bespr.). S. 1043.
- Demenz- und Intelligenzprüfungen (K. Heilbronner). S. 679, 705.
- Denken, naturwissenschaftliches und technisches (Eberhard Zschimmer). S. 412.
- Dermatologie, Grundriß der — (Bespr.). S. 640.
- Diamant, s. Röntgenstrahlinterferenzen. S. 371.
- Diamanten, künstliche, Darstellung —. S. 619.
- Dieselmotor, Der — (H. Arnold). S. 180.
- Diluviale Menschenfunde in Obercassel bei Bonn. S. 645.
- Dissipator- (Gitter-) Schornsteine, s. Schornsteine (H. Winkelmann). S. 225.
- Donner, Das Wesen des — (Wilhelm Schmidt). S. 1021.
- Drogengeschäfte, Englische Apotheken u. —. S. 756.
- Druck, Der — in den kleinsten Blutgefäßen der menschlichen Haut. S. 698.
- Druckluft als Schutz für Kriegsschiffe. S. 167.
- Drummondlicht, Die Entdeckung des sogenannten —. S. 476.
- Düngemittel, radioaktive —. S. 828.
- Dynamische Theorie, Über die — der Wärme (Bespr.). S. 874.

- Edaphon**, Das — als Lebensgemeinschaft bodenbewohnender Mikroorganismen. S. 111.
- Ehrlich**, Paul (Carl Oppenheimer). S. 243.
- als Chemiker (L. Benda). S. 268.
- auf dem Gymnasium (Rudolf Tardy). S. 282.
- Anteil an den Fortschritten der Krebsforschung (Carl Lewin). S. 278.
- Ei**, unbefruchtetes, Lebensverlängerung beim —. S. 144.
- Eiffelturm**, Über die Anlage für drahtlose Telegraphie am —. S. 1031.
- Eigenfrequenzen**, Über die Bedeutung der — in der Chemie (Alfred Reis). S. 204.
- Eisberge**, Schutz der Seeschiffe gegen treibende —. S. 876.
- Eisfabrikation**, Die Entwicklung der — in den Vereinigten Staaten. S. 620.
- Eiszeit**, Die Ausbildung neuer Tierarten durch die — (August Thienemann). S. 581.
- Eiweißspaltung**, s. Gewebe (F. Langenskiöld). S. 883.
- Eiweißstoffwechsel** der Hefe u. Schimmelpilze. S. 697.
- Electricity**, positive, Rays of — and their application to chemical analyses (Bespr.). S. 1059.
- Elektrisches Feld**, Weitere Resultate über den Effekt des — auf Spektrallinien (J. Stark). S. 145.
- Feinzerlegung von Wasserstofflinien durch das — (Zuschr.). S. 542.
- Elektrizität**, Die —, ihre Erzeugung und ihre Anwendung in Industrie und Gewerbe (Bespr.). S. 692.
- Handbuch der — und des Magnetismus (Bespr.). S. 918.
- s. Kinetische Theorie (Bespr.). S. 888.
- Elektrizitätshaushalt**, Der — der Atmosphäre (G. Berndt). S. 760.
- Elektrodenähnliches Verhalten**, Wasserunmischbare organische Substanzen zeigen —. S. 948.
- Elektrolytische Kondenswasserentölung**. S. 753.
- Elektrotechnik**, Physikalische Grundlagen der — (Bespr.). S. 117.
- Kurzer Leitfaden der — (Bespr.). S. 306.
- Stabilität, Labilität und Pendelungen in der — (Bespr.). S. 693.
- Elemente**, Die Stellung der — der seltenen Erden im periodischen System (R. J. Meyer). S. 781.
- Embryonen**, s. Wirbeltierembryonen (Bespr.). S. 718.
- Entomologie**, Die angewandte — in den Vereinigten Staaten (Bespr.). S. 566.
- Handbuch der — (Bespr.). S. 776.
- Entwicklungsgedanke**, Goethes Stellung zum — (J. H. F. Kohlbrugge). S. 849.
- Entwicklungsgeschichte**, Elementares Praktikum der — der Wirbeltiere mit Einführung in die Entwicklungsmechanik (Bespr.). S. 426.
- des morphologischen Aufbaues der Hirschgeweihe (Ludwig Rumbler). S. 154.
- Entwicklungsstadien**, Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener — von Säugetieren. S. 1048.
- Epithelbewegung**, Die —. S. 700.
- Erblichkeitslehre**, exakte, Elemente der — (Bespr.). S. 189.
- Erd-Antennen**, Bemerkungen zur Theorie der — (Franz Richarz). S. 414.
- Erdbeben**, Vulkane und — (Bespr.). S. 690.
- Erde**, Die —. Eine allgemeinverständliche Geologie (Bespr.). S. 691.
- Erden**, seltene, Die Stellung der Elemente der — im periodischen System (R. J. Meyer). S. 781.
- Erderschütterungen**, Experimentaluntersuchung zur Messung von — (Bespr.). S. 664.
- Erdinnere**, Beitrag zur Erklärung der Beschaffenheit des — (E. Rudolph und S. Szirtes). S. 865.
- Erdkruste**, s. Metalle (Albert Bencke). S. 732.
- Messung von Verbiegungen der —. S. 572.
- Erdkunde**, astronomische (Bespr.). S. 934.
- Aus der Gesellschaft für —. S. 23, 1077.
- Erdmagnetismus**, Erdstrom und Polarlicht (Bespr.). S. 21.
- Erdöl**, Ein neues Verfahren zur Raffination von —. S. 619.
- Erdrinde**, Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der — (Bespr.). S. 163.
- Erdstrom**, Erdmagnetismus, — und Polarlicht (Bespr.). S. 21.
- Erfahrung und Instinkt** (Bespr.). S. 188.
- Erfrieren**, Die Ursache des — und der Schutz der Pflanzen gegen den Kältetod (Fritz Bachmann). S. 845.
- Erkenntnis a priori**, Über die —, insbesondere in der Arithmetik (Bespr.). S. 116.
- Erkenntnislehre**, Prinzipien der — (Bespr.). S. 1061.
- Ernährung** von Säugetieren durch Injektion von Nährlösungen in die Venen, S. 452.
- Volks-, Wandlungen in der — (Bespr.). S. 237.
- Ernteerträge**, Zusammenhang der — mit den Witterungsverhältnissen. S. 699.
- Erwiderung** (Zuschr.). S. 112, 716.
- Erzlagertstätten**, Radium enthaltende, in Colorado und Utah [V. St. A.] (Karl L. Henning). S. 490.
- Eugenics**, State laws limiting marriage selection examined in the light of — (Bespr.). S. 376.
- Expeditionen**, Polar- und Forschungs-. S. 1046.
- Experimentalphysik**, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 39.
- Fadenpilzkrankungen** d. Menschen (Bespr.). S. 1044.
- Fahrt**, letzte (Bespr.). S. 686.
- Faraday-Society**, Die — und ihre Bestrebungen (H. Großmann). S. 684.
- Farbenbuch**, deutsches. S. 523.
- Farbenchemie**, Lehrbuch der — einschließlich der Gewinnung und Verarbeitung des Teers sowie der Methoden zur Darstellung der Vor- und Zwischenprodukte (Bespr.). S. 905.
- Farbensinn** s. Lichtsinn (Bespr.). S. 806.
- Der angebliche — der Insekten (A. Pütter) S. 363.
- (Zuschr.) S. 493. — (F. Doflein) S. 708.
- Farbstoffe**, Die Bedeutung der — für Ehrlichs biologische Forschungen (Leonor Michaelis). S. 250.
- der Blüten und der Beerenfrüchte s. Chlorophyll. S. 468.
- Farnpflanzen**, Die — (Bespr.). S. 563.
- Felchenart**, Die Ausbildung einer neuen — in einem Zeitraume von 40 Jahren (August Thienemann). S. 393.
- Feldwirtschaft**, Die Pflanzen der — (Bespr.). S. 115.
- Fermente**, Die — u. ihre Wirkungen (Bespr.). S. 517.
- Fernsprechgrenzen**, Die Erweiterung der — durch das Relais von Lieben und Reiß (Fritz Schulze). S. 7.
- Fertilization**, Artificial Parthenogenesis and — (Bespr.). S. 805.
- Festschrift**, Herrn Geheimen Medizinalrat Professor Dr. Karl Sudhoff, Leipzig, zur Feier seines sechzigsten Geburtstages gewidmet von Freunden, Verehrern und Schülern (Bespr.). S. 422.
- Feuersichere Lagerung** leicht brennbarer und explosibler Flüssigkeiten. S. 828.

- Feuerungsrückstände, Vollständige Aussonderung von Koks und Kohle aus —. S. 876.
- Fingerabdruckverfahren s. Körpermessung. S. 439.
- Finnischer Meerbusen, Die Gezeiten der Ostsee und des — (Bespr.). S. 692.
- Fische, Ein Fortschritt in der Biologie der — (Hensen). S. 650.
- Fischkrankheiten (Marianne Plehn). S. 1049, 1065.
- Fishes, A Catalogue of the — of Japan (Bespr.). S. 163.
- of the eastern part of the Indo-Australian Archipelago with remarks on its zoo-geography (Bespr.). S. 566.
- Flea, The — (Bespr.). S. 776.
- Flechten, Die — (Bespr.). S. 114.
- Flora, Illustrierte — von Mitteleuropa, mit besonderer Berücksichtigung von Deutschland, Österreich und der Schweiz (Bespr.). S. 238.
- Flüchtige Stoffe, Um kleine Mengen — zu trennen, zu reinigen und anderweit experimentell zu behandeln. S. 618.
- Flügeldecken, Die Funktion der — der Käfer. S. 699.
- Flug, Der — der Tiere (H. Erhard). S. 357.
- Die Leistungen der Vögel im — (A. Pütter). S. 701, 725.
- Flugtechnik, Leitfaden der — (Bespr.). S. 546.
- Flugzeugbau, Mechanische Grundlagen des — (Bespr.). S. 42.
- Flugzeuge, Die Stabilität der — (Bespr.). S. 547.
- Vogel und — (A. Pütter). S. 861.
- Flußmüschelforschung, Wege und Ziele der modernen — (F. Haas). S. 108.
- Formosanarum, Icones Plantarum — nec non et Contributiones ad Floram Formosanam (Bespr.). S. 564.
- Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung (Bespr.). S. 116.
- Freiballon, Physikalische Untersuchungen im — (Bespr.). S. 694.
- Frost- und schneefreie Zeiten im Deutschen Reiche (Wilhelm Richter). S. 196.
- Funkeninduktoren, Konstruktion, Bau und Betrieb von — und deren Anwendung (Bespr.). S. 307, 693.
- Funkestation, Der Unterschied in der Reichweite einer — bei Tag und bei Nacht (P. Ludewig). S. 148.
- Gärung, alkoholische, Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei — (Bespr.). S. 808.
- Galaktit. S. 1031.
- Galenausgabe, Die neue — und das griechische Ärztekörpus der Akademien (Karl Sudhoff). S. 794.
- Game Animals, Life-Histories of African — (Bespr.). S. 719.
- Gartenkunst, Geschichte der — (Bespr.). S. 565.
- Gas, Natur-, in Louisiana. S. 167.
- Gasfernversorgung, Eine unterseeische —. S. 166.
- Gasgesetze, Zur Geschichte der Entdeckung der —. S. 983.
- Gasreaktionen, s. Physikalische Chemie (Bespr.). S. 138.
- Gasrelais, Das — von Lieben und Reiss (Zuschr.). S. 716.
- Gehirn und Seele (H. G. Holle). S. 295, 329.
- Geist, Probleme der Entwicklung des —. Die Geistesformen (Bespr.). S. 211.
- Genetics, Problems of — (Bespr.). S. 804.
- Géographe-explorateur, Guide scientifique du — (Bespr.). S. 305.
- Geographentag, Deutscher, XIX. Tagung des — zu Straßburg i. Els. vom 2. bis 4. Juni (A. Steinhauß). S. 713, 737.
- Geographie (Kleine Mitteilungen).
- Adria, wissenschaftliche und wirtschaftliche Erforschung der —, S. 922. — Binnenschifffahrt, französische —, S. 923. — Chilenische Längsbahn, S. 923. — Geographische Ergebnisse der Kaiserin-Augusta-Fluß-Expedition in Deutsch-Neuguinea, S. 970. — Schifffahrt, Binnen-, französische —, S. 923. — Zentralasien, Erforschung —, S. 1063.
- astronomische, Didaktik der Himmelskunde und der — (Bespr.). S. 494.
- Geographische Bedingtheit, Die — der pommerschen Moore (Joh. Dreyer). S. 657.
- Studienreise, Eine — durch das westliche Europa (Bespr.). S. 92.
- Wanderbuch (Bespr.). S. 162.
- Geologie, Die — auf der 96. Jahresversammlung der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Frauenfeld 1913 (Julius Weber). S. 34.
- Geologische Erschließung, Zur — der deutschen Kolonien in Afrika (Edw. Hennig). S. 61.
- Wanderungen durch die Schweiz (Bespr.). S. 161.
- Wanderungen in der Umgebung von Hannover (Bespr.). S. 1045.
- Wanderbuch für den niederrheinisch-westfälischen Industriebezirk (Bespr.). S. 1045.
- Geometrie, nichteuklidische, und Atommechanik (Hans Goldschmidt). S. 477.
- Geomorphologische Mitteilungen. S. 522.
- Gerste, heurige (1913), Keimversuche mit —. S. 696.
- Geschichtliche Mitteilungen. S. 96.
- Geschlecht und Sitte im Leben der Völker (Bespr.). S. 640.
- Geschlechtsmerkmale, sekundäre, s. Keimdrüsen (Arnold Japha). S. 791.
- Geschlechtsreife, Die — bei den farbigen Menschenrassen (H. Fehlinger). S. 1003.
- Geschmack, Die Physiologie des — (Bespr.). S. 806.
- Gesteinskunde (Bespr.). S. 920.
- Grundzüge der — (Bespr.). S. 400.
- Gewebe, lebendes, Über die Widerstandsfähigkeit — gegen die Fermente der Eiweißspaltung (F. Langenskiöld). S. 883.
- Zelle und — in neuem Licht (Bespr.). S. 981.
- Gift, s. Mineralgifte. S. 562.
- Gitter- (Dissipator-) Schornsteine, s. Schornsteine (H. Winkelmann). S. 225.
- Gläser, Zur Erkennung des Schmelzens der — (E. Zschimmer). S. 961.
- Gleichgewichte, Über — zwischen isomeren Stoffen (Werner Mecklenburg). S. 56.
- Gleichrichter, Quecksilber- (Günther Schulze). S. 1033.
- Gletscherschwund, Über — u. Sonnenstrahlen. S. 524.
- Glühlampe, s. Lichterzeugung (Marcello v. Pirani und Alfred R. Meyer). S. 838.
- Goethes Anteil an der Lehre von der Aphasie (Bespr.). S. 237.
- als Energetiker, verglichen mit den Energetikern Mayer, Rosenbach und Mach (Bespr.). S. 745.
- s. naturwissenschaftliche Sammlungen (A. Hansen). S. 576.
- Stellung zum Entwicklungsgedanken (J. H. F. Kohlbrugge). S. 849.

- Gonophore, Die Regeneration der — bei den Hydroiden (H. C. Müller). S. 1025.
- Graphische Darstellungen, Zur Praxis — (Zuschr.). S. 944.
- in Wissenschaft und Technik (Bespr.). S. 860.
- Graphitzusatz, Schmieröl mit —. S. 891.
- Grönland, Durchquerung von —. S. 23.
- Grönlandeis, Quer durchs — (Bespr.). S. 160.
- Haare**, Beobachtungen über das Wachstum der — (Georg Schöne) S. 388. — (Zuschr.) S. 494.
- Haeckel, Ernst, Was wir — verdanken (Bespr.). S. 810.
- Halbwattlampe, s. Lichterzeugung (Marcello v. Pirani und Alfred R. Meyer). S. 838.
- Handschriften, alte, lesbar zu machen. S. 756.
- Harnsäuresynthese in der Mitteldarmdrüse von *Aplysia limacina*. S. 698.
- Hefezelle, Die Ernährungsphysiologie der — bei alkoholischer Gärung (Bespr.). S. 808.
- Heliotherapie, Die — der Tuberkulose, mit besonderer Berücksichtigung ihrer chirurgischen Formen (Bespr.). S. 639.
- Heredity and sex (Bespr.). S. 377.
- Hg-Bogenlampen. S. 828.
- Himmelskunde, Didaktik der — und der Astronomischen Geographie (Bespr.). S. 494.
- Himmelsphotometrie (Chr. Jensen und H. Sieveking). S. 818.
- Hirnhemisphären, Über die Beteiligung beider — an der Funktion der Sprache. S. 948.
- Hirschgeweihe, Zur Entwicklungsmechanik des morphologischen Aufbaues der — (Ludwig Rhumbler). S. 154.
- Hocharmenien, Natur- und Kulturbilder aus den Kaukasusländern und — (Bespr.). S. 398.
- Höhenklima, Die physiologischen Wirkungen des — (V. Hensen). S. 106.
- Homosexualität, Die — des Mannes und des Weibes (Bespr.). S. 748.
- Hospitals, Isolation — (Bespr.). S. 779.
- Hydraulische Kupplungen (A. Wyszomirski). S. 587.
- Hydroiden, Die Regeneration der Gonophore bei den — (H. C. Müller). S. 1025.
- Hygiene (Kleine Mitteilungen).
Desinfektionsverfahren, neuere, S. 70.
- Hypnotismus und Suggestion (Bespr.). S. 639.
- Jahr 1913**, Das — (Bespr.). S. 747.
- Jahresbericht, Der — der Smithsonian Institution in Washington über das am 30. Juni 1912 abgelaufene Berichtsjahr (Bespr.). S. 944.
- Jahreskonferenz, Die VI. — für Naturdenkmalpflege in Berlin (F. Moewes). S. 101, 129.
- Jahresversammlung, s. a. Kongreß.
- der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft, Die Geologie auf der 96. — in Frauenfeld 1913 (Julius Weber). S. 34.
- Japan, A Catalogue of the Fishes of — (Bespr.). S. 163.
- Identifizierungsverfahren, s. Körpermessung. S. 439.
- Immunität, Über — (Martin Jacoby). S. 275.
- tierische (Bespr.). S. 640.
- Indianer, Die — der Vereinigten Staaten von Amerika (H. Fehlinger). S. 1068.
- Industrie, Groß-, Stromversorgung der — (Bespr.). S. 306.
- Insects, The Life-History of — (Bespr.). S. 777.
- Insekten, Der angebliche Farbensinn der — (A. Pütter) S. 363. — (Zuschr.) S. 493. — (F. Doflein) S. 708.
- Insekten, Lebensgewohnheiten und Instinkte der — bis zum Erwachen der sozialen Instinkte (Bespr.). S. 164.
- s. Sanitärisch-pathologische Bedeutung (Bespr.). S. 779.
- staatenbildende, s. Instinkte (G. v. Natzmer). S. 816.
- Instinkt und Erfahrung (Bespr.). S. 188.
- Instinkte, soziale, Die Entwicklung der — bei den staatenbildenden Insekten — (G. v. Natzmer). S. 816.
- Intelligenz- und Demenzprüfungen (K. Heilbronner). S. 679, 705.
- und Wille (Bespr.). S. 747.
- Irritability (Bespr.). S. 806.
- Islands größter Vulkan, die Dyngjufjöll mit der Askja (Bespr.). S. 92.
- Isomere Stoffe, Über Gleichgewichte zwischen — (Werner Mecklenburg). S. 56.
- Jura, schwäbischer, Die Bedeutung des — für die Erdgeschichte (Bespr.). S. 691.
- Kältetod**, s. Erfrieren (Fritz Bachmann). S. 845.
- Kaffee-Entgiftung, Neues Verfahren der — auf physikalischer Grundlage. S. 1032.
- Kaliendlaugen, Keine ungünstige Beeinflussung biologischer Vorgänge im Flußwasser durch —. S. 754.
- Kapillarerscheinungen, Vergleichende Milchstudien mit Hilfe von — (Emil Lenk). S. 813.
- Karyokinese, s. Chromosomen (Bespr.). S. 638.
- Katalase, Die Verteilung der — im Organismus und ihre biologische Bedeutung (O. Steche). S. 1015.
- Kaukasusländer, Natur- und Kulturbilder aus den — und Hocharmenien (Bespr.). S. 398.
- Kautschukproduktion von Deutsch-Ostafrika (Fr. Tobler). S. 298, 319.
- Keimdrüsen, Einfluß der Entfernung und Überpflanzung der — auf die sekundären Geschlechtsmerkmale der Tiere (Arnold Japha). S. 791.
- Keimung, Samen-, Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der — (Georg Lakon). S. 966.
- Keimversuche mit heuriger (1913) Gerste. S. 696.
- Kinetische Theorie, Vorträge über die — der Materie und der Elektrizität (Bespr.). S. 888.
- Kinnfurchen, abnorme, s. Mißbildungen (Bespr.). S. 237.
- Klarstellung, Zur — gegenüber Herrn Dr. Kammerers Gegenkritik (Zuschr.). S. 112.
- Klima, Die Wirkung des — in tropischen und polaren Gegenden. S. 875.
- Klimaänderung, Das Problem der — in geschichtlicher Zeit (Bespr.). S. 872.
- Klimaschwankungen und Vulkanasche (Bespr.). S. 91.
- Knallgasexplosionen mit H_2 oder O_2 im Überschuß. S. 1032.
- Körpermessung, Die — und das Fingerabdruckverfahren als Identifizierungsverfahren (Wehn). S. 439.
- Kohle, kolloide, Darstellung von — auf chemischem Wege. S. 428.
- Mikrogefüge und Kolloidnatur der —, der Kohlegesteine und anderer Gesteine. S. 1019.
- Oxydierbarkeit der — bei mittleren Temperaturen. S. 1019.
- Kohlenhydrate, Kurzes Handbuch der — (Bespr.). S. 1005.
- Kohlenoxyd, Über ein neues —. S. 168.
- Kohlenoxydgasvergiftungen, Zur Geschichte der —. S. 166.

- Kohlensäureausbrüche beim Steinkohlenbergbau in Niederschlesien, Südfrankreich und Mährisch-Ostrau. S. 936.
- Kohlensäurebildung überlebender, künstlich durchbluteter Organe. S. 451.
- Kohlenstoff, Vom — (Bespr.). S. 497.
- Kohlenstoff-autotrophe Bakterien (R. Lieske). S. 914.
- Kohlenstoffverbindungen, Kinetische Stereochemie der — (Bespr.). S. 992.
- Kolloidale Medien, Über Zonenbildung in — (Bespr.). S. 564.
- Kolloide Kohle, Darstellung von — auf chemischem Wege. S. 428.
- Kolloidnatur, Mikrogefüge und — der Kohle, der Kohlegesteine und anderer Gesteine. S. 1019.
- Kolonien, deutsche, Zur geologischen Erschließung der — in Afrika (Edw. Hennig). S. 61.
- Kolonisation, Europäische — in den Tropen (H. Fehlinger). S. 939.
- Kondenswasserentölung, elektrolytische. S. 753.
- Konfiguration, Über die Konstitution und — von Verbindungen höherer Ordnung (Alfred Werner). S. 1.
- Kongreß, s. a. Jahresversammlung.
- Vom — des Institute of Metals in Gent im Herbst des Jahres 1913 (W. M. Guertler). S. 97, 125.
- Vom diesjährigen — des Institute of Metals in London (W. M. Guertler). S. 910.
- Physiologen-, Bericht über den IX. Internationalen — in Groningen 2.—6. September 1913 (Ernst Laqueur). S. 321, 347.
- Zehnter — der Deutschen Röntgengesellschaft (Joseph Ziegler). S. 486.
- Konservierung, Ein neues Verfahren zur — von Seefischen. S. 168.
- Konstitution, Über die — und Konfiguration von Verbindungen höherer Ordnung (Alfred Werner). S. 1.
- Konstitutionsbegriff, Der — in der Psychiatrie (Bespr.). S. 1043.
- Kontakt-detektor, Die Wirkungsweise des —. S. 1031.
- Kriegsschiffe, Druckluft als Schutz für —. S. 167.
- Kristallographische Symmetrieklassen, Die 32 — und ihre einfachsten Formen (Bespr.). S. 919.
- Kristallstruktur, Ringbildung und —. S. 996.
- Krötengift, Über das —. S. 475.
- Kühlbad, Ein — zur Konstanterhaltung einer Temperatur von — 112° C. S. 755.
- Kugellager, Das — und seine Verbreitung im Maschinenbau (Werner Ahrens). S. 333, 368.
- Kultur, Die — der Gegenwart (Bespr.). S. 375, 614.
- Kupfer, Salvarsan-. S. 283.
- Kupplungen, hydraulische (A. Wyszomirski). S. 587.
- Lampe, Hg-Bogen-. S. 828.
- Quarz-, Die —, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand (Bespr.). S. 617.
- Landentdeckungen, neue, im Nordpolarmeer (Otto Baschin). S. 573.
- Landformen, Die Davissche Beschreibung der — (A. Steinhauß). S. 222.
- Latentes Lichtbild, Das —, seine Entstehung und Entwicklung (Bespr.). S. 666.
- Latitude, Determination of Time, Longitude, — and Azimuth (Bespr.). S. 1018.
- Lautsprache, Die — auf elektrischem Wege fühlbar zu machen. S. 427.
- Leben, Vom — und vom Tode (Bespr.). S. 749.
- Lebensänderungen. Das Problem der Veränderung lebender Strukturen (Bespr.). S. 568.
- Lebenserscheinungen, Der Anteil einfachster Stoffe an den — (Bespr.). S. 191.
- Lebensverlängerung beim unbefruchteten Ei. S. 144.
- Leistungen, Die — der Vögel im Fluge (A. Pütter). S. 701, 725.
- Leitfähigkeit, elektrische, Über die — der Metalle in den allertiefsten Temperaturen [Nach den Entdeckungen von Kamerlingh Onnes] (A. Mahlke). S. 963.
- Leonardo der Techniker und Erfinder (Bespr.). S. 450.
- Leuchtfeuer für die Luftschiffahrt. S. 167.
- Lichtäther-Hypothese, Zur Krise der — (Bespr.). S. 351.
- Lichtbild, latentes, Das —, seine Entstehung und Entwicklung (Bespr.). S. 666.
- Lichtbrechung, Die — in Gasen als physikalisches und chemisches Problem (Bespr.). S. 933.
- Lichterzeugung, Über die Grundlagen der — bei den gebräuchlichen elektrischen Glühlampen unter besonderer Berücksichtigung der Halbwattlampe (Marcello v. Pirani und Alfred R. Meyer). S. 838.
- Lichtquellen, künstliche, Die Farbe der — (L. Bloch). S. 85.
- Lichtsinn, Die Entwicklung von — und Farbensinn in der Tierreihe (Bespr.). S. 806.
- Lipoide, Die Unentbehrlichkeit der — für das Leben. S. 356.
- Liquor cerebrosinalis, Der — (K. Grahe). S. 633.
- Lösungen, feste, Die Bildung von Verbindungen bzw. — von Metallen in festem Zustande (Robert Kremann). S. 841.
- Logarithmen, s. John Napier (Conrad Müller). S. 669.
- London, Die Wasserversorgung von —. S. 165.
- Longitude, Determination of Time, —, Latitude and Azimuth (Bespr.). S. 1018.
- Lotze, Hermann (Bespr.). S. 746.
- Luftschiffahrt, Leuchtfeuer für die —. S. 167.
- Madras, The — Presidency with Mysore, Coorg and the Associated States (Bespr.). S. 399.
- Magnetfelder von ungewöhnlicher Stärke. S. 355.
- Magnetismus, Handbuch der Elektrizität und des — (Bespr.). S. 918.
- Magneto-Optics, Researches in — (Bespr.). S. 352.
- Magnetooptische Untersuchungen mit besonderer Berücksichtigung der magnetischen Zerlegung der Spektrallinien (Bespr.). S. 664.
- Malaria-, Seuchen-, insbesondere — Bekämpfung in Jerusalem (P. Mühlens). S. 314.
- Malayischer Archipel, s. Zoologische Forschungsreisen (Bespr.). S. 636.
- Mammals, An account of the — and birds of the lower Colorado Valley with especial reference to the Distributional Problems presented (Bespr.). S. 721, 934.
- Materie, Die Anwesenheit von — in einem Raumgebiet beeinflusst nicht merklich die Dichte des Äthers. S. 1032.
- bewegte, Die Physik der — und die Relativitätstheorie (Bespr.). S. 616.
- Mathematik, Über das Wesen der — (Bespr.). S. 116.
- Meadow-lark (*Sturnella neglecta*), A Determination of the economic status of the western — in California (Bespr.). S. 565.
- Mechanische Arbeit, Strömungsenergie und — (Bespr.). S. 547.
- Medien, kolloidale, Über Zonenbildung in — (Bespr.). S. 564.
- Meeresalgen, Industrielle Verwendung von — (Gertrud Tobler-Wolff). S. 410.

- Meeresforschung, Aus dem Bereich der — im Jahre 1913/14 (Gerhard Schott). S. 937.
- Meerwasser, Die Farbe des —. S. 332.
- Mensch, Der — (Bespr.). S. 802.
- Entstehung und Entwicklung des — und Regeln für das Geschlechtsleben (Bespr.). S. 640.
- Menschenfunde, Diluviale — in Obercassel bei Bonn. S. 645.
- Menschenrassen, farbige, Die Geschlechtsreife bei den — (H. Fehlinger). S. 1003.
- Menschenwachstum, Physiologie des — (Ernst Gellhorn). S. 765.
- Mesothorium und seine Anwendung in der Medizin (Erich Kuznitsky). S. 14.
- Meßtechnik, Die — im Röntgenwesen (P. Ludewig). S. 550.
- Metalle, Die — (Bespr.). S. 889.
- Untersuchungen über die relative Häufigkeit der — in der Erdkruste (Albert Bencke). S. 732.
- Über die elektrische Leitfähigkeit der — in den allertiefsten Temperaturen [Nach den Entdeckungen von Kamerlingh Onnes] (A. Mahlke). S. 963.
- Metallographie (Bespr.). S. 516.
- Metallurgische Berechnungen (Bespr.). S. 517.
- Metals, Vom Kongreß des Institute of — in Gent im Herbst des Jahres 1913 (W. M. Guertler). S. 97, 125.
- Vom diesjährigen Kongreß des Institute of — in London (W. M. Guertler). S. 910.
- Meteorologie (Kleine Mitteilungen).
- Luftströme, absteigende, Die Wirkung — auf die Wetterlage, S. 239. — Meteorologenkongreß, Ein internationaler —, S. 239. — Wetterkarte, Eine — für die ganze nördliche Hemisphäre, S. 239. — Wetterlage, Die Wirkung absteigender Luftströme auf die —, S. 239.
- Lehrbuch der — (Bespr.). S. 39, 163, 743.
- Methylalkohol, Die biologische Stellung des Äthylalkohols und des — (G. Trier). S. 927.
- Untersuchung des Branntweins auf —. S. 428.
- Mikroorganismen, bodenbewohnende, Das Edaphon als Lebensgemeinschaft —. S. 111.
- menschenpathogene, Die Züchtung — nicht bakterieller Natur (W. Frei). S. 175.
- Mikrophotographie, Über — der Strukturen lebender Pflanzenzellen mit ultraviolettem Licht (Jaroslav Peklo). S. 364.
- Mikroskopie, Einführung in die (Bespr.). S. 932.
- Milchstudien, Vergleichende — mit Hilfe von Kapillarscheinungen (Emil Lenk). S. 813.
- Mineralchemie, Handbuch der — (Bespr.). S. 40, 142, 472.
- Mineralgifte, Wie wurde die Heilkraft der — entdeckt? (Hans Schmidt). S. 562.
- Mißbildungen, Über abnorme Kinnfurchen, sowie einige andere — im Bereiche des ersten Kiemenbogens (Bespr.). S. 237.
- Mittel, Die Berechnung der Abweichungen einer Zahlenreihe von ihrem —. S. 428.
- Mittelmeerbilder (Bespr.). S. 1077.
- Mittelmeerforschung, internationale. S. 332.
- Molekulare Struktur, Die — der radioaktiven Stoffe. S. 618.
- Moore, pommersche, Die geographische Bedingtheit der — (Joh. Dreyer). S. 657.
- Moose, Die Torf- und Leber- (Bespr.). S. 563.
- Morphologie, experimentelle, s. Organismus. S. 505.
- Mückenbekämpfung und Naturschutz. S. 699.
- Musikinstrumente, Die Hornbostel-Sachs'sche Klassifikation der — (Curt Sachs). S. 1056.
- Muskelkontraktion, Neuere Untersuchungen zur Theorie der — (A. Pütter). S. 31.
- Mutationstheorie, Der Mythos von der —. S. 780.
- Über den gegenwärtigen Stand der — (Ernst Lehmann). S. 597.
- Mykologie (Kleine Mitteilungen).
- Gärung, Hefe-, und Wasserstoff, S. 983. — Hefegärung und Wasserstoff, S. 983. — Nitrifikation, Die Einwirkung organischer Stoffe auf die — und Denitrifikation im Ackerboden, S. 982. — Nitritassimilation durch Schimmelpilze, S. 982. — Plattenkulturen, Über den Einfluß der Aussaatstärke auf das Resultat bei Bakterienzählungen mittels —, S. 982. — Saccharomyceten (Hefen), Das Verhalten einiger — zu Inulin, S. 982. — Vergärung, Die — des Traubenmostes unter Paraffinöl, S. 983.
- Mythos, Der — von der Mutationstheorie. S. 780.
- Napier, John, Laird of Merchiston, und die Entdeckungsgeschichte seiner Logarithmen (Conrad Müller). S. 669.
- Narkose im Pflanzenreich (Alfred Heilbronn). S. 1012.
- und Sauerstoffverbrauch. S. 698.
- Natural selection, Controlled — and value marking (Bespr.). S. 802.
- Naturdenkmäler der Herrschaft Schmalkalden (Bespr.). S. 935.
- Naturdenkmalpflege, Die VI. Jahreskonferenz für — in Berlin (F. Moewes). S. 101, 129.
- Neue Literatur über — und Naturschutz (Bespr.). S. 419.
- Mitteilungen über — im Regierungsbezirk Lüneburg. S. 1048.
- Naturgas in Louisiana. S. 167.
- Naturkunde, Didaktik und Methodik der — (Bespr.). S. 40.
- Naturphilosophie (Bespr.). S. 1073.
- Geschichte der deutschen — (Bespr.). S. 68.
- Die Grundlagen der — (Bespr.). S. 746.
- Moderne — (Bespr.). S. 1074.
- Eine Einführung in die moderne — (Bespr.). S. 744.
- Naturschutz, Neue Literatur über Naturdenkmalpflege und — (Bespr.). S. 419.
- und Mückenbekämpfung. S. 699.
- Naturschutzgebiet bei Sababurg im Reinhartswald (Bespr.). S. 906.
- Naturstoffe, Grundlehren der Chemie und Wege zur künstlichen Herstellung von — (Bespr.). S. 993.
- Naturwissenschaften, Allgemeine Ergebnisse und Probleme der — (Bespr.). S. 744.
- Abhandlungen und Vorträge zur Geschichte der — (Bespr.). S. 827.
- Die — in ihrer Entwicklung und in ihrem Zusammenhange (Bespr.). S. 303.
- Naturwissenschaftliche Sammlungen, Die Aufstellung von Goethes — im Neubau des Goethehauses zu Weimar (A. Hansen). S. 576.
- Neon, Wage für das Gas —. S. 892.
- Nernstsches Theorem, s. Physikalische Chemie. (Bespr.). S. 138.
- Niederschlag, Festland-, Ursprung und Verbleib des — (Bespr.). S. 740.
- Nobelpreisvortrag von Kamerlingh Onnes (Bespr.). S. 874.
- Nordpolarmeer, Neue Landentdeckungen im — (Otto Baschin). S. 573.
- Nukleolen, s. Chromosomen (Bespr.). S. 638.

- Odysseus**, Der Bogen des — (Adolf Heilborn). S. 525.
— (Zuschr.) S. 660.
- Optics**, Researches in physical — (Bespr.). S. 663.
- Optische Abbildung**, Über — (M. v. Laue). S. 757.
- Orchideen**, Die — (Bespr.). S. 906.
- Organismus**, pflanzlicher, Die Struktur des — und ihre Erforschung seitens der experimentellen Morphologie (Hans Hauri). S. 505.
- Ornithologie** (Kleine Mitteilungen).
Bastarde, Kanarien-, Temperament der —, S. 922.
— Feder, Vogel-, Die Struktur der —, S. 922. — Kanarienbastarde, Temperament der —, S. 922. — Krähen, Die —, Omnivoren. S. 922. — Naumann, Joh. Friedr., S. 572. — Storchener, Statistische Aufnahme sämtlicher in Mecklenburg vorhandener besetzter —, S. 571. — Vogelfeder, Die Struktur der —, S. 922. — Wandertaube Nordamerikas. S. 571.
— systematische, Handbuch der —. Die Vögel (Bespr.). S. 113.
- Osterinsel**, Die — (Walter Knoche). S. 798.
- Ostsee**, Die Gezeiten der — und des Finnischen Meerbusens (Bespr.). S. 692.
— Die Hydrographie der — (Bespr.). S. 692.
- Oxydation**, Ursache der — von Schriftmetallen. S. 619.
- Paläobiologie**, Grundzüge der — der Wirbeltiere (Bespr.). S. 424.
- Paläogeographische Mitteilungen**. S. 811.
- Paläoklimatologie**, Über Grundlagen und Theorien der — (Wilh. Eckardt) S. 193. — (Zuschr.) S. 371.
- Paläontologie** (Kleine Mitteilungen).
Wirbeltiere, höhere. S. 216.
- Paläozoologie**, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 718.
- Palladium**, Über das Verhalten von Wasserstoff gegen —. S. 167.
- Pamirexpedition** des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins 1913. S. 827.
- Paralyse**, Tabes und — und ihre Behandlung. S. 283.
- Parasiten**, Pathogene tierische — [Protozoen, Würmer, Gliederfüßer] (Bespr.). S. 778.
— tierische, Atlas und Lehrbuch wichtiger — und ihrer Überträger mit besonderer Berücksichtigung der Tropenpathologie (Bespr.). S. 1044.
- Parthenocarpie**. S. 356.
- Parthenogenesis**, Artificial — and Fertilization (Bespr.). S. 805.
- Pathologie**, Psycho-, Allgemeine — (Bespr.). S. 980.
- Pearls** (Bespr.). S. 640.
- Pendelungen**, Stabilität, Labilität und — in der Elektrotechnik (Bespr.). S. 693.
- Pendulationstheorie**, Über H. Simroths — (Ernst Fischer). S. 949.
- Periodisches System**, Die Stellung der Elemente der seltenen Erden im — (R. J. Meyer). S. 781.
— Die Radioelemente und das — (K. Fajans) S. 429, 463. — (Zuschr.) S. 543, 717.
- Petroleum**, Die Herkunft des — (Robert Potonié). S. 605.
— Über die Verwendung des — im früheren Mittelalter. S. 755.
- Pflanzen**, Alpen-, Der XIII. Bericht des Vereins zum Schutze der —. S. 1048.
— Zur Frage der Assimilation anorganischer, stickstoffhaltiger Verbindungen in den — (Oskar Baudisch). S. 199, 229.
— Die — der Feldwirtschaft (Bespr.). S. 115.
— grüne, Die Ausnutzung der Sonnenstrahlen durch die — (A. Pütter). S. 169.
- Pflanzenalkaloide**, Der heutige Stand der Synthese von — (Bespr.). S. 115.
- Pflanzenanatomie** (Bespr.). S. 722.
- Pflanzendecke**, Die — Österreich-Ungarns (Bespr.). S. 1075.
- Pflanzenleben** (Bespr.). S. 114, 564.
- Pflanzenreich**, Das — (Bespr.). S. 921, 1074.
— Narkose im — (Alfred Heilbronn). S. 1012.
- Pflanzenreizstoffe**. S. 452.
- Pflanzen-systematik**, Die Serumiagnostik im Dienste der — (Kurt Gohlke). S. 405.
- Pflanzenzellen**, Über Mikrophotographie der Strukturen lebender — mit ultraviolettem Licht (Jaroslav Peklo). S. 364.
- Phänomenalismus** (Bespr.). S. 66.
- Photoaktivität** des Blutes. S. 860.
- Photochemie**, Die — der Zukunft (Bespr.). S. 141.
- Photochemische Prozesse**, Ideale und reale — (Fritz Weigert). S. 898.
- Photo-Electricity** (Bespr.). S. 449.
- Photographie** s. Quellenschriften (Bespr.). S. 665.
— Jahrbuch für — und Reproduktionstechnik für das Jahr 1913 (Bespr.). S. 667.
- Photometrie**, Himmels- (Chr. Jensen und H. Sieveking). S. 818.
- Phylogenetische Forschung**, Neuere Wege — (O. Abel). S. 25.
- Physical optics**, Researches in — (Bespr.). S. 663.
- Physik und Chemie** (Kleine Mitteilungen).
Äther, Existenz des —, S. 499. — Aluminium, Zusatz von — zu Kupfer-Nickel-Legierungen, S. 644. — Aluminiumnitrid in hohen Temperaturen, S. 908. — Ammoniak, synthetisch hergestellter, Die günstigste Verwendungsart für —, S. 844. — Argon, Darstellung von —, S. 308. — Atome des Quecksilberdampfes, Über Zusammenstöße zwischen Elektronen und den —, S. 667. — Atomgewichte, Jahresbericht des Internationalen Komitees der — für 1914. — Atomkräfte, Zur Theorie der elektrischen und chemischen —, S. 44. — Avogadro'sche Konstanten, Bestimmung der —, S. 724. — Beryllium, Atomgewicht des —, S. 596. — Blitzableiter, Radium-, S. 499. — Blumen, abgeschnittene, möglichst lange frisch zu erhalten, S. 308. — Bogen- und Funkenspektrum, S. 43. — Borverbindungen, Fixation des Luftstickstoffes mittels —, S. 45. — Brownsche Bewegung bei mehr als 20 000-facher Vergrößerung, S. 379. — Chemische Reaktionen im Hochvakuum, S. 500. — Dicke der sehr dünnen Schichten, S. 596. — Durchlässigkeitsgrad, Der —, eines Bodens für Bakterien, S. 724. — Eis, Zusammendrückbarkeit des —, S. 643. — Elektrizitätsmengen, welche kleiner sind als die Ladung des Elementarquantums, S. 379. — Elektrizitätsübergang bei ultramikroskopischen Kontaktabständen, S. 668. — Elektronen, Über die reale Existenz der —, S. 44. — Elektronen, Über Zusammenstöße zwischen — und den Atomen des Quecksilberdampfes, S. 667. — Elementarquantum, elektrisches, S. 642. — Energie, Woher stammt die —, welche beim Leuchten sogenannter Leuchtsteine (Luminophore) abgegeben wird? S. 44. — Energie, Quantitative Messungen der durch elektrische Wellen übertragenen —, S. 43. — Feste Körper, Gestalt —, S. 307. — Funken- und Bogenspektrum, S. 43. — Gärung, Hefe-, Vorgänge bei der —, S. 46. — Gase, Absorption von — durch Steinkohle, S. 595. — Gasglühlicht-Hängelampe, neue, sehr ökonomische, S. 643. — Glühlampe, Kathoden-, S. 499. — Grammophonplatten vergrößern und verkleinern, S. 500. — Graphit, künstlicher, Die Gewinnung von —, S. 404. — Härtung oder Enthärtung, S. 596. — Halleffekt in Flammen, S. 907. — Hefegärung, Vorgänge bei der —, S. 46. — Hochvakuum, S. 644. — Holzkonservierung, gute, S. 308. — Hydrothermale Bildung von Silikaten, S. 908. — Intensitäten der beiden Linien D₁ und D₂, S. 644. — Iridium, Wasserstoff-

- absorption durch —, S. 668. — Kalium, Tetroxyd des —, S. 596. — Kapillarschicht, Dicke und Struktur der —, S. 380. — Kathoden-Glühlampen, S. 499. — Kathodenstrahl-Vakuum-Ofen, Ein neuer —, S. 44. — Kohle, Zur Kenntnis der Konstitution der —, S. 404. — Kohle, künstliche, S. 45. — Kohlenstoff-Legierungen, Wolfram-, S. 596. — Kokosnußkohle, Aufnahme von Wasserstoff durch —, S. 380. — Kolloide Lösungen kann man auch durch mechanische Zerteilung herstellen, S. 724. — Konservierung, Holz-, gute, S. 308. — Kontaktabstände, ultramikroskopische, Elektrizitätsübergang bei —, S. 668. — Künstliche Kohle, S. 45. — Kupfer, Thermische und elektrische Leitfähigkeit von — zwischen 20 und 373 abs., S. 500. — Kupfer-Nickel-Legierungen, Zusatz von Aluminium zu —, S. 644. — Leuchtsteine (Luminophore), s. Energie. S. 44. Lichtäther, Experimenteller Beweis für die Existenz des —, S. 379. — Lichtbrechungsvermögen der Stickoxyde, S. 844. — Lösungsmittel für Steinkohle, S. 908. — Ludwig-Soret'sches Phänomen in festen Körpern, S. 908. — Magnetische Felder, Sichtbarmachung —, S. 595. — Mangan im Trinkwasser und das Wesen der Entmanganungsmethoden, S. 403. — Mikroseismische Bewegungen, S. 643. — Natriumflamme von sehr großer Intensität, S. 595. — Nebulium, ein neues Element, S. 644. — Neonröhren, Potentialabfall in —, S. 499. — Ozonbildung, Einfluß des Druckes auf die —, S. 380. — α -Partikelchen, Die Bahn von — sichtbar zu machen, S. 960. — Phosphor, Mit der Oxydation des — verbundene Strahlung, S. 844. — Pleochroische Kreisflecke, Durch — das Alter der Gesteine zu bestimmen, S. 308. — Potentialabfall in Neonröhren, S. 499. — Quecksilberdampflampen aus Quarz, S. 308. — Radiumblitzableiter, S. 499. — Randwinkel und Schwimmvermögen, S. 643. — Reaktionsfähigkeit, chemische, S. 307. — Reflexionsfähigkeit einiger schwarzer Substanzen, S. 644. — Reindarstellung von Metallen, S. 596. — Resonanz, optische, Die — des Natriumdampfes unter dem Einfluß eines einzigen der beiden D-Strahlen, S. 844. — Röntgenstrahlen, Über den Zusammenhang zwischen Absorption und Wellenlänge der —, S. 924. — Röntgenstrahlen, Durchlässigkeit der Stoffe für —, S. 596. Röntgenstrahlen, Über die Intensitätsverteilung von —, die von einer Graphitantikathode ausgehen, S. 924. — Röntgenstrahlung, Physikalische und biologische Eigenschaften, welche das Blut und das Blutserum durch — annehmen, S. 379. — Sagnac-Effekt, S. 499. — Schicht, Glasurartige, durchsichtig oder durchscheinend, S. 644. — Schriftfälschungen mittels ultravioletter Licht festzustellen, S. 308. — Seifenblasen von 60 cm Durchmesser, S. 844. — Selenium als Entdeckungsmittel für kleinste Lichtmengen, S. 907. — Siedeverzug, Vermeidung des —, S. 45. — Silikate, Hydrothermale Bildung von —, S. 908. — Spektrum, kontinuierliches, im Ultravioletten, S. 308. — Stahlsorten, In mechanischer Beziehung merkwürdig verschiedene Stahlsorten, S. 924. — Steinkohle, Absorption von Gasen durch —, S. 595. — Steinkohle, Lösungsmittel für —, S. 908. — Steinsalz, Abhängigkeit der Plastizität des — vom umgehenden Mittel, S. 643. — Stickoxyde, Lichtbrechungsvermögen der —, S. 844. — Stickstoff, Luft, Fixation des — mittels Borverbindungen, S. 45. — Stickstoffdüngemittel aus Luftstickstoff hergestellt, S. 45. — Strontiummetall, S. 500. — Temperaturen, hohe, Arbeitsmethoden zur Erzeugung —, S. 908. — Tetroxyd des Kaliums, S. 596. — Vakuum, Hoch-, S. 644. — Vakuumofen, Kathodenstrahl-, Ein neuer —, S. 44. — Vakuumröhren, Bildung von Gasen in —, S. 907. — Vakuumteer, S. 402. — Variable Leiter, Das elektrische Verhalten der — und deren Beziehungen zur Elektronentheorie, S. 723. — Verdunstung, jährliche, auf Seen, S. 307. — Viskosität einer Flüssigkeit, S. 724. — Wärmestrahlen, Reflexion langwelliger — an rauen Flächen und Gittern, S. 499. — Wasserstoff, Aufnahme von — durch Kokosnußkohle, S. 380. — Wasserstoffabsorption durch Iridium, S. 668. — Weston-Element, Beeinflussung des — durch ultraviolette Licht, S. 380. — Wolfram-Kohlenstoff-Legierungen, S. 596. — Ytterbium, Zerlegung des —, S. 595. — Zirkonsalz, lichtempfindliches, S. 402. — Zusammendrückbarkeit des Eises, S. 643.
- Physik, Experimental-, Lehrbuch der — (Bespr.). S. 39.
- Elementares Lehrbuch der — nach den neuesten Anschauungen (Bespr.). S. 660.
- F. Kohlrauschs praktische —, 1. Aufl. 1870, 12. Aufl. 1914 (Adolf Heydweiller). S. 985.
- Moderne Probleme der — (Bespr.). S. 887.
- theoretische, Einführung in das Studium der —, insbesondere in das der analytischen Mechanik (Bespr.). S. 544.
- theoretische, Vorlesungen über neuere Probleme der — (Bespr.). S. 662.
- Physikalisch-chemische Untersuchungen am lebenden Protoplasma (Bruno Kisch). S. 533.
- Technische Reichsanstalt, Die Tätigkeit der — im Jahre 1913 (Karl Scheel). S. 787.
- Chemie der homogenen und heterogenen Gasreaktionen unter besonderer Berücksichtigung der Strahlungs- und Quantenlehre sowie des Nernst'schen Theorems (Bespr.). S. 138.
- Eigenschaften, Chemische Konstitution und — (Bespr.). S. 517.
- Erkenntnis, Neue Bahnen der — (Bespr.). S. 918.
- Grundlagen der Elektrotechnik (Bespr.). S. 117.
- Untersuchungen im Freiballon (Bespr.). S. 694.
- Heilmittel, Die — in der inneren Medizin (H. Determann). S. 290.
- Schulversuche, Anleitung zu den wichtigsten — (Bespr.). S. 932.
- Physikalisches über Raum und Zeit (Bespr.). S. 593.
- System, Das Protoplasma als — von Ludwig Rhumbler (V. Hensen). S. 893.
- Physiologenkongreß, Bericht über den IX. Internationalen — in Groningen 2.–6. September 1913 (Ernst Laqueur). S. 321, 347.
- Physiologische Wirkungen des Höhenklimas (V. Hensen). S. 106.
- Physique, Cours de — générale (Bespr.). S. 661.
- Pigmente der Blätter s. Chlorophyll. S. 468.
- Pigmentzellen, Amöboide Bewegung bei —. S. 700.
- Plantarum, Icones — Formosanarum nec non et Contributiones ad Floram Formosanam (Bespr.). S. 564.
- Platin, Das Röntgenspektrum des —. S. 996.
- Die Widerstandsfähigkeit von — gegen heiße Salpetersäure. S. 1020.
- Platonische Idee, Goethes Urphänomen und die — (Bespr.). S. 68.
- Polar- und Forschungsexpeditionen. S. 1046.
- Polarlicht, Erdmagnetismus, Erdstrom und — (Bespr.). S. 21.
- Polydaktylie, Zur — in der Familie Bilfinger (Bespr.). S. 237.
- Protoplasma, lebendes, Physikalisch-chemische Untersuchungen am — (Bruno Kisch). S. 533.
- Das — als physikalisches System von Ludwig Rhumbler (V. Hensen). S. 893.
- Psychiatrie, Der Konstitutionsbegriff in der — (Bespr.). S. 1043.
- Psychologie, objektive, oder Psychoreflexologie.

- Die Lehre von den Assoziationsreflexen (Bespr.). S. 185.
- objektive, Das Verbrechen im Lichte der — (Bespr.). S. 748.
- Psychopathische Verbrecher (Bespr.). S. 641.
- Psychopathologie, Allgemeine — (Bespr.). S. 980.
- Quanten, Die Theorie der Strahlung und der — (Bespr.). S. 662.
- Quarzlampe, Die —, ihre Entwicklung und ihr heutiger Stand (Bespr.). S. 617.
- Quecksilbergleichrichter (Günther Schulze). S. 1033.
- Quellen, Die Radioaktivität von Boden und — (Bespr.). S. 871.
- Quellenschriften zu den frühesten Anfängen der Photographie bis zum XVIII. Jahrhundert (Bespr.). S. 665.
- Radikale, freie, Die Existenz — und die Bedeutung der Arbeiten von M. Gomberg (H. Großmann). S. 609.
- Radioaktive Düngemittel. S. 828.
- Stoffe, Die molekulare Struktur der —. S. 618.
- Radioaktivität, Die — von Boden und Quellen (Bespr.). S. 871.
- Radioelemente, Die — und das periodische System (K. Fajans) S. 429, 463. — (Zuschr.) S. 543, 717.
- Radiologie, Handbuch der — (Bespr.). S. 38.
- Radium enthaltende Erzlagerstätten in Colorado und Utah [V. St. A.] (Karl L. Henning). S. 490.
- Das —, ein Mittel zum Treiben der Pflanzen (Hans Molisch). S. 104.
- Frage, Der gegenwärtige Stand der — in den Vereinigten Staaten von Nordamerika (Karl L. Henning). S. 343.
- Radiumblitzableiter, Ein — nach dem französischen Original von Dr. B. Szilard (H. Sieveking). S. 973.
- Raffination, Ein neues Verfahren zur — von Erdöl. S. 619.
- Raum, Physikalisches über — und Zeit (Bespr.). S. 593.
- Die realistische Weltansicht und die Lehre vom — (Bespr.). S. 591.
- Rays of positive electricity and their application to chemical analyses (Bespr.). S. 1059.
- Reaktionen in umgekehrten Flammen. S. 756.
- Rechenkünstler (W. Ahrens). S. 381.
- Red Beds, Die — (Karl L. Henning). S. 177.
- Reflexologie, Psycho-, Objektive Psychologie oder —. Die Lehre von den Assoziationsreflexen (Bespr.). S. 185.
- Regenbogen, Über den heutigen Stand der Theorie des — (R. Schachenmeier). S. 384.
- Regeneration, Die — der Gonophore bei den Hydroiden (H. C. Müller). S. 1025.
- Reinigung, Selbst-, der Gewässer (E. Neresheimer). S. 729.
- Relais, Die Erweiterung der Fernsprechgrenzen durch das — von Lieben und Reiß (Fritz Schulze). S. 7.
- Gas-, Das — von Lieben und Reiß (Zuschr.). S. 716.
- Relativitätsprinzip, Das — (Bespr.). S. 350, 1018.
- Relativitätstheorie, Entwurf einer verallgemeinerten — und einer Theorie der Gravitation (Bespr.). S. 448.
- Die Physik der bewegten Materie und die — (Bespr.). S. 616.
- Relikte, marine, Studien über die — der nordeuropäischen Binnengewässer (Bespr.). S. 744.
- Reproduktionstechnik, s. Photographie (Bespr.). S. 667.
- Rheinlande, Die — in naturwissenschaftlich-geographischen Einzeldarstellungen (Bespr.). S. 1045.
- Rhythmische Strukturen, Über — im Pflanzenreich (Ernst Küster). S. 73.
- Ringbildung und Kristallstruktur. S. 996.
- Röntgen-Gesellschaft, Zehnter Kongreß der Deutschen — (Joseph Ziegler). S. 486.
- Röntgen Rays, X Rays, an introduction to the study of — (Bespr.). S. 1004.
- Röntgenrohr, Das neue — nach Coolidge (F. P. Kerschbaum). S. 654.
- Röntgenspektrum, Das — des Platins. S. 996.
- Röntgenstrahlinterferenzen, Der Temperatureinfluß auf die — beim Diamant (Zuschr.). S. 371.
- Beobachtungen über — (Zuschr.). S. 328.
- Röntgenwesen, Die Meßtechnik im — (P. Ludewig). S. 550.
- Rohre, holzgefütterte, Die Herstellung und Verwendung von —. S. 754.
- Rost, Schutzverfahren für Stahl und Eisen gegen —. S. 948.
- Rostschutz (Zuschr.). S. 979.
- Säugetiere, Über den Wert der äußerlichen Untersuchung vorgeschrittener Entwicklungsstadien von —. S. 1048.
- Säuglinge, kranke, Blutveränderungen bei — (S. Samelson). S. 508.
- Säuregehalt, Unterschied zwischen — und Säuregrad eines Weines. S. 756.
- Saft, Das Aufsteigen des — in den Bäumen (Farenholtz). S. 594.
- Salvarsan, Die Anwendungsweisen des —. S. 284.
- und Syphilis (C. Bruck). S. 258.
- Salvarsanfrage, Zur — (Gennerich). S. 263.
- Salvarsankupfer. S. 283.
- Salzlagerstätten, Die deutschen —, ihr Vorkommen, ihre Entstehung und die Verwertung ihrer Produkte in Industrie und Landwirtschaft (Bespr.). S. 890.
- Samenkeimung, Die neuen Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der — (Georg Lakon). S. 966.
- Sanitarisch-pathologische Bedeutung der Insekten und verwandten Gliedertiere (Bespr.). S. 779.
- Sauerstoff, Revision der Dichte des —. S. 1020.
- Sauerstoffverbrauch und Narkose. S. 698.
- Saurierfunde, Über neuere — aus Canada und deren geologische Position (Karl L. Henning). S. 769.
- Schall, Neues über die Ausbreitung des — in der freien Atmosphäre (Wilhelm Schmidt). S. 925.
- Scheinwerfer, Beleuchtungsstärke eines —. S. 355.
- Schilddrüse, Die — und ihre Rolle in der Pathologie. S. 143.
- Schlafdauer, Die — und Schlafentiefe bei Tieren. S. 860.
- Schlesische Landeskunde (Bespr.). S. 161.
- Schmalkalden, Naturdenkmäler der Herrschaft — (Bespr.). S. 935.
- Schmelzen, Zur Erkennung des — der Gläser (E. Zschimmer). S. 961.
- Schmieröl mit Graphitzusatz. S. 891.
- Schnee- und frostfreie Zeiten im Deutschen Reiche (Wilhelm Richter). S. 196.
- Schornsteine, Dissipator- (Gitter-), Die Bedeutung der — für die Vegetation (H. Winkelmann). S. 225.
- Schriftmetalle, Ursache der Oxydation von —. S. 619.

- Schröder-Stranz-Expedition, Die — und die deutsche Wissenschaft (W. Kükenthal). S. 82.
- Schwäbischer Jura, Die Bedeutung des — für die Erdgeschichte (Bespr.). S. 691.
- Schweiz, Geologische Wanderungen durch die — (Bespr.). S. 161.
- Schwerkraft, s. Tierische Organismen (W. Buddenbrock). S. 456.
- Scientific Management (Fritz Röll). S. 626.
- Seefische, Ein neues Verfahren zur Konservierung von —. S. 168.
- Seele, Gehirn und — (H. G. Holle). S. 295, 329.
- Sehqualitäten, Neue Untersuchungen über die — der Bienen (C. v. Heß). S. 836.
- Seismology, modern (Bespr.). S. 401.
- Sekretion, innere, Ihre physiologischen Grundlagen und ihre Bedeutung für die Pathologie (Bespr.). S. 807.
- Selbstaufzeichnung d. Zeitsignals (H. Thurn). S. 132.
- Selbstreinigung der Gewässer (E. Neresheimer). S. 729.
- Serienspektren, s. Spektrallinien (R. Seeliger). S. 285, 309.
- Serumdiagnostik, Die — im Dienste der Pflanzensystematik (Kurt Gohlke). S. 405.
- Seuchen-, insbesondere Malaria-Bekämpfung in Jerusalem (P. Mühlens). S. 314.
- Sex, Heredity and — (Bespr.). S. 377.
- Sieveking, Hermann (Chr. Jensen). S. 977.
- Signale, Zur Bestimmung der Stärke der — in der drahtlosen Telegraphie. S. 755.
- Silikaterforschung, Ein Dezennium moderner — (H. S. v. Klooster). S. 877.
- Sitte, Geschlecht und — im Leben der Völker (Bespr.). S. 640.
- Smithsonian Institution, Der Jahresbericht der — in Washington über das am 30. Juni 1912 abgelaufene Berichtsjahr (Bespr.). S. 944.
- Solvay, Ernest (H. A. Lorentz). S. 997.
- Soma, Die geschlechtliche Differenzierung des — bei den Insekten (Kurt Geyer). S. 601.
- Sonnenfinsternis, Untersuchung über die Einwirkung der — auf die Ausbreitung elektrischer Wellen. S. 875.
- Sonnenstrahlen, Über Gletscherschwund und —. S. 524.
- Sonnenstrahlung, Die Ausnutzung der — durch die grünen Pflanzen (A. Pütter). S. 169.
- Spektrallinien s. Magnetooptische Untersuchungen (Bespr.). S. 664.
- Weitere Resultate über den Effekt des elektrischen Feldes auf — (Bespr.). S. 145.
- Moderne Anschauungen über die Entstehung der — und der Serienspektren (R. Seeliger). S. 285, 309.
- Spitzbergen, Über den Schutz der Natur — (Bespr.). S. 743.
- Das deutsche Observatorium in — (Bespr.). S. 742.
- Sprache, Über die Beteiligung beider Hirnhemisphären an der Funktion der —. S. 948.
- Stahl, Ätzmittel für —. S. 1032.
- Starkstromanlagen, elektrische (Bespr.). S. 307.
- Steinkohlenwald, Eine neuzeitliche Parallele zum —. S. 1007.
- Steppe, Wild, Wald, —. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in Britisch-Ostafrika (Bespr.). S. 421.
- Stereochemie, Kinetische — der Kohlenstoffverbindungen (Bespr.). S. 992.
- Sternbuch für Anfänger (Bespr.). S. 890.
- Stickstoff, aktiver. S. 4. — (Zuschr.) S. 516.
- flüssiger, Über die Herstellung von Temperaturen bis -211° mit Hilfe von —. S. 166.
- Stickstofffrage, Die —, ihre Entwicklung und Lösung sowie ihre Bedeutung für Industrie und Landwirtschaft (F. Honcamp). S. 511, 538.
- Stimme, Wie erhalten wir unsere — gesund? (Bespr.). S. 1044.
- Stoffwechsel, Die Größe des — bei gewerblicher Arbeit (Gösta Becker). S. 558.
- Strahlung, durchdringende, Die — der Atmosphäre (K. Kähler). S. 501. — (Zuschr.) S. 739.
- Die Theorie der — und der Quanten (Bespr.). S. 662.
- Strandverschiebungen, Beobachtungen über — an der Küste des Samlands (Bespr.). S. 741.
- Strömungsenergie und mechanische Arbeit (Bespr.). S. 547.
- Stromversorgung der Großindustrie (Bespr.). S. 306.
- Strukturen, rhythmische, Über — im Pflanzenreich (Ernst Küster). S. 73.
- Sturmflut, Die Wirkung der — vom 9. bis 10. Januar 1914 auf Samland und Nehrung (Bespr.). S. 741.
- Suggestion und Hypnotismus (Bespr.). S. 639.
- Syphilis, Die europäische — am Ausgang des Mittelalters (Paul Diepgen). S. 338.
- Salvarsan und — (C. Bruck). S. 258.
- Tabes und Paralyse und ihre Behandlung. S. 283.
- Technik (Kleine Mitteilungen).
- Abwässer, Die Reinigung von — mittels Colacit, S. 72. — Aluminiumgewinnung in der Schweiz, S. 120. — Arsen, Vorkommen des —, S. 120. — Barium- und Radiumsalze, Die Trennung von —, S. 120. — Beleuchtung, unterirdische, für Flugplätze, S. 404. — Benzinelektrische Straßenbahnwagen, S. 403. — Brennstoffe, Verfahren und Ergebnisse der Prüfung von —, S. 119. — Chemische Industrie, Aus dem Bericht über die Tätigkeit der technischen Aufsichtsbeamten der Berufsgenossenschaft der —, S. 72. — Colacit, Die Reinigung von Abwässern mittels —, S. 72. — Entzündungstemperaturen (Zündpunkte), Über — von Brennstoffen, S. 71. — Erdgase rätselhaften Ursprungs, S. 119. — Feuerungsroste mit Wasserkühlung, S. 403. — Keokuk, Wasserkraftanlage zu —, S. 1064. — Kohlen, Warum glänzen nur bestimmte —? S. 960. — Leiterteile, elektrische, zur Verbindung der Schienenenden, S. 1063. — Petroleum-Institut, internationales, S. 120. — Radioaktive Tongefäße, S. 403. — Radium- und Bariumsalze, Trennung von —, S. 120. — Roste, Hohl-, Wassergekühlte — für den Dampfkesselbetrieb, S. 958. — Schienenenden, elektrische Leiterteile zur Verbindung der —, S. 1063. — Siemens-Martin-Verfahren, Neues, S. 402. — Technische Aufsichtsbeamten. Aus dem Bericht über die Tätigkeit der — der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie, S. 72. — Tongefäße, radioaktive, S. 403. — Tonreinigung auf elektrischem Wege, S. 960. — Triebkraft, elektrische, Anwendungsgebiet für —, S. 1064. — Wassergekühlte Hohlroste für den Dampfkesselbetrieb, S. 958. — Wasserkraftanlage zu Keokuk, S. 1064.
- mikroskopische, Einführung in die — für Naturwissenschaftler und Mediziner (Bespr.). S. 570.
- Philosophie der — (Bespr.). S. 354.
- Tektonische Evolutionen und Revolutionen in der Erdrinde (Bespr.). S. 163.

- Telegraphie, drahtlose, Über die Anlage für — am Eiffelturm. S. 1031.
- Leitfaden der — für die Luftfahrt (Bespr.). S. 693.
- Teleologie, universelle, Über die grundsätzliche Unmöglichkeit einer Vereinigung von — und Mechanismus (Bespr.). S. 993.
- Telephonie, drahtlose, Eine neue Methode —. S. 1071.
- Temperatur, Ballon-, Die Abhängigkeit der — von der Ventilation. S. 1032.
- Temperaturbegriff, Die Entwicklung des — im Laufe der Zeiten (Bespr.). S. 330.
- Temperaturen, Über die Herstellung von — bis — 211° mit Hilfe von flüssigem Stickstoff. S. 166.
- sehr tiefe, Erzeugung und Messung — (F. Henning). S. 453.
- Thermodynamik, Einführung in die — (Bespr.). S. 331.
- Vorlesungen über — (Bespr.). S. 19.
- Thermodynamique, Les moteurs thermiques dans leurs rapports avec la — (Bespr.). S. 450.
- Tiefenmesser, Ein neuer —, der auf Druckmessung beruht. S. 972.
- Tierarten, neue, Die Ausbildung — durch die Eiszeit (August Thienemann). S. 581.
- Tierische Organismen, Die Beziehungen der — zur Schwerkraft (W. Buddenbrock). S. 456.
- Time, Determination of —, Longitude, Latitude and Azimuth (Bespr.). S. 1018.
- Tod, Vom Leben und vom — (Bespr.). S. 749.
- Zeugung und Vererbung, unter besonderer Berücksichtigung der Meeresbewohner (Bespr.). S. 567.
- Treiben, Das Radium, ein Mittel zum — der Pflanzen (Hans Molisch). S. 104.
- Tropenmedizinische Gesellschaft, Aus den Verhandlungen der deutschen — vom 7.—9. April 1914 (Carl Mense). S. 482.
- Tuberkulose, Die Heliotherapie der — (Bespr.). S. 639.
- Tumoren, maligne, Zur Frage der Entstehung — (Hugo Ribbert) S. 676. — (Zuschr.) S. 801.
- Ultrarotes Spektrum, Neuere Forschungen im — (Wilhelm H. Westphal). S. 621.
- Ultraviolettes Licht, Über Mikrophotographie der Strukturen lebender Pflanzenzellen mit — (Jaroslav Peklo). S. 364.
- Unterricht, chemischer, Die Methodik des — (Bespr.). S. 470.
- mathematischer und naturwissenschaftlicher, Deutscher Ausschuss für den —. S. 995.
- naturwissenschaftlicher, Eine preußische Zentralstelle für den —. S. 995.
- Urmensch, Der — in Südamerika. S. 947.
- Urphänomen, Goethes — und die platonische Idee (Bespr.). S. 68.
- Urzeugungstheorie, Über eine alte — in neuer Fassung (Erwin Hirsch). S. 52.
- Variationen, s. Vererbung (Bespr.). S. 190.
- Vektorrechnung, Über die Vorzüge der — (P. P. Ewald). S. 217.
- Verbrecher, Die psychopathischen — (Bespr.). S. 641.
- Verbrechertum, Das — im Lichte der objektiven Psychologie (Bespr.). S. 748.
- Vererbung, s. Tod (Bespr.). S. 567.
- Über die — erworbener Eigenschaften. Eine Besprechung (F. Baltzer). S. 987, 998.
- Über die bei der — von Variationen anzunehmenden Vorgänge, nebst einer Einschaltung über die Hauptarten des Entwicklungsgeschehens (Bespr.). S. 190.
- Vererbungswissenschaft, Einführung in die — (Bespr.). S. 190.
- Vergiftung, Blei- bei Tieren, Beobachtungen über —. S. 935.
- Vergiftungen, Kohlenoxydgas-, Zur Geschichte der —. S. 166.
- Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte, Aus den botanischen Vorträgen auf der 85. — in Wien, September 1913 (Gustav Klein und Erwin Janchen). S. 232.
- Vesuv, Die neue Periode des — (Bespr.). S. 690.
- Vitaminlehre, Die —, ihre wissenschaftliche und praktische Bedeutung (Casimir Funk). S. 121.
- Vögel, Die —. Handbuch der systematischen Ornithologie (Bespr.). S. 113, 1076.
- im Haushalte der Natur. S. 452.
- Die Leistungen der — im Fluge (A. Pütter). S. 701, 725.
- Vogel und Flugzeug (A. Pütter). S. 861.
- Volksernährung, Wandlungen in der — (Bespr.). S. 237.
- Vorstellungen, Über die — der Tiere (Bespr.). S. 721.
- Vulkan, Islands größter —, die Dyngjufjöll mit der Askja (Bespr.). S. 92.
- und Erdbeben (Bespr.). S. 690.
- Vulkanasche und Klimaschwankungen (Bespr.). S. 91.
- Vulkanismus, Der — (Bespr.). S. 688.
- Wachstum, Menschen-, Physiologie des — (Ernst Gellhorn). S. 765.
- Wälder, Die — unter dem Meere. S. 572.
- Wärme, Über die dynamische Theorie der — (Bespr.). S. 874.
- Wage für das Gas Neon. S. 892.
- Wal, ein seltener — an der deutschen Ostseeküste. S. 356.
- Wald, Wild, —, Steppe. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in Britisch - Ostafrika (Bespr.). S. 421.
- Wanzen, Bett-. S. 700.
- Warmblüter, Die Chronologie des Zelltodes bei — (A. Pütter). S. 628.
- Warmblütigkeit, Zur Herausbildung der — (Zuschr.). S. 515.
- Wasser, destilliertes, Schädigende Wirkung des —. S. 523.
- Meer-, Die Farbe des —. S. 332.
- Wassersport, Wetterkunde für den — (Bespr.). S. 742.
- Wasserstoff, Über das Verhalten von — gegen Palladium. S. 167.
- Wasserstoffionenkonzentration, Die — (Leonor Michaelis). S. 829.
- im Biere und bei dessen Bereitung. S. 612.
- Wasserstofflinien, Feinzerlegung von — durch das elektrische Feld (Zuschr.). S. 542.
- Wasserstoffperoxyd, Technische Bedeutung und neuere Darstellungsmethoden des — (Max Wolf). S. 854.
- Wasserstoffsuperoxyd, Darstellungsmethoden des — (Zuschr.). S. 944.
- Wasserunmischbare organische Substanzen zeigen elektrodenähnliches Verhalten. S. 948.
- Wasseruntersuchung, Praktikum der chemischen, biologischen und bakteriologischen — (Bespr.). S. 920.
- Wasserversorgung, Die — von London. S. 165.
- Wellen, elektrische, Untersuchung über die Ein-

- wirkung der Sonnenfinsternis auf die Ausbreitung —. S. 875.
- Weltanschauung, biologische, Bausteine zu einer — (Bespr.). S. 374.
- Weltansicht, Die realistische — und die Lehre vom Raume (Bespr.). S. 591.
- Wespen, Bienen und —, ihre Lebensgewohnheiten und Bauten (Bespr.). S. 164.
- Westfalenland. Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete (Bespr.). S. 400.
- Wetterkunde für den Wassersport (Bespr.). S. 742.
- Wiener Becken, Exkursionen im — (Bespr.). S. 1044.
- Wild, Wald, Steppe. Waidmannsfahrten mit Kamera und Flinte in Britisch-Ostafrika (Bespr.). S. 421.
- Wille, Intelligenz und — (Bespr.). S. 747.
- Wind, s. Ackererde (Albert Bencke). S. 396.
- Wirbeltiere, Handbuch der Biologie der — (Bespr.). S. 375.
- s. Entwicklungsgeschichte (Bespr.). S. 426.
- Grundzüge der Paläobiologie d. — (Bespr.). S. 424.
- Wirbeltierembryonen, Tafeln zum Vergleiche der Entstehung der — (Bespr.). S. 718.
- Wismutplejade, Über ein neues langlebiges Glied der — (Zuschr.). S. 685.
- Wissenschaft, exakte, Der Sinn der — in gemeinverständlicher Form dargestellt (Bespr.). S. 616.
- und Hypothese (Bespr.). S. 1073.
- und Methode (Bespr.). S. 1073.
- Witterungsverhältnisse, Zusammenhang der Ernteerträge mit den —. S. 699.
- Wunder, Die — der Natur (Bespr.). S. 238.
- Zeit, Physikalisches über Raum und — (Bespr.). S. 593.
- Zeitsignal, Selbstaufzeichnung des — (H. Thurn). S. 132.
- Zelle und Gewebe in neuem Licht (Bespr.). S. 981.
- Die Individualität der — (Bespr.). S. 981.
- Der Zuckerumsatz in der lebenden — (Carl Oppenheimer). S. 49, 78.
- Zellstoffindustrie, Über die — und ihre Bedeutung. S. 522.
- Zelltod, Die Chronologie des — bei Warmblütern (A. Pütter). S. 628.
- Zentral-Afrika-Expedition, Wissenschaftliche Ergebnisse der Deutschen — 1907 bis 1908 unter Führung Adolf Friedrichs, Herzogs zu Mecklenburg (Bespr.). S. 564.
- Zentralstelle, Eine preußische — für den naturwissenschaftlichen Unterricht. S. 995.
- Zeppelin-Luftschiff, Das — zur See. S. 752.
- Zeugung, s. Tod (Bespr.). S. 567.
- Zirkongegenstände, Herstellung von —. S. 972.
- Zittern, Über das — der Blätter. S. 1030.
- Zonenbildung, Über — in kolloidalen Medien (Bespr.). S. 564.
- Zoologische Forschungsreisen in Australien und dem Malayischen Archipel (Bespr.). S. 636.
- Station, Aus der — Rovigno (Adria). S. 518.
- Zuckerumsatz, Der — in der lebenden Zelle (Carl Oppenheimer). S. 49, 78.

Soeben vollständig geworden
Handwörterbuch der Naturwissenschaften



10 Bände gebunden 230 Mark
Gegen 4 Mark Monatsrate oder 10 Mark
Quartalsrate franko. Ein Band zur An-
sicht ohne Kaufzwang. — Prospekt gratis.

Hermann Meusser, Buchhandlung,
BERLIN W 57/9, Potsdamer Str. 75.

Verlag von Julius Springer in Berlin

Werner von Siemens
Lebenserinnerungen

Dritte Auflage. Preis M. 5.—; in Halbldr. geb. M. 7.—
Volksausgabe. Neunte Auflage. Preis geb. M. 2.—

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

**Die Stellung der deutschen Maschinenindustrie im
deutschen Wirtschaftsleben und auf dem Weltmarkte**

Im Auftrage des Vereins deutscher
Maschinenbau-Anstalten Düsseldorf

Von

Dipl. Ing. Fr. Frölich

Mit 14 Textfiguren, 13 Zahlentafeln und 4 Tafeln

Preis M. 3.—

Soeben erschien:

**Die neuere Entwicklung
im Schiffsmaschinenbau**

Von

Ingenieur W. Kaemmerer

Mit 148 Textfiguren

Preis M. 3.—

(Sonderabdruck aus der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, 1914)

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin

Soeben erschien:

Die chirurgischen Indikationen in der Nervenheilkunde

Ein kurzer Wegweiser für Nervenärzte und Chirurgen

Von

Dr. Siegmund Auerbach

Vorstand der Poliklinik für Nervenkranken in Frankfurt a. M.

Mit 20 Textabbildungen

Preis M. 6.40; in Leinwand gebunden M. 7.—

Soeben erschien:

Neurologische Schemata für die ärztliche Praxis

Von

Edward Flatau

Textband, mit 10 Abbildungen, in Leinwand gebunden, mit Formularmappe

Preis zusammen M. 4.80

Daraus einzeln:

Ersatzblock: Hautgebiete peripherischer Nerven. . . Preis M. —.80

Ersatzblock: Sensibles Rückenmarksegmentschema Preis M. —.80

Ersatzblock: Elektrische Reizpunkte Preis M. —.80

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

